Fra Fysikkens Verden

UTGITT AV NORSK FYSISK SELSKAP

INNHOLD

Formannen har ordet	1
Fysikermøtet i Bergen	1
Kurs i digital-kretser og i miljøfysikk	2
Nye medlemmer	2
Er kjernekraft sikkert nok?	3
EPS-møtet, York, 1978	5
Kjernefysiske perspektiver ved syklotronen i Oslo. Del 2	6
Sommerskole i astronomi	8
Tidsmåling - Norges Urmaker-forbund jubilerer	9
Atmosfæriske målinger med laser	17
Moderne alkymi ved Kjeller-reaktoren	21
Bøker	2,8,16,20,21

«HEY, SAM, THE BIG ROUND YELLOW THING CAME UP AGAIN»

Apropos tidsmåling ... (se artikkel side 9).

Nr. 1 - 1979
41. årgang
ISSN-0015-9247

Et datasystem bygget for en ukjent fremtid

Vi vet at et datasystem som anskaffes i dag sannsynligvis vil bli anvendt til andre oppgaver i morgen. Men det er vanskelig å vite nøyaktig hvordan. Derfor har vi bygget NORD-systemet slik at det alltid kan vokse med oppgavene. NORD-systemet har den store fordel at alle slags oppgaver kan kjøres under ett eneste operativsystem. Nye programmer kan utvikles *samtidig* som anlegget utfører de vanlige rutiner. *Ett* operativsystem gir også sikkerhet for at nyutviklet hardware senere kan kobles til uten problemer.
Kapasiteten på et NORD-system kan bygges ut etter behov. Dessuten kan systemet kjøre mot flere stormaskiner på en gang, samtidig som det tar hånd om lokale oppgaver.
La ikke det systemet du anskaffer i dag redusere din handlefrihet i morgen. Med NORD-systemet er alle muligheter åpne.

Vennligst send oss nærmere informasjon om NORD datamaskinsystemer. Vi har behov for:

☐ Systemer for teknisk databehandling.
☐ Systemer for administrativ databehandling.

Navn: .....
Tittel: .....
Firma: .....
Adresse: .....
Telefon: .....

NORD - det fremtidssikre systemet

Norsk Data A.S

Jerikovn. 20, **Postboks** 4,
Lindeberg gård, Oslo 10, Telex: 18661 nd n
Tlf. (02) 39 16 01/39 17 01

RRA 1 AB Bates 1

Fra Fysikkens Verden

Utgiver: NORSK FYSISK SELSKAP

Nr. 1 - 1979

Redaktør: OLAV STEINSVOLL

Redaksjonssekretær: HALVARD TORGERSEN

41. årgang

ISSN-0015-9247

Formannen har ordet:

Eit velkjent problem for forskarar i fysikk og andre fagområde er å halde hovudet over vatnet etter som informasjonsbølgja veks. Løysinga synest ligge i stendig sterkare spesialisering. Berre på denne måten kan ein følgje fronten av forskingsbølgja. Dette gjeld ikkje berre eins eigen forskingsinnsats, men og om ein vil følgje med i det andre gjer.

Problemet er størst for studentar og andre nykomarar på fagfeltet. Det er dei færraste lærarar forunnt å fatte perspektivet for større område av fysikken og endå mindre å sjå einskapen i heile fagområdet. Ein av (dei siste?) allvitarane i fysikk er V. L. Ginzburg. I den vesle boka «Key problems of Physics and Astrophysics» (Mir forlag, Moskva 1978, 2. utg.) tek han for seg omlag 20 problemområde som han meiner det er spesielt aktuelt å forske i. Forfattaren åtvarar mot å legge for stor vekt på hans spesielle utval, men vi burde likevel hatt fleire slike bøker.

Også aktive forskarar og lærarar på alle nivå har eit behov for informasjon. Å skrive i «Fra Fysikkens Verden» burde difor vurderast på høgde med publisering i spesialtidskrift.

I programopplegget for fysikarmøta har pendelen svinga fram og tilbake mellom spesielsesjonar og plenumsforedrag av innbedne talarar. Ut frå det eg har skrive ovanfor meinar eg at hovudvekta må ligge på plenumsforedrag. Ein bør kome dit at studentar, lærarar og forskarar ser fram til dei årlege fysikarmøta som eit høve til å få innsyn i aktuelle problem av fysikken, problem som kanskje ligg langt frå dei ein sjølv arbeider med. Dessutan bør ordskifte eller foredrag om emne som vedkjem fysikk/samfunn vere årvisse.

European Physical Society har teke over arrangementet av ein stor del av dei faglege spesialkonferansane i Europa. For eit lite land som Noreg må det vere rett å halde ein sterk kontakt utetter, m.a. ved medlemskap i EPS. Dette har eg sett som ei viktig oppgåve i mi formannstid.

T. Riste.

Fysikermøtet i Bergen 1979

Programmet for Fysikermøtet i Bergen 6.-8. juni 1979 er i ferd med å få sin endelige form. Med bakgrunn i 100 års jubileet for Einsteins fødsel og henholdsvis 150- og 80 års minnene for N. H. Abels og M. S. Lies død er første dag viet relativitets- og gruppeteori. C. Møller (København) vil beskrive relativitetsteoriens barndom og utvikling, R. Jewell (Bergen) vil gi et tidsbilde av Abel og Lie og deres arbeidsforhold, og H. Lipkin (Rehovot) er invitert til å beskrive gruppeteoriens historie og rolle som språk innen ulike grener av fysikken. Dagen avsluttes med et foredrag av H. Pietschmann (Wien) over temaet «Fysikk og musikk». Som tidligere annonsert er denne onsdagen siste festspilledag.

Torsdagen er viet energiforskning og energipolitikk. B. Sørensen (København) vil gi et generelt overblikk over aktuelle prosjekter, gruppene rundt Falnes-Budal og Mehlum vil presentere sine bølgeenergiprosjekter, og B. Lehnert (Stockholm) vil gi perspektiver i fusjonsforskning, særlig fokusert på hva små land kan utrette. H. Parr fra olje- og energidepartementet vil snakke om framtidig norsk energiforskning.

Formiddagen fredag er avsatt til årsmøtet i NFS. Det faglige program omfatter foredrag av Ø. Fischer (Geneve) om supraledning og sterke magnetiske felt, og I. Lindau (Stanford) er invitert til å gi oversikt over synkrotronstrålingsforskning.

Faglige parallellforedrag vil bli delt mellom onsdag og torsdag ettermiddag. Onsdag blir det arrangert besøk ved Christian Michelsens Institutt. Før festmiddagen onsdag kveld i Schøtstuene får vi en spesiell omvisning på Bryggens Museum.

Vel møtt i Bergen 6.-8. juni!.

Innføring i digitale kretser

Statens lærarkurs og Fysisk institutt, NLHT, Universitetet i Trondheim, vil gi et innføringskurs i digital elektronikk rettet til lærere i fysikk i ungdomsskolen og videregående skoler. Kurssted blir Fysisk institutt, NLHT og kurstiden er 25-29 juni 1979. Deltagerne får dekket oppholdsutgifter med inntil kr. 60,- pr. døgn. Opplysninger og påmelding (før 15. mai); Sekretæren, Fysisk institutt, NLHT, Universitetet i Trondheim, 7055 Dragvoll.

Kurs i miljøfysikk

Statens lærarkurs og Fysisk institutt, NLHT, Universitetet i Trondheim vil gi et kurs med tittelen:

Miljøfysikk: Energi og samfunn.

Kurset er rettet til realfagene i ungdomsskoler og videregående skoler. Det vil bli holdt ved Fysisk institutt, NLHT i tida 6.-10. august 1979. Opplysninger og påmelding (før 1. juni); Sekretæren, Fysisk institutt, NLHT, Universitetet i Trondheim, 7055 Dragvoll.

NYE MEDLEMMER 24/11 1978

Førsteamanuensis Arnljot Elgsæter, Inst. for biofysikk, Trondheim-NTH.

Undervisningskonsulent Eva Paaske, Fysisk Institutt, Blindern.

Førsteamanuensis Rolf Stabell, Astrofysisk Institutt, Blindern

Konsulent Trond Harald Wettre, A/S Computas, 1322 Høvik.

Studentmedlem:
Wenche Haugstuen, Neutronfysikkavd., IFA, 2007 Kjeller.

Bøker

J. Moser (red.): «Dynamical Systems, Theory and Applications», Lecture Notes in Physics, Vol. 38 (Springer-Verlag, Berlin, 1975). 624 sider. Pris DM. 46,-.

Noe av det mest spennende som har hendt i matematisk fysikk de siste årene er at en eksakt behandling av visse ikke-lineære dynamiske systemer med uendelig mange frihetsgrader nå er innenfor rekkevidde. Eksempler omfatter både kontinuerlige systemer (partielle differensiallikninger) og diskrete systemer (differensialdifferens-likninger). En bemerkelsesverdig løsningsmetode bruker den ukjente funksjon som potensial i en Schrödingerlikning, der det viser seg at egenverdispektret er konstant selv om potensialet endrer form med tida! Løsningen er så gitt ved spredningsdata for dette potensialet. Den foreliggende bok inneholder gode forelesninger om dette bl.a. Kruskal, Flaschka og Moser, som alle har gitt sentrale bidrag til teorien.

Boka består av en samling forelesninger holdt på en Battellekonferanse i 1974 i Seattle, der matematikere og fysikere hadde satt hverandre stevne.

En stor del av forelesningene - under stikkordet ergodeteori - er viet eksakte resultater i de velkjente og anerkjent vanskelige grunnlagsproblemer i statistisk fysikk. (Markedsføringen skjer bl.a. under fristende titler som «Lectures on the billiard»!). I nær tilknytning til disse er en omfattende forelesningsrekke viet den dynamiske tidsutvikling av makroskopiske systemer. Fremstillingen er god og presis, men av naturlige grunner ofte ganske matematisk.

De fleste artiklene studerer *klassiske* mangepartikkelsystemer. Et unntak er Hepp og Liebs studie over en to-nivås laser: De viser - eksakt - at i grensen av et stort antall atomer adlyder dette fundamentalt sett reversible kvantemekaniske system et sett *irreversible* klassiske bevegelseslikninger!

Av forelesningstemaene er, som antydet ovenfor, de løsbare ikke-lineære systemene det felt der aktiviteten for tiden er størst. De dynamiske systemer som interessen i første rekke har samlet seg om er Korteweg - de Vries likningen i det kontinuerlige tilfellet og Todas eksponsielle gitter i det diskrete tilfellet. Av spesiell interesse er *solitoner*, «partikkelliknende» løsninger av likningene. (Tilsvarende løsninger av ikke-lineære bølgelikninger har naturligvis satt fantasi og feltteoretikere i sving!). Feltet er nytt og under stadig utvikling så en samlet fremstilling foreligger ennå ikke. Det som kommer nærmest er vel professor Todas glimrende forelesninger (Arkiv for Det Fysiske Seminar i Trondheim, nr. 2, 1974 - enda tilgjengelig!). De foreliggende forelesninger er også tjenlige som en innføring.

P. C. Hemmer

E. D. Hinkley (ed.): «Laser monitoring of the atmosphere». Topics in Applied Physics. Vol. 14. Springer Verlag. Berlin Heidelberg. 1976. 380 sider. Pris innbundet kr. 246,-.

Dette er en meget god bok av flere grunner:

- den gir en fin innføring i emnet, vel tilrettelagt også pedagogisk, og bør derfor med hell kunne anvendes som lærebok.
- på tross av bidrag fra fire forskjellige grupper om enda flere forskjellige teknikker er fremstillingen enhetlig og uten overflødige gjentagelser, og nomenklaturen er ens!
- boken unngår for mye dveling ved tekniske detaljer men behandler grundig metoder og problemer. Det vil gi den en betydelig levetid.

Den innledende oversiktartikkelen om fjernmåleteknikk i «Air Quality Management» (H. Melfi, EPA) er vel stikkordpreget, men ellers er det vanskelig å finne noe ordentlig negativt å si om de andre artiklene. V. E. Zuevs bidrag om transmisjon av laserlys i atmosfæren kunne jeg også ønsket noe mer omfattende.

Alle de viktigste metoder og teknikker er behandlet:

- *LIDAR* og *DAS* (differential absorption and scattering) som kan måle fordelingen av partikler og gasskonsentrasjoner i rommet omkring instrumentet.
- *Raman* tilbakespredning, som p.g.a. ekstremt små tverrsnitt er best egnet til studier av gasser med høy konsentrasjon, f.eks. H^2O-profiler og temperaturprofiler i atmosfæren.
- *Fluorescens*, som særlig er anvendt til å detektere atomer (Na,K) i øvre del av atmosfæren.
- Teknikker basert på *absorpsjon* både for lokalmålinger (spektrofon er spesielt viktig) og målinger som integrerer eller midler over en lang (km) strekning.

Spesielt godt er kapitlet om Raman og fluorescens (H. Inaba, Tokoku University). Heterodyn deteksjonsteknikk (R. T. Menzies, JPL) er også dekket meget godt.

Det jeg savner er en noenlunde systematisk (i tabellform) sammenligning av de forskjellige metodene, og viktigere: hvordan laserteknikker står i forhold til andre moderne spektroskopiske metoder som Fourier transform spektroskopi, dispersive og ikke-dispersive korrelasjonsspektrometre etc.

Men det er plukk, boken er god og kjøp den om du har råd (kr. 246,- er noe stivt).

Terje Lund

Er kjernekraft sikkert nok?

*A. F. Andresen**

Den 12. oktober i år kunne Regjeringens kjernekraftutvalg (Granliutvalget) etter et omfattende arbeid som har strukket seg over mer enn 2 år, legge frem sin innstilling for statsråd Bjartmar Gjerde. Utvalget har gått meget grundig tilverks. Mengdevis av rapporter er gjennomgått. Det er innhentet uttalelser fra institusjoner, organisasjoner og enkeltpersoner i inn- og utland. En rekke eksperter er blitt innkalt til å gi forelesninger og seminarer, og det er foretatt studiereiser til Sverige, Vest-Tyskland, Frankrike, Storbritannia og Østerrike. Det har også vært arrangert møter med representanter for nasjonalforsamling, politiske partier og anti-kjernekraftorganisasjoner.

På bakgrunn av den følelsesladede og tildels forvirrende debatt som har foregått i aviser, radio og fjernsyn, er det vel mange som har følt behovet for en grundig og saklig belysning av de problemstillinger som reiser seg i forbindelse med innføring av kjernekraft. Med sin innstilling har kjernekraftutvalget levert et meget vesentlig bidrag til å skape en avklaring, og det er å håpe at mange vil studere innstillingen slik at det kan skaffes grobunn for en mer fruktbar meningsutveksling i tiden fremover.

Kjernekraftutvalgets oppnevning

På et møte i Polyteknisk Forening i Oslo den 17. oktober ga nestformannen i utvalget, professor Arne Selberg, en oversikt over utvalgets arbeid og den fremlagte innstillingen. Mandatet som utvalget hadde fått, var formulert slik: «Utvalgets oppgave er å foreta en bred analyse av sikkerhetsforholdene i forbindelse med drift av landbaserte kjernekraftverk og ved transport, lagring og eventuell prosessering av radioaktive materialer. Hensikten med analysen er å få et betryggende grunnlag for å kunne bedømme sikkerheten ved kjernekraftverk slik at en kan avgjøre om det er fullt ut forsvarlig å sette i drift slike anlegg her i landet i 1980-årene».

Det ble oppnevnt 21 medlemmer, hvorav 8 var eksperter og 12 samfunnsengasjerte ikke-eksperter. Selberg selv, som tilhørte den siste gruppen, ble helt uventet forespurt over telefonen om han ville være medlem. Han hadde inntil da ikke hatt noen særlig kontakt med kjernekraft-spørsmålet, men stilte seg i likhet med flere andre av de oppnevnte eksperter og ikke-eksperter nærmest negativ. Det er tydelig at oppnevningen av utvalgets medlemmer hovedsaklig har tatt sikte på å sikre en allsidig sammensetning og den åpne innstilling som et flertall av medlemmene møtte med, har hatt en gunstig innflytelse på utvalgets arbeid.

Selberg presiserte i sitt foredrag at av den fyldige utredning på 287 sider, står det samlede utvalg bak 7 av de 8 kapitlene. Dissensene finnes i kapittel 2 som inneholder sammendrag og konklusjoner. Utvalget har funnet det ønskelig å belyse enkelte problemer og sider ved kjernekraften mere utførlig enn det var mulig å ta med i innstillingen, og dette er gjort i et vedlegg, som er på ca. 500 sider.

