Fra Fysikkens Verden