Hva er sikkerhet?

Når man skal diskutere sikkerhet og sikkerhetsproblemer, er det som Selberg påpekte, viktig å ha klart for seg hva ordene står for, og han illustrerte det på følgende måte: En ting er sikkert, nemlig at vi alle skal dø, men er det sikkert at jorden sviver rundt solen om f.eks. 100 år? Det er iallfall sannsynlig. Slik «sikker» og «sikkerhet» er brukt i mandatet er de ifølge Selberg, strengt tatt meningsløse. Det er sannsynligheten for at noe skjer eller ikke skjer man i realiteten tenker på. Også ordet risiko er beheftet med uklarhet. Noen ganger menes skadens omfang, en annen gang skade kombinert med sannsynlighet for at den inntreffer.

Når det gjelder drift av kjernekraftverk, har man skjelnet mellom normal drift og uhell. Hele utvalget er enig i at utslipp av radioaktivitet og andre ulemper ved en normal drift av reaktoranlegg ikke medfører alvorlig risiko hverken for ansatte eller for befolkningen forøvrig. Dette forutsetter at anleggene bygges etter den beste tekniske standard som er tilgjengelig, dessuten at de er underlagt en effektiv kontroll og drives etter strenge sikkerhetsnormer. Den største yrkesrisiko forekommer i dag i urangruvene og i gjenvinningsanleggene, men dette er aktiviteter som vil foregå utenfor Norge.

Selberg fremholdt at de fleste mindre uhell som har forekommet ved kjernekraftverk, har inntruffet ved eldre verk som ble konstruert i den første «happy go lucky» tid. Nyere verk har vært preget av få uhell og har hatt en meget høy arbeidstid i forhold til den teoretiske mulige. Utvalgets flertall konkluderer med at kjernekraftverk under normal drift ikke vil medføre radioaktive utslipp eller ulemper av annen art som innebærer risiko som er større enn den man må regne med ved andre kompliserte industrielle prosessanlegg.

*) Institutt for Atomenergi, Kjeller

Faren for store uhell

Det som vel har vakt størst bekymring er muligheten for alvorlige uhell og virkningene på omgivelsene. Her har utvalget særlig basert seg på det som er fremlagt i WASH-1400, den såkalte Rasmussen-rapporten. Konsekvensene av et større uhell som kjernesmelting, kan være at store arealer må fraflyttes, at det skjer endel akutte dødsfall, og på lengre sikt at et større antall mennesker dør av kreft, foruten at det oppstår skader på arvestoffet. Muligheten for kjernesmelting kan reduseres ved å bruke flere uavhengige kjølesystemer, nå brukes opptil 3 eller 4. Utvalget finner at den teoretiske sannsynlighet for store reaktoruhell er liten og flertallet (18 av 21) mener at risikoen for store uhell ved drift av kjernekraftverk i Norge ikke er større enn at den kan aksepteres.

Selberg pekte på at samfunnet i dag aksepterer en rekke virksomheter som med hensyn til ulykkespotensial kan sammenlignes med kjernekraft. Bare ved å sette seg i en bil utsetter man seg for en langt større risiko enn ved å bo i nærheten av et kjernekraftverk. Den økte bakgrunnsstråling man utsetter seg for er meget liten, og statistiske undersøkelser har ikke kunnet påvise noen korrelasjon mellom bakgrunnsstråling og levealder. Når det gjelder genetiske skader, er mulighetene også tilstede i endel av den kjemiske industri, og er ikke noe som er spesielt for kjernekraft. Man kan også beregningsmessig påvise at genetiske skader av andre årsaker totalt vil dominere over mulige kjernekrafteffekter.

Den største fare for utslipp til omgivelsene forekommer i forbindelse med gjenvinning av brensel og lagring av avfall. Kjernekraftindustrien har her blitt belastet med den lettsindige håndtering av avfall som er blitt foretatt i militær regi. Selberg fant at det ikke er underlig om en gruppe som arbeider med atombomber ser på det radioaktive avfall som noe uvesentlig. Nå er dette et tilbakelagt stadium. Diskusjonen i dag går mer på om vi kan lagre avfallet tilstrekkelig sikkert i lang nok tid. Det stilles her strenge krav, men Selberg mente at den nye metode som er foreslått, vil tilfredsstille disse. Metoden går ut på å støpe høyaktivt avfall inn i glass og fylle det i beholdere av rustfritt stål. Beholderen dekkes av en 5-10 cm tykk blykapsel som igjen beskyttes av en titankapsel. Etter luftlagring i 30 år, et tidsrom hvor man ennå har betydelig varmeutvikling, senkes beholderne ned på 500-1000 m fjelldyp. Beholderne omgis her med filtermasse av bentonit-leire og adgangen gjenstøpes med betong. Kravet som stilles er at om det grunnvannet som kanskje siver forbi beholderne skulle komme opp til overflaten, noe som vil kreve 5000 til 10 000 år, så skal det være risikofritt å grave en brønn akkurat der. Dette er et stramt krav og kanskje noe overflødig når en tenker på at grunnvannet ofte passerer uranholdige bergarter, men Selberg fant ingen grunn til å tvile på at kravet kan holdes.

Transport av brenselelementer og radioaktivt materiale skjer etter meget strenge regler og i spesialbeholdere og han anså det ikke for mulig at transporten kan forårsake noe i stil med gasskatastrofen på campingplassen i Spania.

Plutonium på avveie

Personlig hadde Selberg følt at den største risiko ved kjernekraften lå i at plutonium kunne komme i hendene på ekstremist- eller terroristgrupper hvor hensikten helliger midlet. Imidlertid er det ikke så lett å lage en atombombe og å få den til å eksplodere. Den største fare består i at store og viktige områder kan bli forurenset med høyaktivt materiale. Om man stopper all kjernekraftutbygging, vil imidlertid farepotensialet ikke endre seg særlig. Kunnskapen om disse ting er spredt over hele jorden, og for en stat er det neppe vanskelig å fremstille en atombombe om man lyster. Innad er det mulig å sikre seg mot tyveri og terroristkup uten å få en politistat. Samfunnet har allerede mange virksomheter som krever kontroll, så noe nytt element introduseres ikke.

Sammenlignet med andre energikilder har kjernekraften den fordel at uran ikke kan brukes til noe annet fornuftig formål enn fremstilling av elektrisitet og varme. Kull, olje og gass har alternative anvendelser i kjemisk industri og spesielt olje og gass er også velegnet for andre energiformål. Selberg syntes det ville være lettsindig sløseri å bruke olje eller gass til produksjon av elektrisitet.

Virkning på miljøet

Når det gjelder påvirkningen på miljøet, vil kjernekraftverk gi et visst utslipp av radioaktive isotoper av hvilke enkelte, som I^{129} og C^{14}, er meget langlivede. Heldigvis er den joniserende stråling lett å påvise, selv i de minste konsentrasjoner, og dette mente Selberg burde heller anses som en fordel enn som en belastning. Olje, gass og kullfyrte kraftverk gir utslipp av CO_2 til atmosfæren foruten SO_2 og nitrogenforbindelser. Mens det må antas at den teknologiske utvikling vil kunne redusere utslippene knyttet til kjernekraftverk i fremtiden, vil utslippene av CO_2 fra kullfyrte kraftverk ikke kunne reduseres.

Økningen av CO_2-innholdet i atmosfæren vil teoretisk sett heve middeltemperaturen på jorden og dette kan føre til drastiske klimaendringer og ødelegge store deler av jordens jordbruksarealer. Selberg finner det forbausende at disse problemene ikke opptar almenheten mere. Man er, slik Selberg ser det, nesten hysterisk opptatt av kjernekraftens farer til tross for at de sene effekter (kreft og arveskader) knapt nok vil kunne påvises i senere helsestatistikker selv etter en meget stor kjernekraftulykke. Det vil være andre og helt dominerende forhold som spiller inn som naturlig krefthyppighet og

naturlig forekommende genetiske effekter. Miljømessig mener utvalgets flertall at kullkraftverk er mest uheldig. Ved en sammenligning av olje-, gass og kjernekraftverk fremtrer ingen som klart den fordelaktigste.

Selberg reflekterte tilslutt litt over hvilken betydning en slik komitéutredning ville ha i vårt parlamentariske system. «Hadde kjernekraftutvalget konkludert med at kjernekraften ikke er «sikker», ville ingen regjering og intet Storting våge å endre på den konklusjon uansett hvor svakt den måtte være begrunnet. Siden kjernekraftutvalget konkluderer med at kjernekraften er «sikker», er det et visst håp om at vi kan få en reell behandling av kjernekraftens plass i Norges fremtidige energiforsyning».

EPS-møtet i York, september 1978

Mer enn 700 fysikere fra de fleste europeiske land var kommet for å delta i EPS hovedmøte ved Universitetet i York 25.-29. september. Fra Norge var vi 9 deltakere. Dagene var lagt opp med hovedforelesninger om formiddagen og spesialsymposier med korte forskningsrapporter og «poster sessions» om ettermiddagen. Om kvelden var det mer generelle forelesninger om emner som fysikk i utviklingsland, fysikk og rustningskappløp og fysikk og samfunn. En arbeidsgruppe var i sving med pedagogiske spørsmål innen fysikk, særlig sett i lys av Piagets teorier. Mange av deltakerne fant også veien til de gamle koselige pubene i York og til katedralen, muséene og de arkeologiske utgravingene av vikingbyen «Jorvik». Om kvelden 26. september var det generalforsamling i EPS.

I sin hilsningstale tok presidenten i EPS, professor A. Zichichi utgangspunkt i at det nå var 100 år siden Maxwell forente elektrisitet og magnetisme i én teori og at det i året 1978 var skjedd en ny liknende utvikling i og med Salam og Weinbergs sammenfatning av elektromagnetisme og svak vekselvirkning til én teori. Mange eksperimentelle resultater stadfester etterhvert teorien. Det er alltid gledelig når det skjer en slik forening av tilsynelatende forskjellige fenomener, naturen blir litt enklere (!) å forstå. Overført til EPS vil også en videre utbygging av samarbeidet mellom fysikere i Europa føre til at en kan gå løs på oppgaver som bare kan løses i fellesskap. Mange prosjekter var i god gjenge, men nye spennende oppgaver venter på innsats.

Ett område der EPS hadde en oppgave var å heve nivået på fysikkundervisningen i deltakerlandene og prøve å samordne undervisningsopplegg slik at studenter i høyere grad enn nå kunne fullføre studier ved andre læresteder enn i hjemlandet. Et stipendieprogram for dette formål var under utvikling. En annen oppgave var å formidle utveksling av lærekrefter mellom universiteter og høgskoler i ulike land.

EPS støtter også konferanser og symposier etter bestemte kriterier, særlig at møtene skal være tilgjengelige for deltakere fra alle land, uansett religion eller rase. EPS hadde støttet eller godkjent over 40% av de internasjonale møter innen fysikk avholdt i Europa. De fleste europeiske hovedtidsskrifter innen fysikk er nå blitt godkjent som EPS tidsskrifter. Dette har ført til en standardisering av granskersystemet («referée»), rasjonalisering av emneutvalget og derved en heving av det vitenskapelige nivået hos tidsskriftene.

Presidenten annonserte at det samtidig med EPS rådsmøte i Roma i mars 1979 vil bli holdt et møte der planene for de nye, store europeiske forskningsprosjektene vil bli presentert og behandlet. Disse fem såkalte «Big Science» prosjekter er: Den europeiske synkronstrålingskilde (akselerator), LEP eller elektron-positron (e^+-e^-) kolliderende strålé innretning, millimeterbølge radio interferometer, superproton synkrotronen og en europeisk fusjonsreaktor, JET.

Det er nødvendig at mest mulig informasjon om disse prosjekter tilflyter fysikere i alle europeiske land slik at de selv kunne gjøre seg opp en mening om prioriteringer av prosjekter og faglige områder, foreslå eksperimenter og bruksmåter osv. Det var derfor å håpe at fysikerorganisasjoner og forskningsråd fant anledning til å sende representanter til dette møtet.

EPS har nå fått skikk på økonomien idet den store gjelda fra tre år tilbake er sanert. Inflasjonen gjør likevel sitt til at den framtidige situasjonen kan bli bekymringsfull, og presidenten håpet derfor at EPS skulle få en større økning av antallet personlige medlemmer. Denne oppfordringen lar vi gå videre til norske fysikere: *Styrk økonomien til EPS ved å bli personlig medlem av selskapet.* Det vil være en velkommen gave til tiårsjubiléet for EPS at norske fysikere meldte seg inn. Årskontingenten er Sw.Frs. 28,- og NFS sekretariat er behjelpelig med innmeldingen.

Jubiléet ble også markert etter presidentens tale ved at forskjellige fysiske selskap overrakte EPS presidentklubbe, medaljer og gode ønsker for framtida. Professorene H. B. G. Casimir og V. K. Weisskopf ble utnevnt til æresmedlemmer for deres innsats for selskapet. Til slutt ble Hewlett-Packard prisen for 1978 overrakt Zh. I. Alferov for hans bidrag til utviklingen av praktisk brukbare «heterojunction» halvlederkomponenter.

O. Steinsvoll

Kjernefysiske perspektiver ved syklotronen i Oslo Del 2

John Rekstad og Eivind Osnes

Mellomkjernereaksjoner

De kjernereaksjoner vi hittil har diskutert kalles *direkte,* siden prosessen foregår i løpet av meget kort tid, omtrent 10^{-22}s. En annen reaksjonstype er de såkalte mellomkjernereaksjoner, der prosjektil og targetkjerne smelter sammen til en energirik (opphetet) mellomkjerne som lever relativt lenge ($\sim 10^{-18}$s) før den henfaller ved emisjon (fordampning) av partikler. Mellomkjernereaksjoner forårsaket av lavenergetiske nøytroner har vært kjent siden kjernefysikkens barndom. De siste års utvikling innenfor akseleratorteknologi og kjernefysisk instrumentering har gjort det mulig å studere mellomkjernereaksjoner hvor tunge, meget energetiske prosjektilkjerner kolliderer med tunge targetkjerner. Slike reaksjoner er hensiktsmessige redskap til å studere kjernetilstander med ekstremt høye spinn. Dette kan forklares ut fra Fig. 9, hvor vi har vist et moderne «fasediagram» for en deformert kjerne med massetall omkring 160. Her er eksitasjonsenergien fremstilt som funksjon av kjernespinnet. Områdene under den såkalte yrastlinje og over fisjonsbarrieren er en utilgjengelig fase, og det er ikke observert noen kjernenivåer her. Yrastlinjen er definert ved de tilstander som har lavest energi for gitt spinn. Her skjer det altså en maksimal utnyttelse av energien til rotasjon av kjernen som helhet, og kjernen kan derfor sies å være mest svimmel eller - på svensk - «yr» i disse tilstander, herav følger navnet yrast (superlativ). I området mellom yrastlinjen og fisjonsbarrieren er kjernestoffet metastabilt. Dette område er således tilgjengelig for kjernestrukturstudier. Tradisjonelt har disse begrenset seg til et lite område i det nederste venstre hjørne av fasediagrammet ($I < 10$). I løpet av de siste 10 år har det imidlertid vært arbeidet målbevisst med å eksitere tilstander lengst mulig oppover yrastlinjen. Det høyeste spinn som er observert til nå (primo 1978) er $I = 32$ i ^{158}Er. Med økende spinn forventer en å finne faseomvandlinger som følge av at den økende Coriolisvekselvirkning bryter opp nukleonpar koplet til spinn lik null. Spinnene til nukleonene i de brudte par vil opplinjeres langs rotasjonsaksen, og ved tilstrekkelig hurtige rotasjoner ($I \sim 70$) vil kjernen gå over fra en prolat likevektsform som roterer om en akse vinkelrett på symmetriaksen til en oblat likevektsform som roterer omkring symmetriaksen (Fig. 9).

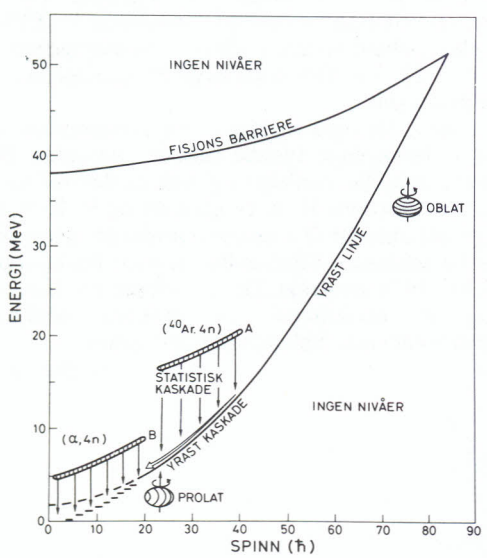


Fig. 9. Fasediagram for en deformert kjerne med massetall A ≃ 160. Forklaring er gitt i teksten.

La oss nå se hvorledes en kan befolke yrasttilstander med høye spinn ved hjelp av mellomkjernereaksjoner indusert ved tunge prosjektilkjerner. Ved å skyte f.eks. 160 MeV ^{40}Ar-kjerner mot ^{124}Sn dannes mellomkjernen ^{164}Er i sterkt opphetet tilstand og med høyt spinn. Etter fordampning av fire nøytroner dannes restkjernen ^{160}Er med en eksitasjonsenergi på 15-20 MeV og et spinn på 25-40 h, svarende til område A i fasediagrammet i Fig. 9. Restkjernen vil kvitte seg med overskuddsenergien ved utsendelse av gammastråling. Til å begynne med er nivåtettheten høy, slik at deeksitasjonen skjer ved statistiske strålingsoverganger av elektrisk dipol type. Deeksitasjonsprosessen skifter karakter i området like over yrastlinjen. Her er nivåtettheten lavere, og strålingen følger stort sett yrastbåndet nedover. Denne strålingen har elektrisk kvadrupol karakter siden spinnforskjellen mellom påfølgende yrastnivåer er to enheter og pariteten er den samme.

Ved nærmere analyse av gammastrålingen kan en få verdifull informasjon om nivåstrukturen nær yrastlinjen. Bl.a. vil en kunne avdekke plutselige forandringer i denne, svarende til faseforandringer i kjernestoffet. Dessuten kan en ekstrapolere tilbake til selve mellomkjernedannelsen. Ved opptelling av antall utsendte gammakvant kan en med kjennskap til strålingens multipolaritet (dipol, kvadrupol, etc.)

utlede spinn- og energifordelingen straks etter dannelsen. Denne kan en så forsøke å beregne ut fra kjente teorier for mellomkjernereaksjoner. Dette støter imidlertid på flere vanskeligheter. For det første er nivåtettheten så høy at det er umulig å oppnå et nøyaktig spinn- og energiregnskap. For det annet krever mellomkjerneberegninger kjennskap til nivåtettheten, og her må en bygge på relativt grove ekstrapolasjoner. Et tredje problem er at mange reaksjonsveier er mulige (utsendelse av varierende antall protoner og nøytroner og tyngre fragmenter) på grunn av den høye energi, og dette vanskeliggjør selvsagt beregningene.

Flere av disse komplikasjoner ville kunne elimineres ved å studere mellomkjernereaksjoner ved lavere energier, hvor færre reaksjonsveier er åpne og nivåtettheten er mindre og bedre kjent. Dette kan oppnås ved å indusere mellomkjernereaksjoner med lette prosjektiler. Ved beskytning av ^{160}Dy med 35 MeV α-partikler dannes igjen mellomkjernen ^{164}Er, men med betydelig mindre energi og spinn enn ovenfor. Etter fordampning av fire nøytroner kommer denne inn i område B i fasediagrammet. Dermed kan deeksitasjonsprosessen følges i langt større detalj enn for den tilsvarende tung-ione reaksjon som vi diskuterte ovenfor.

Forholdene skulle ligge vel til rette for å studere α-induserte mellomkjernereaksjoner ved syklotronlaboratoriet. Dermed vil en kunne få nødvendige data til å etterprøve og eventuelt utbedre teorien for mellomkjernedannelse, noe som ville være av den aller største betydning for studiet av de mer kompliserte mellomkjernereaksjoner indusert ved tunge ioner. Samtidig vil en få nødvendig eksperimentell bakgrunn til å delta i den intense forskning som i dag foregår på dette området ved de største kjernefysiske akseleratorer (f.eks. Berkeley, Darmstadt). Det er også mulig at en om noen år vil kunne ta opp slike forskningsoppgaver innenfor Skandinavia, idet de danske kjernefysikere har fremmet forslag om anskaffelse av en 25 MV Tandem Van de Graaff akselerator (til 125 mill. d.kr.) til erstatning for den eksisterende 9 MV akselerator ved Niels Bohr Instituttet.

Nå vil de planlagte studier av mellomkjernereaksjoner ved syklotronen ikke bare ha interesse som forprosjekter til tung-ione eksperimenter ved de store laboratorier i utlandet. De vil også ha sin egenverdi, som bidrag til den videre utforskning av den venstre del av fasediagrammet i Fig. 9. Siden tungione forskningen ved de store akseleratorlaboratorier stort sett har vært opptatt med å studere områder lengst mulig mot høyre i fasediagrammet, er det fremdeles store «hvite flekker» i venstre del. I dette område vil skallstrukturen fortsatt ha betydning for kjernestoffets egenskaper, og det er mange interessante korrelasjoner å studere som er viktige for vår forståelse av atomkjernenes mikroskopiske struktur. Her finner vi målsetningen for de fleste av de prosjekter som er diskutert ovenfor.

Kjernefysiske aspekter ved produksjon av radionuklider ^{123}I

Kunnskap om kjernereaksjoner kommer til anvendelse når en skal produsere radionuklider. Jo flere prosjektiltyper og større energiområde en rår over, jo flere reaksjoner kan en velge mellom og større er sjansen for å finne en som er tilfredsstillende. Vi skal her se hvilke muligheter en har til å produsere radionukliden ^{123}I ved syklotronen. Det er særlig ^{3}He- og α-induserte mellomkjernereaksjoner som er aktuelle.

Ved relativt lave energier kan en produsere ^{123}I ved reaksjonene ^{123}Sb(^{3}He,n) eller ^{123}Sb(α,4n). Prosjektilenergien bør her være bortimot 30 MeV for ^{3}He og 50 MeV for α. Ulempen ved disse reaksjonene er imidlertid at en samtidig får produsert noe ^{124}I, gjennom reaksjonene ^{123}Sb(^{3}He,2n) og ^{123}Sb(α,3n). Dette følger av Fig. 10, hvor vi har vist utbyttet av fordampningsreaksjonene ^{123}Sb(^{3}He,xn) som funksjon av prosjektilenergien (eksitasjonsfunksjon). En finner markerte maksima i utbyttet, og hvert av disse er dominert av en bestemt verdi for x. En vil imidlertid alltid få noe bidrag fra andre x-verdier. F.eks. vil x = 3 toppen få bidrag både fra x = 2 og x = 4. Bidraget fra x = 2 er størst i nedre del av energiområdet, mens bidraget fra x = 4 er størst i øvre del. Har ^{3}He-strålen en energi på under 30 MeV, vil en derfor få dannet en del ^{124}I. Dette er uheldig, fordi ^{124}I har relativt lang levetid (4 dager - mot 13 timer for ^{123}I) og vil derfor øke strålebelastningen på pasientene.

Dette problem kan unngås ved høyere prosjektilenergier. Med 35 MeV ^{3}He-prosjektiler kan en produsere ^{123}I gjennom reaksjonen

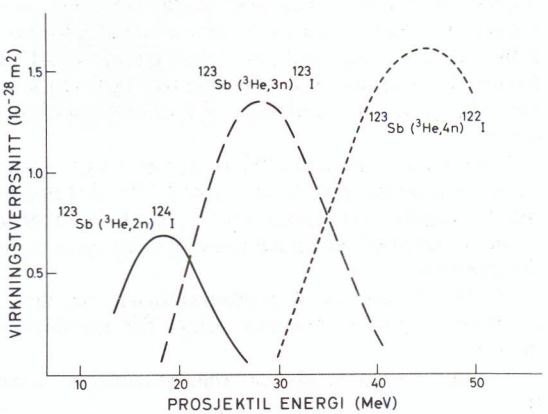


Fig. 10. Eksitasjonsfunksjoner for reaksjonene ^{123}Sb(^{3}He,xn)$^{126-x}$I. Ved å bombardere ^{123}Sb med ^{3}He-kjerner vil en produsere forskjellige I-isotoper ved forskjellige prosjektilenergier. Maksimalt utbytte av ^{123}I fås ved en prosjektilenergi nær 30 MeV. (Eksitasjonsfunksjonene er beregnet av I. Espe.)

$^{123}Te(^{3}He,3n)^{124}Xe \xrightarrow{\beta^+} {}^{123}I$. Dette er en meget gunstig reaksjon siden de konkurrerende $^{123}Te(^{3}He,xn)$ reaksjoner ikke vil gi farlige forurensninger. F.eks. vil fordampning av to nøytroner (x = 2) gi ^{124}Xe, som er stabil. På den annen side vil en selvsagt miste utbytte av ^{123}I på grunn av en slik reaksjon, og en må derfor ikke bruke for lav energi.

Som vist i Tabell 2 vil syklotronen kunne akselerere ^{3}He helt opp til 48 MeV, og en har derfor mulighet til å fordampe fire nøytroner. (I følge eksitasjonsfunksjonen i Fig. 10 krever fordampning av ett ekstra nøytron en ekstra energi på 10-15 MeV). Dermed kan en skifte til billigere targetmateriale og bruke reaksjonen $^{124}Te(^{3}He,4n)^{123}Xe \xrightarrow{\beta^+} {}^{123}I$. På denne måten vil en kunne spare omkring 70 000 kr. for hvert gram targetmateriale, som er omtrent den stoffmengde som skal til for å lage ett target.

Oppsummering

En kan trygt si at det knytter seg store forventninger til syklotronen i Oslo. Selv om den ikke er noen stor maskin i internasjonal målestokk, har den en gunstig kombinasjon av stråleenergi og -kvalitet som muliggjør en rekke interessante forskningsoppgaver. En har lagt vekt på å formulere problemstillinger som fullt ut utnytter maskinens muligheter. Flere av disse problemer kan i dag ikke studeres ved noen akselerator i Skandinavia. Samtidig kan en gjøre eksperimenter som har interesse som forprosjekter til eksperimenter ved de store akseleratorlaboratorier i utlandet. Endelig bør det nevnes at de aktuelle forskningsoppgaver ved syklotronen vil kreve et intimt samarbeid mellom eksperimentalfysikere og teoretiske fysikere, noe som vil være i pakt med de beste tradisjoner i kjernefysikkens historie.

Rettelser til første del (nr. 4, 1978, s. 78-83)

1) Supplerende opplysning til avsnittet om «Kjernefysikk i Norge» (s. 78):
Selv om Van de Graaff akseleratoren i Bergen ikke lenger er i bruk som kjernefysisk forskningsinstrument, anvendes den fortsatt til undervisningsformål, og den vil også i stigende grad bli benyttet til atomfysiske eksperimenter.

2) De tre første setninger av siste avsnitt (s. 83) skal lyde:

Så langt er det særlig høy-spinn medlemmene av de dekoplede bånd ($I \geqslant j$) som er studert. Det finnes imidlertid tilsvarende bånd der spinnet $\vec{R}$ for kjernens rotasjon og partikkelspinnet $\vec{j}$ er motsatt rettet, slik at det totale spinn er gitt ved $i = |j\text{-}R|$. Ved overgangen fra $R < j$ til $R > j$ inneholder dette båndet en diskontinuitet (spinn flipp) som svarer til en forskjell i det totale spinn på 1 $\hbar$, mens nabonivåer ellers har en spinnforskjell på 2 $\hbar$.

Internasjonal sommerskole i astronomi i Paris

Université Pierre et Marie Curie (Paris) vil arrangere en internasjonal sommerskole i astronomi i august 1979. Den er beregnet for lærere i den videregående skolen og vil vare minst to uker. I forelesningene vil særlig begrepet *tid* bli gjennomgått og hvordan tid inngår i et vidt spektrum av fenomener. (Kalenderen, utvikling av stjerner, relativitet osv.).

I den eksperimentelle del av kurset vil en særlig satse på å bruke enkelt utstyr bygd av deltakerne under kurset (solur, spektrometre, osv.). Deltakerne vil dessuten få bruke en del teleskoper og også et radioteleskop.

Ekskursjonene vil gå til observatorier i nærheten av Paris (Meudon, Nancay senter for radioastronomi).

Nærmere detaljer fås ved snarest mulig å skrive til

L. M. Celnikier
Observatoire de Meudon
92190 Meudon, Frankrike

2. februar 1979

Bøker

AKTIV. Fysikk/kjemi for ungdomstrinnet. Prosjektet «Fysikk/kjemi i skolen». Gyldendal Norsk Forlag.

Prosjektet «Fysikk/kjemi i skolen har vært drevet som et forsknings- og utviklingsarbeide ved Universitetet i Trondheim, finansiert av Kirke-og undervisningsdepartementets utvalg for skoleforskning. Resultatet foreligger nå som en serie emneenheter for elever på ungdomstrinnet i grunnskolen. Tekstene har vært utprøvet ved systematiske forsøk ved en rekke skoler i landet. Det følger lærerveiledninger til heftene.

«AKTIV» - selve navnet bærer bud om at vekten er lagt på aktivitet fra elevenes side. Heftene gir beskrivelse av en serie forsøk, og det er avsatt åpne linjer for svar på spørsmål. Her er også gitt teoretiske opplysninger, men en er avhengig av supplerende fagstoff fra læreren.

Prosjektet har utvilsomt lyktes i å skape et undervisningsopplegg som kan virke inspirerende både for lærere og elever. En rekke gode forsøk bør vekke elevenes nysgjerrighet.

Faget fysikk/kjemi trenger i dag en fornyelse i skolen. De fysiske begrepene blir lett abstrakte og fremmede, dersom de ikke blir konkretisert gjennom forsøk og praktiske illustrasjoner. Hefteserien viser vilje til bevisst konsentrasjon om sentrale begreper og prinsipper.

Selvsagt har undervisningsopplegg av denne art også sine svake sider Bruk av engangshefter blir neppe rime-

(fortsatt side 16

Tidsmåling - Norges Urmakerforbund 75 år

Olav Steinsvoll

Mekaniske ur

I anledning av sitt 75 års-jubileum hadde Urmakerforbundet arrangert en utstilling i Oslo som viste den historiske utvikling av instrumenter for tidsmåling og også viste de aller nyeste frambringelser på området. Alt tidlig i historien følte mennesket behov for sikre holdepunkter i tida som stadig går sin gang. Av særlig interesse var det å måle tidsintervallet mellom to hendelser. Menneskene la merke til at bestemte naturfenomener gjentok seg periodisk, og dette ga mulighet til «å telle tid», dvs. en kunne funne tidsforløpet ved å integrere små tidsintervaller. Dette kan vi framleis si er hovedprinsippet for all tidsmåling; det er bare de periodiske naturfenomen som danner grunnlaget for urene, som man har skiftet gjennom tidene.

Vi kjenner alle utviklingen som har gått fra solur, vannur og sandur til de mekaniske ur basert på pendel og seinere balansen eller «uroa» med sin spiralfjær som muliggjorde lommeur og armbåndsur. Stadig mer forfinet teknologi gjorde disse urene mekanisk robuste og stadig nøyaktigere.

Men ur var ikke bare til tidsmåling, etterhvert ble ur laget av edle metaller og utstyrt med edelsteiner, slik at de ble rene små kunstverk eller smykker der fremragende teknologi og formgiving ble lykkelig forent. Utstillingen viste mange eksempler på slike praktstykker.

Med opplagring i kunstige rubiner kunne en øke nøyaktigheten og minske slitasjen i de mekaniske urene. Nøyaktigheten til urene øker med balansens svingefrekvens, men det er vanskelig å øke denne utover 5Hz. For de mekaniske urene er det svingende system ømfindtlig overfor mekaniske rystelser og temperaturvariasjoner. En forbedret dem ved støtsikring av ulike slag, og balansen ble laget med temperaturkompensasjon (Elinvar). Opptrekkfjærene ble laget av bruddsikre legeringer, og problemene med smøring og vannbestandighet ble også delvis løst.

Transistoren muliggjorde sammenkobling av mekaniske svingninger i en liten stemmegaffel og elektriske svingekretser. Dette dannet opptakten til elektronikkens seiersgang også innen urmakerfaget. Egenfrekvensen kunne nå økes til 500 Hz og urenes gangnøyaktighet ble betraktelig forbedret.

Faststoff-fysikk og urutvikling

Det neste store framskritt innen urenes utvikling skjedde da integrerte elektroniske kretser på siliciumbasis ble trukket inn i urkonstruksjonen. Svingende kvartskrystaller var allerede brukt i årtier for å styre og stabilisere elektroniske svingekretser. Kvartskrystaller er piezoelektriske. De har evnen til å omforme en mekanisk spenning (trykk) til et elektrisk felt, eller omvendt: et elektrisk felt kan omsettes til en mekanisk deformasjon. Ved å nytte små kvartskrystaller kan en få frembragt meget stabile svingninger med høy frekvens. Vanlig frekvens for urformål er nå 32 768 Hz. Urkvartsene er millimeterstore énkrystaller skåret på bestemt måte i forhold til krystallens akseretninger og pådampet tynne metallelektroder. De er innkapslet i små vakuumkamre og står i kontakt med en elektrisk svingekrets. Man oppnådde derved ytterligere forbedring av gangnøyaktigheten.

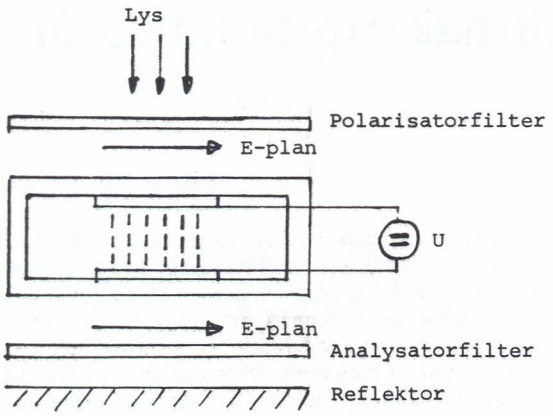
For alle slags svingekretser kan vi definere en Q-verdi som angir kretsens «godhet»; den er forholdet mellom den sirkulerende energi og energitapet i kretsen pr. svingperiode. En annen måte å uttrykke godheten på er forholdet mellom svingningenes frekvens og kretsens resonansbredde. For de mekaniske urene er Q verdien omlag 300. Ved kvartsstyring er Q-verdien omtrent 10^6. Men nøyaktigheten av et ur er ikke bare bestemt av Q-verdien. Den er også bestemt av signal/støy forholdet, S, i kretsene som behandler tidsinformasjonen. En får da for nøyaktigheten av uret:

$$A = Q \cdot S.$$

Når de periodiske svingningene er av elektrisk natur kan en nytte elektroniske «gir» for å nedsette takten, og her er det atter de integrerte kretsene som kommer inn. Kretsene har en utstrekning på noen kvadratmillimeter på en siliciumplate, og deler svingefrekvensen med 2 femten ganger (2^{15}). I motsetning til mekaniske gir, eller utverket med hjul, er kretsene svært støysvake og lite mottakelige for mekanisk påvirkning utenfra. På denne måten har en skaffet seg elektriske impulser med uhyre stor regelmessighet og frekvens 1Hz. Disse kan nyttes til å styre en liten stegmotor som står i forbindelse med sekundviseren og de andre viserne. Vi har på denne måten skaffet oss et ur med såkalt analogutlesning av tidsinformasjonen.

Digitalutlesning

Ved å benytte flytende krystaller, såkalt LCD utlesning har det vært mulig å omsette tidsinformasjonen til digital form. (Flytende krystallers egenskaper har vært behandlet i FFV nr. 1 1976). Under påvirkning av elektrisk felt har disse fly-



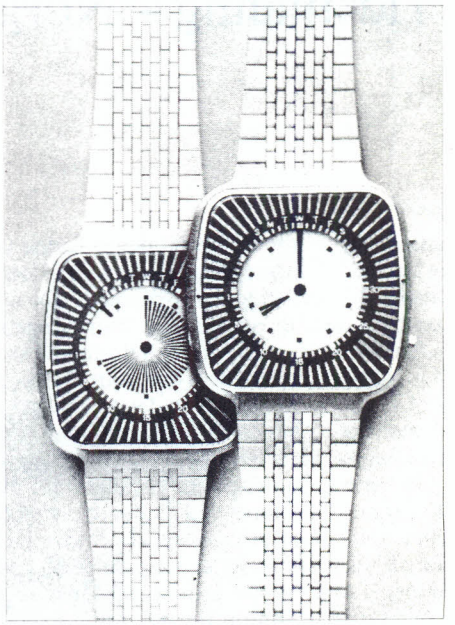
Den flytende nematiske krystall er fylt i en gjennomsiktig celle forsynt med elektroder. Når spenningen U legges over cellen, retter molekylene seg inn parallelt med det elektriske feltet og lys som går gjennom væsken vil ikke få dreid sin polarisasjonsvektor. Med kryssende polarisasjonsfiltre vil en få mørke når en setter spenningen på.

tende stoff evne til å rette seg inn, og hvis polarisert lys går gjennom et tynt skikt av innrettede molekyler, vil polarisasjonsplanet dreies. Hvis en omgir den flytende krystallen over og under med lyspolariserende glass, vil reflektert lys fra en slik enhet ha ulik intensitet ettersom det ligger felt over krystallen eller ei. Ved å sette felt over de 7 ulike segmenter som utgjør en 8-figur kan alle tall framstilles. For å ordne tidsinformasjonen fra kvartsoscillatoren (integrere den) og vise den frem i digital form trengs en komplisert krets, som styrer feltet over de ulike tallsegmenter slik at sekunder, minutter, timer, dag og år kan vises i riktig rekkefølge og i riktig øyeblikk. Denne kode/dekode enhet bygges nå vanligvis sammen med oscillatorenheten og det elektroniske «giret» i én enhet på en flate omlag 20 kvadratmillimeter stor. Det er fantastisk at slik komplisert teknologi i form av armbåndsur kan kjøpes for priser under kr. 300!

Analogutlesning ved LCD-teknikk

Det er forresten mange som mener at viseruret i motsetning til digitaluret gir mennesket en mer direkte opplevelse av naturens kontinuerlige kretsløp. Viseruret er en lettfattelig avbildning av solas gang på himmelen. Hver innbyrdes stilling av viserne skaper også en spesiell gjenklang og forventning som bygger på livslang omgang med viserur. Urfabrikantene har derfor satset stort på å komme fram til helelektroniske ur uten bevegelige deler, men med analog utlesning. Elektronikk har store fordeler framfor mekanikk i ur har vi tydelig sett ovenfor.

Løsningen ligger i å lage hele urskiven av flytende krystallmateriale, men istedenfor tall har en segmenter som styres av en integrert krets. Deles skiven f.eks. i 120 segmenter med ulik radius, har



(Fra en annonse fra Texas Instruments.)

en muligheter for funksjoner som framstilling av store- og lilleviser og sekunder. Disse nye urene vil komme på markedet i 1979.

Fysikk og tidsmåling

Den sterke utvikling og høye nøyaktighet av tidsmåling krones av den såkalte cesium-klokka som bygger på energien (frekvensen) til hyperfinstrukturlinja til isotopen ^{133}Cs. Den brukes nå som standard og ved sammenlikning av andre klokker. En slik standard var også med på utstillingen, men det vil føre for langt å gå inn på dens oppbygning og virkemåte.

Sekundet er nå definert som varigheten av 9 192 631 770 svingninger av cesiumatomet. Tid kan måles mye mer nøyaktig enn lengde, og innen fysikken bestreber en seg etterhvert på å redusere alle slags målinger til enten frekvens eller tidsmålinger. Ved hjelp av Josephson-effekten har en allerede oppnådd dette for enheten spenning, og ved hjelp av bølgelengden av cesiumgrunnfrekvensen skulle en kunne redefinere lengdeenheten. Naturlovenes gyldighetsområde vil med dette kunne prøves enda mer kritisk. En kan kanskje finne at Dirac har rett i at gravitasjonskonstanten endrer seg over tid.

Fra Fysikkens Verden

40. årgang
1978

NORSK FYSISK SELSKAP
TRONDHEIM 1978

Fra Fysikkens Verden

Redaktør
Forsker Olav Steinsvoll
Institutt for Atomenergi,
2007 Kjeller

Redaksjonskomite:

Førsteamanuensis Tryggve Grotdal, Fysisk Institutt, Universitetet i Bergen, 5014 Bergen.

Forsker Jan Myrheim, EP Division, CERN, CH-1211 Genéve 23, Sveits.

Førstelektor Øivin Holter, Fysisk Institutt, Universitetet i Oslo, Blindern, Oslo 3.

Lektor K. Jostein Knutsen, Luftkrigsskolen, 7000 Trondheim.

Fagsekretær Helge Klemsdal, Nordlysobservatoriet, 9000 Tromsø.

Redaksjonssekretær:

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

Sekretær:

Fru Gudrun Græsmann.

Ekspedisjonens adresse:

Fra Fysikkens Verden, Fysisk Institutt,
Norges Lærerhøgskole, 7000 Trondheim.

Norsk Fysisk Selskap

Formann: Dr. philos. Tormod Riste, Inst. for Atomenergi, Kjeller.

Styre: Dosent R. S. Sigmond, Universitetet i Trondheim, Norges Tekniske Høgskole.

Amanuensis Ove Bratteng, Universitetet i Tromsø.

Førstelektor T. Engeland, Universitetet i Oslo, Blindern.

Førstelektor K. Myklebost, Universitetet i Bergen.

Sekretær: Fru Gerd Jarrett, Nøytronfysikkavdelingen, Inst. for Atomenergi, Boks 40, 2007 Kjeller.

INNHOLD

Hefte 1

Solidaritet med fysikere i Argentina 1
Fysikermøtet og årsmøtet NFS 1977 2
Om lagring og behandling av radioaktivt avfall, faglege vurderingar av problemet.
T. Riste 3
Biofysiske anvendelser av fluorescens- og fosforescensspektroskopi.
Johan Moan 5
Hydrider til lagring av energi.
A. F. Andresen 17
Solstråling ved jordoverflaten.
Arild Gulbrandsen 19
Bøker 4, 16, 18
G. Meier & al.: Applications of Liquid Crystals.
A. J. Freeman og H. Schmid (ed): Magnetoelectric Interaction Phenomena in Crystals.
H. Elsässer og H. Fechtig (eds.): Interplanetary Dust and Zodiacal Light.
G. J. Troup: Mechanics/*R. C. Cross:* Electricity and Magnetism.

Hefte 2

Fra redaktøren 25
Møte i EPS Advisory Comm. on Physics Education.
K. J. Knutsen 26
EPS-Møte i York 25.-29.9.78. 26
Litt om risikoanalyse.
S. Nuland 27
Kollisjoner mellom komplekse atomkjerner.
Jan S. Vaagen 33
Elektrokjemiske strømkilder nå og i fremtiden.
T. Våland 39
Metalliske glass - Framstilling, struktur og stabilitet. Del 1. *Ola Hunderi* 44
Bøker 43, 47, 48
Dailey, Combs, Zinn: Analysis Instrumentation, Vol. 12.
Gunnar Randers: Lysår.
Landolt-Börnstein. Red.: H. Fischer og K. H. Hellwege, New Series. II/7-IV/3.
L. Reimer og G. Pfefferkorn: Raster-Elektronenmikroskopie. 2. Aufl.
S. Bashkin (ed.): Beam-Foil Spectroscopy.

Hefte 3

Fra redaktøren 49
Referat fra NFS's årsmøte 1978 49
Årsmelding for NFS 1977-1978.
T. Riste 50
Referat av diverse foredrag om risikoanalyse på Fysikermøtet 1978.
O. Steinsvoll 53
Hewlett-Packard prisen for 1978.
O. Steinsvoll 56
Resolusjon fra Fysikermøtet 1978.
T. Riste 57
8. Nordiske Halvledermøte ved Fagulvalget for faststoff-fysikk.
Jan S. Johannessen 57
Referat fra Biofysikermøtet 1978.
J. Moan 57
Sorte hull er varme.
Finn Ravndal 60
Brev fra leserne.
T. og S. Sigmond 62
Klimaet og klimaforskning.
Arne Grammeltvedt 63
En nyttig formel for magnetisk flukstetthet i spoler.
Halvard Sollie 69
Bøker 52, 68
R. Gatignol: Théorie Cinétique des Gaz à Répartition Discrète de Vitesses.
J. Brey and R. B. Jones (eds.): Critical Phenomena.

Hefte 4

Frå redaktøren 73
Fysikermøtet 6.-8. juni 1979 i Bergen 73
Møte i York i EPS's rådgivende komite for fysikkundervisning.
K. J. Knutsen 73
Paneldebatt om Norges framtidige engasjement i CERN.
O. Steinsvoll 75
Kjernefysiske perspektiver ved syklotronen i Oslo.
John Rekstad og Eivind Osnes 78
Nye vegar i fusjonsforskinga - tunge ionar.
K. Johnsen, ref. v/O. Steinsvoll 83
Direkte innfanging av ladde partikler, reaksjoner i stjerner som også tester skallmodellen for atomkjernen.
Finn Ingebretsen 85
Metalliske glass - Egenskaper. Del 2.
Ola Hunderi 89
NRRL 50 år.
O. Steinsvoll 92
Baryonium, to nukleoner, fire kvarker eller ...
F. Myhrer 93
«Nordic Spring Symposium on Atomic Inner Shell Phenomena» Geilo.
J. M. Hansteen 95
Nye medlemmer 96
NFS forsøker å hjelpe russisk forsker 96
Bøker 74
H. Haken: Synergetics - An Introduction

FORFATTER-REGISTER

Andresen, A. F.: Hydrider til lagring av energi .. 17
Gjønnes, Jon: (bokanm.) Raster- Elektronenmikroskopie. L. Reimer & G. Pfefferkorn 48
Grammeltvedt, Arne: Klimaet og klimaforskning 63
Gulbrandsen, Arild: Solstråling ved jordoverflaten 19
Hansteen, Johannes M.: «Nordic Spring Symposium on Atomic Inner Shell Phenomena» Geilo . 95
Hauge, E. Hiis: (bokanm.) Théorie Cinétique des Gaz á Répartition Discrète de Vitesses. R. Gatignol
Hole, Njål: (bokanm.) Lysår. G. Randers 43
Hunderi, Ola: Metalliske glass - Framstilling, struktur og stabilitet. Del 1 44
Hunderi, Ola: Egenskaper. Del 2 89
Ingebretsen, Finn: Direkte innfanging av ladde partikler, reaksjoner i stjerner som også tester skallmodellen for atomkjernen 85
Johannessen, Jan S.: 8. Nordiske halvledermøte ved Fagutvalget for faststoff-fysikk 57
Johnsen, Kjell: Nye vegar i fusjonsforskinga - tunge ionar. Referat v/ O. Steinsvoll 83
Knutsen, K. Jostein: (bokanm.) Mechanics. G. J. Troup og: Electricity. R. C. Cross 16
Knutsen, K. Jostein: Møte i EPS Advisory Committee on Physics Education 25
Knutsen, K. Jostein: Møte i York 24. sept. 1978 i EPS's Rådgivende komite for fysikkundervisning. (Referat) 73
Moan, Johan: Biofysiske anvendelser av fluorescens- og fosforescensspektroskopi 5
Moan, Johan: Referat fra Biofysikermøtet 1978 . 57
Myhrer, F.: Baryonium, to nukleoner, fire kvarker eller 93
Nuland, S.: Litt om risikoanalyse 27
Osnes, Eivind (og John Rekstad): Kjernefysiske perspektiver ved syklotronen i Oslo 78
Ottinsen, Tore: (bokanm.) Critical Phenomena. J. Brey og R. B. Jones (ed.) 68
Ravndal, Finn: Sorte hull er varme 60
Rekstad, John: (bokanm.) Beam-Foil Spectroscopy. S. Bashkin (ed.) 48
Rekstad, John (og Eivind Osnes): Kjernefysiske perspektiver ved syklotronen i Oslo 78
Riste, Tormod: Om lagring og behandling av radioaktivt avfall, faglege vurderingar av problemet .. 3
Riste, Tormod: Årsmelding for Norsk Fysisk Selskap 1977/78 51
Riste, Tormod: Resolusjon fra Fysikermøtet 1978 57
Riste, Tormod: (bokanm.) Synergetics - An Introduction. H. Haken 74
Samuelsen, Emil J.: (bokanm.) Magnetoelectric Interaction Phenomena in Crystals. A. J. Freeman og H. Schmid (red.) 16
Sigmond, T. og R. S.: Brev fra leserne: Over Ævne I-III? (Anm. av Brandt/Frøshaug: Fysikk/Kjemi 7-8-9) 62
Singstad, Ingar: (bokanm.) Applications of Liquid Crystals. G. Meier, E. Sackmann, J. G. Grabmaier
Sollie, Halvard: En nyttig formel for magnetisk flukstetthet i spoler 69
Steinsvoll, Olav: Fra redaktøren 25, 49, 73
Steinsvoll, Olav: EPS-Møte i York 25.-29. sept. 1978 26
Steinsvoll, Olav: (bokanm.) Landolt-Börnstein. Red.: H. Fischer og K. H. Hellwege. II/7-IV/3 . 47
Steinsvoll, Olav: Referat av diverse foredrag om risikoanalyse på Fysikermøtet 1978 53
Steinsvoll, Olav: Paneldebatt om Norges framtidige engasjement i CERN 75
Steinsvoll, Olav: (referat) Nye vegar i fusjonsforskinga - tunge ionar. K. Johnsen 83
Steinsvoll, Olav: NRRL 50 år 92
Torgersen, Halvard: (bokanm.) Analysis Instrumentation. Vol. 12. Dailey, Combs, Zinn 43
Trulsen, Jan: (bokanm.) Interplanetary Dust and Zodiacal Light. H. Elsässer og H. Fechtig (ed.) .. 16
Vaagen, Jan S.: Kollisjoner mellom komplekse atomkjerner 33
Våland, T.: Elektrokjemiske strømkilder nå og i fremtiden 39

Påmelding til Fysikermøtet i Bergen 6. juni - 8. juni 1979.

Navn:

Adresse:

Arbeidssted:

Anmelder foredrag: Ja/Nei

Antatt varighet.....min.

Emne:

Sammendrag på engelsk (inntil 2 sider inkl. figurer) må følge påmeldingen.

Innkvartering ønskes for .... voksne og .... barn på Fantoft studenthjem.

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

Enkeltrom kr. 130,-

Dobbeltrom kr. 87,50/pers.

Frokost inkl. i prisen.

Jeg anmelder.....personer til besøk ved CMI 6/6. Pris ca. kr. 25,-.

Jeg anmelder.....personer til musébesøk og festmidddag 7/6. Pris ca. kr. 110,-/pers.

Registreringsavgift kr. 100,-.

Påmelding må sendes innen 13. mai til:

FYSIKERMØTET, FYSISK INSTITUTT.

Universitetet i Bergen
Allégt. 55, 5014 Bergen-U

Bøker (forts. fra s. 8)

lig i pris. om øvelsene ikke setter store krav til utstyr, er nok mange skoler i dag dårligere utstyrt enn enkelte av øvelsene forutsetter. I en tid da faget fysikk/kjemi står meget svakt i lærerutdanningen, kan den vanlige lærer nøle med å sette i gang etter et opplegg som setter ekstra krav både til innsatsvilje og fagkunnskap.

Et moteord i dagens pedagogikk er integrasjon. Å integrere fysikk/kjemi med fag som biologi og samfunnsfag er ingen enkel oppgave i praksis. Likevel skulle en ha ønsket at «AKTIV»-serien hadde gått lengre i denne retning, f. eks. under behandlingen av energi. Enkelte forsøksanvisninger og formuleringer kan en sette spørsmålstegn ved. Energi-begrepet er ikke enkelt. Men når en definerer «energi er det som forårsaker forandringer», kan en ikke være sikker på hva slags inntrykk elevene sitter igjen med. Detaljkritiske merknader er det ikke plass til i denne meldingen.

Det ville være ønskelig om mange lærere kunne nytte denne serien. Om ikke heftene nyttes i sin helhet, er her mange ideer til oppfriskning av undervisningen.

Jon Kvalbein.

Reinhard A. Breuer: Gravitational Perturbation Theory and Synchrotron Radiation. Volum 44 i serien: Lecture Notes in Physics (ed. J. Ehlers et al). Springer - Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 1975. 196 sider. Pris DM 20.

Gravitasjosstrålingen kan neppe sies å være de mest håndfaste emner i fysikken. Ikke desto mindre har fagområdet tiltrukket seg relativt stor oppmerksomhet i løpet av de siste år. Da J. Weber i Maryland omkring 1970 meddelte at han hadde oppnådd positiv indikasjon på gravitasjonsstråling, var dette en sensasjon som i sin tur ga støtet til liknende korrelasjonseksperimenter i Europa og USA. Ikke i noen av disse tilfellene har en imidlertid vært i stand til å reprodusere Webers effekt. Blant teoretikere flest er vel innstilingen for tiden avventende; en vil gjerne se eksperimentene gjentatt med mer følsomme detektorer slik at en får noe mer håndfaste knagger å henge teoriene opp på. En gruppe teoretikere har imidlertid tatt Webers resultater på alvor og satt opp den arbeidshypotese at målingene er riktige, selv om en i dag ikke vet hvorfor, og en har forsøkt å finne plausible emisjonsmekanismer som kan forklare hans data. En iøynefallende vanskelighet for en slik teori er at strålingen, som synes å komme fra galaksens sentrum, er mye sterkere enn hva en astrofysisk sett skulle vente fra romlig isotrop kilde. Dette gir noe av bakgrunnen for Breuers bok: Anta at gravitasjonsstrålingen er *synkrotronstråling* emittert fra partikler i galakseplanet i relativistisk bevegelse omkring et massivt objekt i galaksesentret, slik som et kjempemessig svart hull. Fokusering av strålingsenergien i galakseplanet vil dermed medføre at kildens energitap ikke lenger trenger å være så urimelig stort.

Boken inneholder metoder og resultater for en generell gravitasjons- perturbasjonsteori som behandler feltene som lineære perturbasjoner av et vilkårlig krumt bakgrunnsrom. Som anvendelse beregnes synkrotronstrålingen fra partikler i sirkulære relativistiske baner, både omkring et Schwarzschild svart hull og omkring et Kerr svart hull (roterende hull). Teorien bygger i vesentlig grad på tetradformalismen utviklet av Geroch, Held og Penrose. Et eget kapittel beskjeftiger seg med polarisasjonseffekter. Forfatteren har selv ytet vesentlige bidrag på dette område.

Noen folkelesning blir denne boken neppe. Den er matematisk sett meget spesialisert, og selv en leser med rimelig god bakgrunn i generell relativitetsteori vil nok ha vanskelig for følge de teoretiske utledninger uten videre. Boken passer for den indre krets av anvendte matematikere som allerede befinner seg innen fagområdet og som ønsker en bredere framstilling, enn hva en vanligvis finner i tidsskriftene. En fyldig referanseliste vil dessuten gjøre boken verdifull for nykommere på fagområdet.

Iver Brevik

MER ENN OVERFLATISK KUNNSKAP

H. Ibach (ed.): Electron Spectroscopy for Surface Analysis. Springer, Berlin 1977, 255 sider.

Begrepet «overflatisk» innebærer vel at *overflata* er lett å fatte, mens det indre er vanskeligere tilgjengelig og krever større anstrengelser. En slik forestilling passer dårlig i fysikk og kjemi; våre kunnskaper om atomer og elektronisk struktur av overflater er ennå mangelfulle, trass i den store betydning de har for mange viktige egenskaper, som katalyse, korrosjon og i tynn-filmteknologi.

Det er flere årsaker til dette. De fleste overflater absorberer gasser og forurensninger, selv ved lave trykk. Først med ultrahøyvakuumteknologien, omkring 1960, ble det mulig å skaffe reine overflater. Fordi overflateegenskapene er knyttet til det ytterste atomlaget, har det vært nødvendig å utvikle *overflatefølsomme* undersøkelsesmetoder, basert på stråling med liten inntrengningsevne. Elektroner med lav energi, ca. 10—500 eV, har en fri veglengde på mindre enn 10 Å og peker seg ut, både for spektroskopi og spredningseksperiment.

«Elektron Spectroscopy for Surface Analysis» inneholder fem artikler om en rekke forskjellige undersøkelsesmetoder som alle er basert på måling av energi- og eller vinkelfordeling, enten av spredte (primære) elektroner, av sekundære elektroner eller av fotoemitterte elektroner. Redaktøren og flere av artikkelforfatterne er knyttet til Kernforschungsanlage Jülich, de har lagt hovedvekten på å beskrive metodene og deres særtrekk, fordeler og problem. Et inntrykk av mangfoldigheten får en gjennom den lista over forkortelser som presenteres av D. Roy og J.D. Carette i kapitlet om elektronspektrometre, den inneholder 40 slike, fra A(uger) E(lectron) AP(pearance) S(pectroscopy) til X(-ray) P(hotoemission) S(pectroscopy). J. Kirschner skriver om spektroskopi av atomære nivåer (core levels), bl.a. Auger spektroskopi og forskjellige former for terskelspektroskopi — en metode med røtter tilbake til oppdagelsen av den fotoelektriske effekt. Kapitlet om lavenergi elektrondiffraksjon (LEED), av M. Henzler, gir først og fremst en kvalitativ diskusjon av effekter fra feil i overflata på spredningsmønstret. B. Feuerbacher og B. Fitton skriver om fotoemisjon. De mange muligheter innenfor uelastisk spredning av elektroner er beskrevet av H. Froitzheim.

Boka henvender seg i første rekke til eksperimentalfysikere som ønsker å bruke elektronspektroskopi til å studere overflater. Fra en slik synsvinkel er de mange detaljene og de, stort sett, fyldige referansene nyttige. Men opplegget har gått noe ut over helheten og leselighet. Språket er delvis tungt og lite gjennomarbeidet, et inntrykk som forsterkes av offset-typografien. Den har først og fremst verdi som beskrivelse av eksperimentelle muligheter og eksperimentell status i et felt i rask utvikling, slik forfatterne ser det i sitt forskningsarbeid. Interessant og nyttig for dem som er inne i feltet — men vanskeligere å trenge inn i for dem som befinner seg på overflata av overflatefysikken.

Jon Gjønnes

Atmosfæriske målinger med laser

Ingar Singstad)*

Innledning

I de snart tyve år siden den første laseren ble laget, har vi vært vitne til en imponerende utvikling av forskjellige lasersystemer og av elektro-optiske metoder. Laseren anvendes nå i biologi, kjemi, medisin og geofysikk, for å nevne noen områder. De fleste kjenner vel til at en med laser kontinuerlig måler avstanden til månen med stor nøyaktighet. Målenøyaktigheten er av størrelsesorden noen få cm.

Det som karakteriserer laserlyset er at det er monokromatisk med stor intensitet, koherente egenskaper og en sterk retningsbestemthet. Laseren ble tidlig tatt i bruk til å måle konsentrasjoner av forskjellige atmosfæriske komponenter. Alt i 1963 ble en rubin laser brukt til måling av støvlag i store høyder. Målemetoden som benyttes i slike eksperimenter tilsvarer den som brukes i radarteknikken, og en kaller den derfor laser-radar eller lidar. Lidar er en forkortelse for «Laser identification and ranging».

Ved Fysisk institutt ved Universitetet i Bergen drives det lidar eksperimenter ved hjelp av en rubin laser. Dette er en laser som sender ut korte lysglimt, en såkalt pulset laser. Bølgelengden er i det røde området, men en har også utstyr til frekvensdobling slik at en kan operere laseren med blått lys.

En rekke forskjellige metoder er i bruk rundt om i verden for fjernmåling av atmosfæriske komponenter. De viktigste metodene er absorbsjonsmålinger, fluorescensmålinger, Ramanspredning og elastisk spredning mot partikler.

Det en bestemmer ved lidarmålinger, kan være konsentrasjoner av forskjellige gasser, temperaturfordelingen i atmosfæren, tykkelse og høyde av skyer og støvlag.

Vi vil ikke her forsøke å gi en fullstendig oversikt over de felter hvor laseren brukes til atmosfæriske undersøkelser, men holde oss til de områder som gruppen i Bergen er interessert i, nemlig målinger av skyer og aerosoler og Ramanmålinger av atmosfæriske molekyler. Figur 1 viser skjematisk hvordan en kan gjøre lidarmålinger. En laserpuls blir via et speil sendt rett opp i luften, og det reflekterte signal blir oppsamlet i et astronomisk teleskop med en speildiameter på 32 cm.

De reflekterte fotoner blir lagret etter hverandre i tidsrekkefølge som de kommer ned, slik at de fotoner som kommer sist ned, representerer refleksjoner fra de største høydene. Ved ett laserskudd får en således en høydeprofil som viser styrken av de tilbakespredte signal som funksjon av høyden. Ved vårt forsøk er det minste høydeintervall en kan inndele de tilbakespredte fotoner i 150 m eller ett mikrosekund. Det mottakerspeilet vi bruker er et astronomisk speil av Cassegraintypen, som vist på figuren. De sterke signalene fra de første hundre metrene over bakken blir stoppet ved hjelp av en hurtig roterende blender.

To grunnleggende spredningsmekanismer er aktuelle ved lidareksperimenter, nemlig Raman og Mie spredning.

Ramanspredning

Ramanspredning er uelastisk spredning av lys mot molekyler. Når monokromatisk lys av en gitt bølgelengde treffer en gass, væske eller en krystall, vil mesteparten av lyset gå rett gjennom uten noen forandring, bare en uhyre liten del av fotonene vil bli spredt. Ved en analyse av det spredte lyset, vil en finne at det inneholder bølgelengder som er større og mindre enn den opprinnelige bølgelengden. I molekylære systemer vil dette kunne fortelle noe om vibrasjonsbevegelsene og eventuelt om ro-

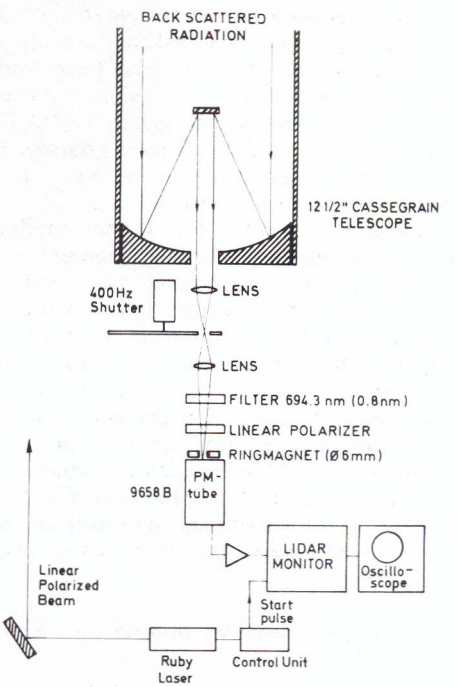


Fig. 1. Laser-radar.

*) Universitetet i Bergen

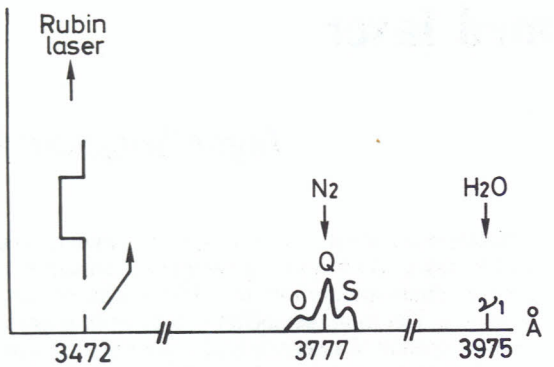


Fig. 2. Posisjonene til Raman linjene for nitrogen og vanndamp.

tasjonsbevegelsene, til et molekyl. Hvert molekyl forskyver den innfallende bølgelengden på en karakteristisk måte, og dermed har en ved hjelp av lidar en mulighet til å bestemme konsentrasjoner av bestemte gasser i atmosfæren. Denne eiendommelige spredningsmekanismen kalles Ramaneffekten, og den har fått en fornyet interesse i de senere år på grunn av laseren. Den del av det spredte lyset som har samme bølgelengde som det innfallende lyset forklares ved hjelp av Rayleigh spredning, og er minst en faktor ti sterkere enn den Ramanspredte lysintensiteten. Figur 2 viser posisjonene til Ramanlinjene ved spredning av laserlys av bølgelengde 3472 Å mot nitrogen og vanndampmolekyler.

Vi ser at Ramanforskyvningen av den innfallende bølgelengden er forholdsvis stor. Ved lidarmålinger velger en ut den ønskete Ramanlinjen ved å plassere et optisk filter i lysveien foran fotodetektoren, som vist på figur 1. Rotasjonsbevegelsene til et molekyl vil også kunne gi opphav til Ramanspredning. På figur 2 er rotasjonsgreinene O og S for nitrogen avmerket på hver side av vibrasjonsgreinen som er merket med Q.

Reaksjonstverrsnittet for Ramanspredning er svært lite, for eksempel for Q-greinen til nitrogen er det differensielle tverrsnittet ikke større enn 3×10^{-26} m²sr. Av den grunn kan det være vanskelig å måle forurensningsgasser som fins i små mengder i atmosfæren med Ramanteknikken, som for eksempel oson, CO og nitrogenoksyder. Disse gassene fins i bystrøk i konsentrasjoner fra 0,01 til 10 ppm., og dette er altfor små konsentrasjoner for Ramanmetoden. Målemetoden har imidlertid vært benyttet til bestemmelse av høydeprofiler for vanndamp, nitrogen og oksygen, og dessuten er det foretatt interessante Ramanmålinger av røykutslipp fra fabrikkpiper.

Temperaturmålinger i atmosfæren med Ramanteknikken

Ramanteknikken gir gode muligheter til å måle temperaturprofiler i luften, og dette er utført av en gruppe i USA. En benytter seg av den Ramanspredningen som skyldes rotasjonsbevegelsene til molekylene. Uten å gå i for mange detaljer, vil vi nevne at ved termisk likevekt i en gass kan intensitetsfordelingen ved rotasjons-Raman skrives

$$I = G \cdot (2J + 1) \cdot \exp\{-(BhcJ\,(J + 1)/kT)\}$$

Her er B rotasjonskonstanten for molekylet; den avhenger av treghetsmomentet, J er rotasjonskvantetallet og G er en størrelse som blant annet inneholder informasjon om kjernespinnet. Videre er h og c henholdsvis Plancks konstant og lyshastigheten. T er den absolutte temperatur ved termisk likevekt.

Figur 3 viser eksempel på slike rotasjons-Ramanspektra. Vi ser at spekteret er avhengig av temperaturen i gassen. Ved å måle på to punkter i spekteret samtidig, kan en finne temperaturen. Dette er da den temperatur vi ønsker å ha tak i, begrepet temperatur er jo definert ut fra en likevektsfordeling i en gass. Det settes store krav til de optiske filtrene da den nærliggende Rayleighlinjen må undertrykkes.

Miespredning

Spredning av lys mot partikler beskrives teoretisk med den såkalte Mieteorien. Både Miespredningen og Rayleighspredningen er en elastisk spredningsprosess, det vil si at bølgelengden til lyset ikke blir forandret ved spredningen. Ved lidarmålinger vil det observerte lyset inneholde både Rayleighspredt og Miespredt lys, da de optiske filtrene vil slippe gjennom begge komponentene.

Mieteorien er forholdsvis kompleks og vi skal ikke gå nærmere inn på denne teorien her, men nevne at parametre som er viktige ved Miespredning er bølgelengden til lyset, polarisasjonen, par-

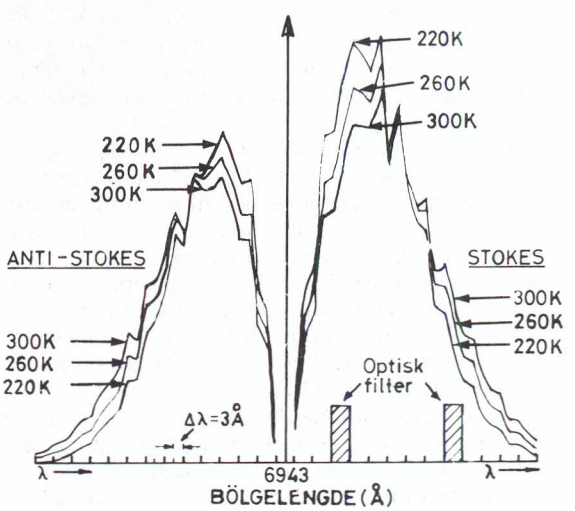


Fig. 3. Rotasjons Ramanspekter for forskjellige temperaturer i atmosfærisk nitrogen med rubin laserlys. (Etter Cohen et al. 1976).

tikkelstørrelsen og observasjonsvinkelen. Ved spredning av lys mot store partikler blir det spredte lyset konsentrert i foroverretningen. At himmelen er blå forklares ved hjelp av Rayleighspredning mot luftmolekyler, men himmelen er grå på grunn av Miespredning mot partikler. Rayleighspredningen er mer avhengig av bølgelengden enn Miespredningen er.

Polarisert lys gir informasjon om skystrukturer

Polariserte lysstråler kan være nyttige ved lidarmålinger av skyer. Ved hjelp av planpolarisert laserlys kan en finne ut om skyen depolariserer lyset og ut fra det kan en finne fordelingen av vanndamp og iskrystaller i skyen.

Tilsvarende polarisasjonsforsøk har vært utført i lang tid med vanlig vær-radar, og fra slike målinger er det velkjent at kuleformete vanndråper ikke depolariserer elektromagnetisk stråling, mens iskrystaller depolariserer strålingen. Ved diskusjon av polarisasjon benyttes ofte det såkalte depolarisasjonsforholdet, $\delta = P_{\parallel} / P_{\perp}$. Her er $P_{\parallel}$ og $P_{\perp}$ intensitetene av det reflekterte signal parallelt og vinkelrett på polarisasjonsplanet til laserlyset. Spredningsteorien for store partikler, som iskrystaller, er fremdeles mangelfull, slik at en må basere seg på laboratorieeksperimenter for å kunne anslå størrelsen på depolarisasjonsforholdet for iskrystaller og aerosoler.

Mieteorien gjelder først og fremst for sfæriske partikler. Ved lysspredning mot iskrystaller er en passe verdi for depolarisasjonsforholdet 0,5 og for vanndråper tilnærmet null. En kan jo undre seg over hvordan det henger sammen at spredning av lys fra kuleformete vanndråper fører til ingen forandring av polarisasjonen, mens det ved spredning fra usymmetriske partikler skjer en depolarisering av lyset. Dette kan forklares med geometrisk optikk. Ved store partikler tenker en seg at lyset blir reflektert inne i partiklen flere ganger, og det fører til at den elektriske vektoren blir dreiet og følgelig blir lyset depolarisert. Ved sfæriske dråper vil strålene gå rundt dråpen på overflaten, og dette fører ikke til en depolarisasjon. De strålene som spredes inne i disse dråpene bidrar svært lite til den totale tilbakespredte intensiteten.

Lasermålinger av aerosoler og skyer

I den senere tid er det foretatt en rekke lidarmålinger av partikler i atmosfæren og av skyformasjoner. For eksempel kan det nevnes at etter et større vulkansk utbrudd i Guatemala i 1974 ble det med lidar påvist støvlag i en høyde av 15-20 km som en mener skyldes dette utbruddet. Aerosolkonsentrasjonen i stratosfæren regnes å ha betydning for strålebalansen til jorda. Den midlere globale temperatur avhenger av strålebalansen og følgelig vil klimatiske forandringer skje når denne balansen forrykkes.

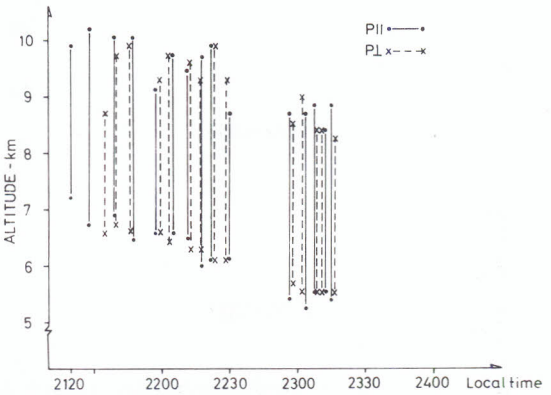


Fig. 4. Vertikalprofiler av cirrusskyer. De to polarisasjonsretningene er tegnet inn.

Det er antatt at kortperiodiske klimasvingninger kan ha sin årsak i variasjoner av den vulkanske aktiviteten. Den lille istid, som er en vanlig betegnelse på perioden mellom 1550 til 1700, skyldes sannsynligvis kraftige vulkanske utbrudd.

I omlag 20 kms høyde er det også påvist tynne lag av sulfatholdige partikler med lidar. Det er hygroskopiske partikler som har innflytelse på skydannelser.

Av de forskjellige typer av skyer som er aktuelle for lidarstudier, er cirrusskyene kanskje de mest interessante. Disse skyene inneholder konsentrasjoner av iskrystaller og finnes i 6-10 kms høyde. Cirrusskyene kan ofte være flortynne slik at stjernehimmelen tydelig kan ses gjennom dem. Figur 4 viser vertikalprofiler fra cirrusskyer registrert med lidar i Bergen. Begge polarisasjonsretningene er tegnet inn. Vi ser av denne figuren at laserlyset blir sterkt depolarisert, noe som viser at skyen inneholder en god del iskrystaller. Hver vertikal strek på figuren svarer til ett laserskudd. Tykkelsen på skyen blir etter figuren vel 3 km.

En antar at cirrusskyene spiller en rolle i jordas varmebalanse. Derfor er det av stor interesse å kjenne til om cirrusdekket øker, for eksempel på grunn av flytrafikken og annen aktivitet. Det er tegn som tyder på at cirrusdekket øker for tiden. Videre spiller cirrusskyene en rolle ved dannelsen av nedbør fra de underliggende skyer, da iskrystallene fra cirrusskyene faller ned og påvirker dråpedannelsen.

Våre kunnskaper om cirrusskyene er mangelfulle selv om en er sikker på at de spiller en stor rolle i atmosfæriske prosesser. En har ikke klart for seg hvilke faktorer som påvirker dannelsen av en cirrussky og en kjenner ikke de optiske egenskapene nok til å kunne forutsi om en økning av cirrusdekket vil føre til en oppvarming eller avkjøling av jorda.

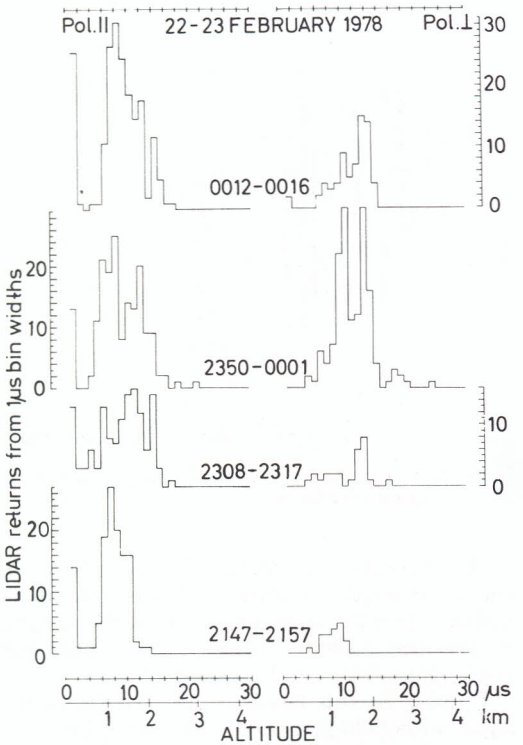


Fig. 5. Lidarmålinger med to polarisasjonsretninger. Klokkeslettet er angitt mellom kurvene.

Figur 5 viser histogram for målinger av laserspredt lys fra andre skytyper. Disse målingene er også foretatt i Bergen, og viser reflekterte lasersignaler fra skyer under en høyde av 3 km. Den komponent som er vinkelrett på det planpolariserte laserlyset, histogrammene til høyre i figuren, er i begynnelsen av observasjonene svak. Det betyr at skyene inneholder lite iskrystaller. Senere på kvelden viser den økete styrken på den vertikale komponenten at skyer med forholdsvis høy konsentrasjon av iskrystaller har kommet til syne. Ved en nøye analyse av dataene kan en finne ut hvordan fordelingen av vann og is er i skyen. Ved vårt utstyr er 150 m det minste høydeintervall en kan se på i en sky.

Det kan nevnes at multippel spredning av fotonene også bidrar til depolarisering av de innfallende strålene, men bare en liten del av de fotoner som er blitt spredt mer enn én gang, blir fanget opp av mottakerspeilet. Spredningen fra store partikler er som før nevnt kosentrert i foroverretningen; det vil si at lys som treffer en luftpartikkel også vil bevege seg i foroverretningen etter første kollisjon. Den del av de multippel spredte fotoner som likevel blir tilbakespredt, kan imidlertid effektivt elimineres ved å innsnevre synsfeltet til teleskopet.

Sluttbemerkning

Studiet av atmosfæren med laser er blitt et omfattende og blomstrende forskningsfelt. Til tross for at den atmosfæriske forskningen har lange tradisjoner, kan en bli forbauset over hvor mangelfulle våre kunnskaper ennå er på dette området. Fjernmåling av atmosfæren med laser har mange fordeler fremfor kjemiske metoder og prøvetaking med en påfølgende laboratorieanalyse. Laserteknikken er raskere og påvirker ikke det miljøet som blir undersøkt. Lidarutstyr er portabelt, slik at store geografiske områder kan undersøkes.

Satellitter har lenge vært benyttet som plattform for lidareksperimenter, ved blant annet måling av skyformasjoner. Av fremtidige lidareksperimenter kan nevnes måling av gravitasjons-anomalier, topografiske målinger av havoverflaten med stor nøyaktighet, og måling av vertikalprofilen av magnesium-ioner opp til 500 km. Klimaforskning med laser-radar ventes å stå sentralt også i fremtiden. Lidareksperimenter er også aktuelle ved studiet av andre planeters atmosfære og overflate.

Litteratur

A. Cohen, J. A. Cooney and K. N. Geller. Atmospheric temperature profiles from lidar measurements of rotational Raman and elastic scattering. Appl.Opt.Vol. *15*, 2896, 1976.

A. D. Hinkley ed. Laser Monitoring of the atmosphere. Topicks in Applied Physics. Vol. *14*, Springer-Verlag, 1976.

C.M.R. Platt. Lidar Observation of a Mixed-Phase Altostratus Cloud.
J. Appl.Met. Vol. *16*, 339, 1977.

Bøker

Hellwege, K.-H.: Einführung in die Festkörper-Physik, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1976. 640 sider. Innbundet DM 68.

Boken er en del av en serie innføringsbøker til forskjellige deler av fysikken. I serien Heidelberger Taschenbücher har samme forfatter tidligere utgitt to bøker om faststoffysikk (Einführung in die Festkörperphysik I und II, Springer 1968 og 1970). Opprinnelig var det planlagt et tredje bind i denne serie, men den foreliggende bok omfatter de to tidligere i noe omarbeidet form foruten nytt stoff. Boken utgjør derfor en sammenhengende innføring i faststoffysikk.

Boken er delvis bygget over forfatterens forelesninger ved den tekniske høyskolen i Darmstadt, men er mer omfattende slik at den også kan brukes til selvstudium. Den omfatter standard-temaene i alle lærebøker i faststoffysikk f.eks. krystallstrukturer, -feil, -bindinger, gittersvingninger og magnetisme, ledningselektroner, halvledere og supraledning. Utvalg og vektlegging på de forskjellige felter synes imidlertid mer preget av forfatterens

fortsettes side 21

Moderne alkymi ved Kjellerreaktoren

Reaktoren på Kjeller (JEEP II) ble bygd for å lage radioaktive isotoper og for å produsere neutroner for neutronspredningseksperimenter på faste stoff og væsker. De siste åra har likevel reaktoren mer og mer blitt trukket inn i moderne aklymivirksomhet ved at en lager et nytt ikkeradioaktivt element ved neutronbombardement av et annet ikkeradioaktivt element.

Innen halvlederteknikken har bruken av silicium som basiselement grepet mer og mer om seg. Ved å sette sammen en krystall av ultrarent silicium med en siliciumkrystall med en kontrollert mengde spesielle forurensinger, kan en lage dioder og thyristorer som kan tåle store effekter. En vanlig forurensing er elementet fosfor, som er naboelementet i det periodiske system. Naturlig silicium inneholder tre isotoper Si^{28}, Si^{29} og Si^{30}. Det er den siste isotopen som er interessant. Ved neutronbestråling skjer nemlig følgende

$$n + Si^{30} \Rightarrow {}^{*}Si^{31}_{2.6t} \Rightarrow P^{31} + \beta^{-} + \gamma$$

Den nye isotopen Si^{31} er altså radioaktiv og med en halveringstid på 2,62 timer går den over til en stabil fosforisotop ved utsendelse av β-stråling og et γ-kvant. Ved å vente ca. 10—20 halveringstider vil den bestrålte siliciumkrystallen ikke være radioaktiv men vil ha en jamn fordeling av fosforatomer. slik «doping» av halvledermateriale skjer vanligvis ved diffusjon, men en har der vansker med å få jamn fordeling og reproduserbare konsentrasjoner av dopingelementene.

Reaktoren på Kjeller har vist seg å passe ypperlig til slik bruk fordi reaktorens kjerne har forholdsvis stor diameter (tungtvannsreaktor) slik at neutronfluksgradienten er liten og en kan få plass til store krystaller. En-krystallene kommer som lange staver med diameter 7,5 cm og lengder opp til 50 cm. Etter bestrålingen «kjøles» krystallene ned noen dager før de sendes til fabrikkene der de skjæres opp i skiver for bruk til ulike formål. Dopingkonsentrasjonen kan varieres ved å varierer neutrondosen. Det vanlige er at silicium etter bestråling har en resistans på 20 til 200 Ω/cm.

Framstillingsmåten er blitt svært populær og flere utenlanske firmaer har benyttet Kjellerreaktoren til sin produksjon av halvledere. For IFA har derfor metoden fått en viss økonomisk betydning. Dette kommer vel med i disse ulvetider da kjernekraft ikke står særlig høyt i kurs. For oss neutronfysikere har Si-bestrålingen likevel fått den virkning at reaktoren går opp og ned i effekt som en Jo-Jo og spredningseksperimenter tar lengre tid. Studiet av tidsavhengige fenomener blir også vanskeliggjort fordi en får store «hull» i måleseriene. Vi håper derfor at en finner fram til bestrålingsformer der en ikke behøver å stenge av reaktoren når de ferdige krystaller skal tas ut og nye settes inn.

I framtida vil kanskje slike neutrondopede siliciummaterialer bli brukt i stor utstrekning i solceller for å lage elektrisk strøm ved solenergi.

Olav Steinsvoll

Bøker (fortsatt fra s. 20)

smak enn vanlig i andre lærebøker. F.eks. benyttes mer plass på ioner i krystallfelter enn på halveledere. I det hele er boken preget av spektroskopiske metoder.

Som det store sidetallet forteller, er dette en innholdsrik bok. Boken går lenger enn til å presentere hovedtrekkene i teorien for faste stoffer og skisserer det prinsipielle i eksperimentelle metoder. Ofte gjengis eksperimentelle resultater fra originalarbeider, og dette gjelder også målinger av mindre prinsipiell viktighet. Denne trang til detaljrikdom som tildels også preger teoretiske utledninger, reduserer bokens pedagogiske verdi for nybegynnere, men kan på den annen side være nyttig som oppslagsverk.

Generelt må boken sies å være av ujevn kvalitet, - detaljert, men også overflatisk, - innholdsrik, men uoversiktlig.

Tore Olsen

Steven Weinberg: «The first three minutes — a modern view of the origin of the universe». André Deutsch Ltd, London, 1977. N.kr. 63,-.

Av og til kommer man over en bok som man virkelig blir «tent» av. Weinbergs populær-fremstilling av universets historie fra «det store smellet» og fram til idag, virket slik på meg — og burde vekke den samme entusiasme hos mange andre fysikere.

Steven Weinberg er velkjent for sin forskning innen elementærpartikkelfysikk og kosmologi. I forordet sier han at det var med en viss motvilje han tok på seg arbeidet med å utvide et foredrag på Harvard 1973 — han følte trangen til straks å vende tilbake til sitt naturlige habitant — The Physical Review. Lysten vant heldigvis over motviljen.

Var det noen som trodde at våre kunnskaper om universets opprinnelse var en sørgelig smørje av rare spekulasjoner og teorier i fleng, med knivskarp konkurranse mellom «steady state» og «big bang»? Da har man ikke fulgt med i hva som har skjedd siden 1965!

Weinberg forteller at det i det siste tiåret har utfelt seg en detaljert forståelse av de tidlige stadier i den eksplosive ekspansjon som Universet stadig er inne i. Teorien er i dag temmelig alment akseptert som «standard-modellen». Den beskriver hva som har skjedd fra og med det første 1/100 sekund etter at det smalt og frem til nå — 10—15 milliarder år senere. Noen poenger her:

— hva som skjedde *før* det første hundredels sekundet av eksplosjonen er spekulativt. Men det som skjer etterpå, er lite avhengig av den forhistorien — også av spørsmålet om det var noe «før» t = 0.
— etter ca. 1/100 sekund, er universet fylt av fotoner, elektroner og positroner, og nøytrioner og antinøytrioner. Alt er i termisk likevekt: Universet er homogent og enkelt. Det som skjer videre lar seg beskrive av vanlig, likevekts termodynamikk!
— ca. 1 sekund senere har universet ekspandert så mye at det blir gjennomsiktig for nøytrioner. Teorien forutsier at vi skal finne en termisk bakgrunn av nøytrioner med effektiv temperatur på ca. 2K!
— etter ca. 14 sekunder rekombinerer elektronene og positro-

nene. Tilbake er stort sett bare stråling — pluss en liten «forurensning» av materie. Det er 10^{10} fotoner per kjernepartikkel.
— etter drøyt 3 minutter kan helium dannes: prosessen går raskt inntil alle frie nøytroner er brukt opp. I motsetning til syntese av tyngre grunnstoffer, som skjer millioner og milliarder år senere i de første stjernene, skjer altså syntesen av helium i selve begynnelsen, mens universet fremdeles er homogent.
— etter 700 000 år er det kaldt nok til at elektronene bindes i atomer — dermed «dekoples» hele foton-skyen fra resten av materien i universet, ved en temperatur på ca. 3000K. Omtrent samtidig begynner «klumpingen» av universet i galakser og stjerner.

Standard-modellen kan forklare noen viktige observasjonsdata:

— rødskiftet fra galakser som er langt borte
— forholdet mellom hydrogen og helium (20—30% He)
— den isotrope bakgrunnen av mikrobølgestråling, først oppdaget i 1965.

Det var oppdagelsen av mikrobølge-bakgrunnsstrålingen, med temperatur på 3K, som drepte de gamle steady-state teoriene, og ga støtet til «standard-modellen». Disse langbølgete fotonene er rett og slett gamle og utslitte veterander fra det store smellet — siden de dekoplet fra materien ved 3000K, har hele Planck-fordelingen blitt rødskiftet ned til 3K, samtidig som universet er blitt 1000 ganger større! En rask regning gir 10^{10} fotoner per kjernepartikkel, nå som tidligere. Dette tallet inngår som en vesentlig ingrediens i standardmodellen.

Boka sier også litt om hva som kan skje heretter — og hva som kan ha skjedd «før begynnelsen». Men jeg har alt skrevet for mye — og kan bare anbefale en liten perle innen populærvitenskapen.

Hugo Parr

H. I. van de Vooren og P. J. Zandbergen (ed.). Proceeding of the Fifth International Conference on Numerical Methods in Fluid Dynamics. Lecture notes in Physics nr. 59. Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg, New York 1976, 460 sider, Heftet. DM 37,-.

Boken inneholder ca. 60 foredrag og rapporter som ble fremlagt på «the Fifth International Conference on Numerical Methods in Fluid Dynamics» ved Twente University, Nederland, i juni 1976. De fleste artiklene omhandler strøm omkring flyvinger og sylindre og strøm over plane flater hvor man skal beregne virkningen mellom grenselaget hvor det er sterk friksjon og det ytre området hvor friksjonen er liten. Er føringshastigheten superkritisk, får man dessuten sjokkbølger, hvor bølgefronten opptrer som en diskontinuitet. Å løse slike problemer helt eksakt er ikke mulig, men man har etterhvert utviklet numeriske metoder hvor approksimasjonene til løsningene er mer eller mindre gode. En del artikler beskriver også strøm som ved et gitt Reynolds-tall går over fra å være lineær parallellstrøm til full turbulent strøm. De metodene som stort sett brukes i de numeriske løsningene er «finite» element eller volum element metoder ved siden av vanlige endelige differanse metoder. En del artikler beskriver også bruk av Rietz-Galerkins metode, hvor som oftest polynomer blir brukt som lokal base. En slik metode kan gjøre at beregningene går raskere, men nøyaktigheten i løsningen er avhengig av antall ledd man må bruke i polynomene. Må man benytte mange ledd, vil regnetiden øke, og metoden er ikke særlig raskere enn andre metoder.

Artikler som blir presentert på en slik konferanse har som regel en alt for knapp form, men problemet og løsningsmetoden er presentert. Er man mer interessert, kan man gå til den spesielle faglitteratur hvor hele metoden og løsningen er beskrevet i større detalj.

A. Grammeltvedt

Michael H. Mladeck: Røntgenkrystallografi, Universitetsforlaget 1976. 165 sider, kr. 48,-.

Det er karakteristisk for krystallografi at det er et emne som hører hjemme i en rekke fagområder. Enten man beskjeftiger seg med fast-stoff fysikk, organisk eller uorganisk kjemi, med metallurgi eller geologi vil kjennskap til krystallografiske forhold og krystallografiske metoder spille en vesentlig rolle. Det er etterhvert skrevet et stort antall lærebøker i krystallografi, og alt etter det emnet forfatteren er særlig interessert i, vil framstillingen variere sterkt. Dette preger da også Mladecks velskrevne og oversiktlige bok om røntgenkrystallografi. Det er skrevet for mineraloger, og er beregnet brukt i forbindelse med et kurs i røntgenkrystallografi som holdes ved Institutt for Geologi ved Universitetet i Oslo. For dem som ønsker å ta eksamen i faget er stoffet inndelt i viktig stoff, mindre viktig stoff og rent oppslagsstoff. Hva det er rimelig å ta med under disse forskjellige grupper må sees i relasjon til kursets målsetting, som i forordet ganske beskjedent er formulert som å sette mineraloger istand til å lese krystallografisk litteratur med utbytte.

På bakgrunn av denne beskjedne målsetning må man si at det er en imponerende mengde stoff som er kommet med på de 165 små sider boken består av. Med en slik stoffemengde har det selvfølgelig vært umulig å gå detaljert til verks uten på visse sentrale områder. Det har vært nødvendig å gi en tildels ganske skjematisk og kortfattet innføring av en rekke viktige begreper. Som en innføring i emnet vil boken derfor neppe egne seg for selvstudium. Det er da også tydelig sagt i forordet at den er ment brukt i forbindelse med forelesninger og øvelsesoppgaver. For god forståelse av en krystallografisk tekst er det særlig viktig med klare ilustrasjoner som kan gi en god romfølelse. Her finnes det vesentlige mangler som nok tildels må tilskrives formatet og reproduksjonsteknikken. Også på dette punkt er det derfor ønskelig med demonstrasjoner og romlige modeller.

Såvidt anmelderen kjenner til er dette den eneste lærebok i røntgenkrystallografi som hittil er kommet ut på norsk, og det er et meget fortjenestefullt arbeid forfatteren har tatt på seg ved å utarbeide en så omfattende oversikt over dette kompliserte emnet. Boken utgjør forøvrig bare del 1 av Mladecks samlede framstilling av emnet. Del 2 er utgitt som en egen bok under navnet: Mineralidentifikasjon ved røntgenmetoder.

A. F. Andresen

J. Ehlers, K. Hepp, H. A. Weidenmüller and J. Zittartz (ed): Nuclear Optical Model Potential. Lecture Notes in Physics. Vol. 55. Springer-Verlag, Berlin 1976, 221 sider. DM 24.80.

Boken inneholder de foredrag som ble holdt på et symposium i Pavia i april, 1976. Den innledes med en oversikt (G. Passatore) over de metoder som har vært anvedt for å utlede optiske potensialer for spredningsprosesser på teoretisk grunnlag, og avsluttes med en kritisk gjennomgåelse (J. P. Jeukenne, A. Lejeune, C. Mahaux) av en del slike beregninger fra de senere år. I de mellomliggende artiklene behandles en del aspekter av det optiske kjernepotensialet i detalj. Det optiske potensialet er i prinsippet ikke-lokalt, og i en av artiklene (F. Capuzzi) tar en for seg problemet med å erstatte dette ikke-lokale potensialet med et ekvivalent lokalt potensial. Dette er fulgt opp i en annen artikkel (M. M. Giannini, G. Ricco), hvor et ikke-lokalt optisk potensial er utledet på grunnlag av spredningsamplituden for nukleon-nukleonspredning ved hjelp av Watsons teori for multippelspredning. Blant de andre artiklene i boken skal nevnes en (G. Passatore) som behandler energiavhengigheten av den optiske potensial ved en analyse basert på dispersjonsrelasjoner.

En får inntrykk av at det nå er oppnådd et godt teoretisk grunnlag for forståelsen av de fenomenologiske optiske potensialer som har vært benyttet i kjernefysikken. Og ikke mindre viktig, det synes å være en nær sammenheng mellom de tilsynelatende vidt forskjellige metoder som har vært anvendt til beregning av slike optiske potensialer.

A. Reitan

Daniel D. Joseph. Stability of Fluid Motions II. Springer Tracts in Natural Philosophy, vol. 28, 1976. 274 sider, 39 figurer.

Dette er andre del av et tobindsverk om stabilitet i væsker, begge utarbeidet av Joseph etter oppfordring fra Clifford Truesdell. Første bind av verket ble utgitt som Springer Tracts vol. 27. Mens første bind ga den alminnelige teori for stabilitet og bifurkasjon, konsentrerer det foreliggende bind seg om spesielle emner. På grunnlag av Oberbeck-Boussinesq-likningene diskuteres stabilitet i væsker hvor bevegelse induseres av temperaturforskjeller og forskjeller i kjemisk sammensetning. Også hydromagnetiske væsker blir kort behandlet. Hele 3 kapitler er viet studiet av konveksjonsproblemer i porøse materialer, med vekt på Josephs egne forskningsresultater på området. Stabilitetseffekter i viskoelastiske væsker behandles også utførlig og illustreres med fotografier av eksperimenter.

Ifølge forordet skal relativt beskjedne matematiske forkunnskaper være tilstrekkelig for å kunne tilegne seg boken. Videre er det meningen at bind 2 skal kunne leses uavhengig av bind 1. Imidlertid er iallefall bind 2 etter mitt skjønn ingen velegnet introduksjon til emnet for fysikere. Den matematiske stilen er temmelig formell, typisk preget av Truesdellskolen, og jeg tror at de fleste fysikere vil finne f.eks. Chandrasekhars klassiske Hydrodynamic and Hydromagnetic Stability fra 1961 adskillig mer tilgjengelig som introduksjon. En ulempe med Josephs bok er også den store symbolfloraen, en symbolliste hadde vært på sin på sin plass. Likevel, for den som allerede kjenner stabilitetsteorien for væsker, vil nok denne boken - såvel som bind 1 - være en verdifull tilvekst til faglitteraturen, fordi verket gir en samlet framstilling av den nyere utvikling. Et pluss er også de mange øvingsoppgavene som illustrerer hovedteksten. Utstyret er utmerket.

Iver Brevik

A. Rosenfeld (ed.): Digital Picture Analysis. (Topics in Applied Physics, Vol. 11). Springer, New York 1975. 114 figurer, 343 sider. 72,- DM.

Dette er en samling av 5 uavhengige oversiktsartikler under fellesemnet analyse av bilder ved hjelp av regnemaskiner. Innenfor en rekke fagområder der en bruker fotografering eller lignende registreringsmetoder for innsamling av informasjon og data, har det vist seg at rutinemessige analyser av billedmateriale krever en stadig økende innsats av personale og penger. Det er derfor naturlig at en forsøker å overlate en del av det mest tidkrevende arbeidet til regnemaskiner og annet automatisk utstyr.

Fagområdet billedanalyse, som opprinnelig var ren optikk, er etterhvert blitt fullstendig regnemaskindominert. Det omfatter et bredt spektrum av spesialanvendelser, hver med sin egen teknikk. En kan ikke si at den foreliggende boka dekker alt som er av interesse, men det er valgt ut 5 representative anvendelser som tilsammen gir en bra oversikt over metoder og teknikker. Disse emnene er: Automatisk behandling av vanlige fotografier og radarbilder (fly- og satelittopptak for kartlegging av avlinger og ressurser), analyse av radiografiske bilder (røntgenbilder for diagonstisering av enkelte sykdomstilstander), billedbehandling i høyenergifysikken (identifisering av partikkelspor i boblekammeropptak), analyse av mikrofotografier i cytologi (cellestudier i biologisk og medisinsk forskning) og endelig automatisk lesing av tekst (identifisering av såvel trykte som håndskrevne tegn).

Selv om språket enkelte steder kan virke unødig tungt, er boka under ett ut fra et matematisk/optisk synspunkt relativt lettlest. Mange vil imidlertid finne den utstakte bruken av medisinske ord og uttrykk i to av kapitlene noe vanskelig. Undertegnedes hovedinnvending er mangelen på et skikkelig innledningskapittel som kunne gi en generell innføring i stoffet foran spesialartiklene, som til gjengjeld kunne gått mindre i dybden og detaljer. Det tre siders innledningskapittelet, som vesentlig består av henvisninger, gir ikke noen slik innføring, og boka er dermed mindre egnet som innføring i fagområdet. De enkelte kapitlene virker imidlertid solid utformet, og har rikelig med referanser.

Bjørn Brekke

Roald Nydal og John I. Solvik: Fysikkoppgaver. Universitetsforlaget. Pris: kr. 24,-

Heftet inneholder i alt ca. 260 nummererte fysikkoppgaver samt en rekke gjennomførte regneeksempler, alt fordelt på 77 sider. Oppgavene knytter seg til fag-områdene Mekanikk, Varmelære og Elektroteknikk.

I forordet uttaler forfatterne:

«Innføring av Si-systemet i den videregående skole har for yrkesfaglig studieretning vært hemmet av mangel på passende undervisningsmateriell.

Oppgavene i denne samlingen gir et tverrsnitt av fagrettede oppgaver, og eksempelløsningene en metodisk innføring i bruk av SI-systemets symboler og enheter».

Oppgavesamling er redaksjonelt sterkt oppstykket, idet boken omfatter i alt 49 kapitler, hvorav 44 går på enkeltbegrep som kraft, effekt, enarmet vektstang, toarmet vektstang, skråplan, reimoverføring, smelting, størkning, Ohms lov o.s.v. Denne sterke oppstykkingen medfører at enkeltoppgavene blir av typen:

«40.3. En kokeplate på 220 V trekker en strøm på 5 A. Hvor stor er resistansen i platen?»

«40.8. En billampe har en resistans på 4 ohm og trekker 3 A. Hvor stor spenning er den beregnet for?»

Oppgavesamling blir derfor etter min vurdering bare en inndrilling i bruk av de formler som står innrammet under hvert kapittel, og gir små muligheter for kombinasjon og forståelse av de fysiske begrepene som blir gjort til tallmessig behandling. Oppgavevalget er dessuten så enkelt, at en lærer med innsikt i faget vil kunne lage slike eksempler på stående fot uten bruk av oppgavesamling.

Asbjørn Solheim

John A Duffie and William A. Beckman: Solar Energy Thermal Processes. John Wiley & Sons Ltd., 1975. 386 sider, £ 8.90.

Energikrisen har gitt et oppsving i interessen for utnyttelse av solstrålingen. I klart vær en innfallende effekt normalt på stråleretningen ca. 1 kW pr. m^2 ved jordoverflaten og det er jo fristende å forsøke å utnytte denne energikilden direkte.

Boken behandler spesielt termiske prosesser hvor solstrålingen blir absorbert i en overflate og omgjort til varme. Denne varmen kan så utnyttes videre, f.eks. til oppvarming av bygninger, vann eller til drift av en kjølemaskin (via absorpsjonsprinsippet). Overføring av solenergi til mekanisk eller elektrisk energi er ikke diskutert i noen detalj i boken.

Forfatterne har begge ingeniørbakgrunn, og dette preger boken. Fremstillingen er rettet mot praktiske anvendelser, mens de generelle prinsipper (som vi fysikere vanligvis er opptatt av) er ofret liten eller ingen oppmerksomhet.

Boken kan derfor først og fremst anbefales for de som er interessert i de ingeniørmessige aspekter ved utnyttelsen av solvarme, på dette felt inneholder boken også meget omfattende litteraturhenvisninger. Fysikere, som ønsker en mer prinsipiell innføring i de forskjellige mulighetene for bruk av solenergien, vil sannsynligvis være bedre tjent med andre bøker på markedet.

Jørgen Løvseth

Eberhart Jensen og Oddbjørg Engvold: Solen - en innføring i moderne solfysikk. Universitetsforlaget Oslo, Bergen, Tromsø, Trondheim. August 1977 82-00-02426-1 266 sider kr. 89,50.

Arbeidet med å fravriste solen dens hemmeligheter for foregått med økende intensitet side Kopernikus endelig plasserte den i

sentrum av solsystemet og de første solflekker ble observert på Galileis tid. Inntil for nylig har dette arbeidet vært hindret av vår egen atmosfæres forstyrrende innvirkning på observasjonene. Introduksjonen av satelitter og særlig bemannede romstasjoner som for eksempel Skylab har imidlertid gitt helt nye muligheter når det gjelder skarpe biler av detaljerte og innviklede prosesser på solens overflate og atmosfære. Slike observasjoner forventes å bli av vesentlig betydning i arbeidet med å frambringe en enhetlig teori for solen og dens innvirkning på jordiske forhold som klima, vær, geomagnetiske forstyrrelser og så videre.

Jensen og Engvolds Solen — en introduksjon til moderne og solfysikk kommer derfor på et tidspunkt da vår viten og solen nettopp har øket betydelig. Boken svarer i høy grad til sin undertittel. Forfatterne har lyktes i å presentere et stort og omfattende kunnskapsmateriale — inkluderte den siste tids landevinninger på en oversiktlig og grei måte som en balansert blanding av eksperimentelle viten og enkle fysiske argumenter og modeller. Kompliserte meatematiske utledninger og formler er uungått.

Boken presenterer et imponerende figur og foto materiale. For deler av dette kunne en kanskje ønske en noe mere fyldig beskrivelse. Et annet spørsmål som kunne reises er om ikke også astrofysisk litteratur med tiden burde forlate cgs- og elektrostatiske enheter til fordel for SI-enheter.

Boken er skrevet som en lærebok for astrofysikk studenter for kurset Solfysikk ved Universitetet i Oslo. Med sin systematiske og lettfattelige oversikt over vår nåværende viten om solen kan den imidlertid anbefales også for lesere med interesse innen geofysikk og plasmafysikk. Boken representerer et velkomment nytt tilskudd til en økende samling av norske faglitteratur også innen realfagene.

Jan Trulsen

Andres Bjørnhaug: Fysikk/kjemi for ungdomstrinnet. Bind I, II, III, 260 sider. Arbeidshefte I, II, III. Dreyers forlag, 1976.

Verkets omfang i tre bind sammen med tre arbeidshefter bærer bud om at her kan nok den energiske elev lære en god del fysikk og kjemi. Ifølge forfatterens forord skal ikke alt leses, og en del stoff faller også utenfor mønsterplanens ramme. Man får håpe at den dyktige lærer i sin daglige arbeidssituasjon i ungdomsskolen klarer å presentere et utvalg av stoff som gir en samlet fremstilling av fysikk og kjemi. Bøkene bygger på tidligere utgaver av forfatterens fysikkbøker, som nå også har fått et tillegg av kjemi. De bærer tydelig preg av dette. Det er vel nettopp integreringen av fysikk og kjemi i ett verk som gir lærebokforfattere mest hodebry.

Forfatterne gjør tapre og til dels meget gode forsøk på å assosiere de fysisk/kjemiske lover og prinsipper med elevenes erfaringsområde og det daglige liv. Det kan her nevnes eksempler som gjødsel - uorganisk kjemi; olje,ernæring - organisk kjemi; oversikter over forurensingskilder og energikilder m.m.

Bøkene er delt opp i kapitler eller enmegrupper. Strukturéringen av stoffet er ikke alltid like vellykket. Under hovedkapitlet ARBEID finner vi følgende delemner annonsert med store bokstaver: FART - EFFEKT - ENERGI - SKRÅPLAN - BLOKKEN. En elev vil vel her kunne oppfatte den praktiske anvendelsen «Skråplanet» som like fundamental som bevegelses- og potensiell energi, omtalt under «Energi». Forfatteren burde her markert tydeligere hva som er fundamentale fysiske prinsipper og lover, og hva som er praktiske anvendelser. Utvalget av disse anvendelsene er for øvrig godt. Bøkene inneholder en del regneeksempler og matematiske formuleringer som etter min mening godt kan ha ha sin plass i et læreverk på ungdomstrinnet. Men på dette felt vil nok en del pedagogiske eksperter løfte en advarende pekefinger.

Sammendrag av tekst og øvelsesoppgaver etter hvert emne faller også i min smak. Den tekniske standard på bøkene er god, med en mengde fine figurer og bilder. Arbeidsbøkene er innholdsrike, med øvelsesoppgaver og forslag til eksperimenter. Andres Bjørnhaugs bøker er i det hele tatt meget innholdsrike.. Kanskje for innholdsrike ?

Alf Halsteinslid

B. J. Bleaney and B. Bleaney: Electiricity and Magnetism, Third Edition. Oxford University Press 1976. Pris Uinnbundet £ 9.95, innbundet £ 17.50.

Boken er på ialt 762 sider, hvorav ca. 20 sider Appendix and Index.

Som nevnt er dette tredje utgaven av et læreverk i elektrisitet og magnetisme. Første utgave kom i 1957 og andre utgave i 1965. Anmelderens tidligere kjennskap til læreverket har i første rekke sitt utspring i førsteutgaven, idet denne ble benyttet av undertegnede som basisbok for et forelesningsopplegg i elektrisitet og magnetisme i 1958—59. De ni første kapitlene i tredje utgave omhandler klassisk elektromagnetisme som elektrostatikk, likestrøm, magnetostatikk, elektromagnetisk induksjon, oversikt over ulike typer av magnetisme, vekselstrømslære, elektromagnetiske bølger og filterteori. Disse kapitlene er i store trekk de samme som de elleve første kapitlene i 1957-utgaven. Imidlertid, en forskjell som jeg har merket meg er at mens 57-utgaven definerte magnetisk dipolmoment ved $d\underline{m} = \mu_0 Id\underline{S}$, så har 76-utgaven definisjonen $d\underline{m} = Id\underline{S}$. Dette fører i sin tur til at bl.a. dreiemomentet $\underline{T}$ har endret seg fra $\underline{T} = \underline{m} \times \underline{H}$ til $\underline{T} = \underline{m} \times \underline{B}$.

Resten av læreverket, kapitlene 10—24, har derimot gjennomgått tildels store innholdsmessige endringer, idet nesten alt om vakuumrør (naturlig nok) er gått ut og erstattet med supraleder- og transistorteori. Men den atomistiske modell for dia-, para-, ferro- og ferrimagnetisme er i store trekk overført fra 57-utgaven. Det samme kan forøvrig sies om kapitlene som omhandler vekselstrømsmålinger, fluktuasjoner og magnetisk resonans. Bak hvert kapittel følger et avsnitt med referanser og med et fåtall øvingsoppgaver. Læreverket bygger i sin helhet på SI-systemet, men har i Appendix D tabeller for omregning til cgs-systemet. Appendix A omfatter en innføring i vektorregning, der f.eks. div., curl og Stokes sats er behandlet.

Lærerverket inneholder mange og gode beskrivende kommentarer, og egner seg derfor godt som lærebok på universitetsnivå. Jeg husker imidlertid fra mitt første møte med boken at jeg av og til hadde vansker med visse matematiske overganger, men dette kan naturligvis like godt skyldes undertegnede og ikke matematiske uklarheter i læreverket. En innvending som etter min vurdering er relevant er at boken dekker et altfor stor fagfelt sett i relasjon til dagens norske emneinndeling i universitetsstudiene. Det er riktig nok interessant å følge linjene fra elektrostatikk og langt inn i faste stoffers fysikk, men meg bekjendt er det ingen universitetsemner som tar hele dette område i ett og samme jafs. En student i elektrisitet og magnetisme vil derfor lett oppfatte dette læreverket som unødig voluminøst for sitt formål, selv om boken i seg selv er et meget godt læreverk i det angjeldende emnet.

Asbjørn Solheim

DEN NEDERLANDSK-NORSKE REAKTORSKOLEN

Institutt for Atomenergi, Kjeller

Kurs våren 1979

Isotopanvendelser

11/6-15/6	Kurs i målemetoder for radioaktivitet

Databehandling

26/3-30/3	PASCAL
23/4-26/4	Bruk av NORD-10
7/5-11/5	Videregående programmeringsmetodikk i FORTRAN
28/5-29/5	INTERCOM
30/5- 1/6	NOS/BE, operasjonssystem for Control Data CYBER-74
5/6- 8/6	Filbehandling
11/6-12/6	UPDATE

Andre kurs

16/4-27/4	NATO Advanced Study Institute on «Ordering in Strongly-Fluctuating Condensed-Matter Systems».

Nærmere opplysninger og søknadsskjema fås ved henvendelse til
Kurssekretær Gerd Jarrett
Den nederlandsk-norske reaktorskolen
Institutt for Atomenergi
Boks 40, 2007 Kjeller **Telefon (02) 71 25 60**

Utgiverpoststed: 7034 Trondheim — NTH

Norsk Fysisk Selskap

Formann: Dr.philos, Tormod Riste, Inst. for Atomenergi, Keller.

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

Selskapets sekretær:
Gerd Jarrett, Nøytronfysikkavdelingen,
Institutt for Atomenergi, Boks 40, 2007 Kjeller.

Postgirokonto: 5 88 38 89 Bankgirokonto: 5102.20.16001

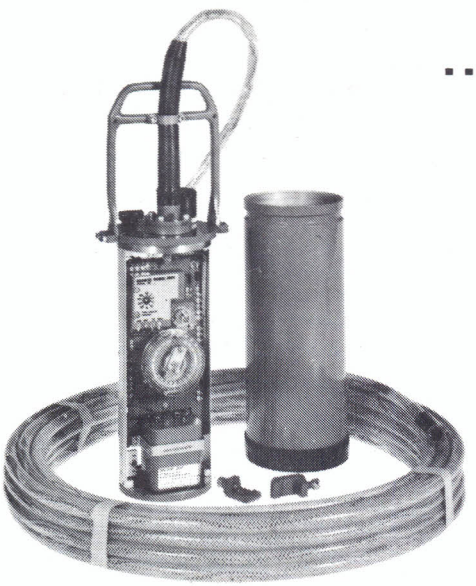
Fra Fysikkens Verden

Redaktør:
Forsker Olav Steinsvoll,
Institutt for Atomenergi, 2007 Kjeller.
Redaksjonssekretær:
Lab.ing. Halvard Torgersen, Universitetet i Trondheim, Norges tekniske høgskole.
Redaksjonskomité:
Førsteamanuensis Tryggve Grotdal,
Fysisk Institutt,Universitetet i Bergen,
5014 Bergen.
Forsker Jan Myrheim,
EP Division, CERN CH-1211-Geneve 23,
Sveits.
Førstelektor Øivin Holter,
Fysisk Institutt, Universitetet i Oslo,
Blindern, Oslo 3.
Lektor K. Jostein Knutsen,
Luftkrigsskolen, 7000 Trondheim.
Fagsekretær Helge Klemsdal,
Nordlysobservatoriet, 9000 Tromsø.

Fra Fysikkens Verden utkommer kvartalsvis. Abonnement kan tegnes gjennom postverket eller direkte fra ekspedisjonen. Årsabonnement kr. 30.00. Årsabonnenment for studenter og skoleelever kr. 15.00.

Sekretær: Gudrun Græsmann.
Ekspedisjonens adresse: Fra Fysikkens Verden,
Fysisk institutt, Universitetet i Trondheim,
Norges lærerhøgskole,
7000 Trondheim.

Postgirokonto: 5 10 47 24 Bankgirokonto: 8601.36.12279



.....reliability and accuracy

TR-1

A fully self contained instrument for recording of temperature profiles in the sea or lakes. The eleven point thermistor string is available in lengths up to 100 meters.

AANDERAA INSTRUMENTS
DATA COLLECTING INSTRUMENTS FOR LAND, SEA AND AIR

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

NTH-Trykk
Trondheim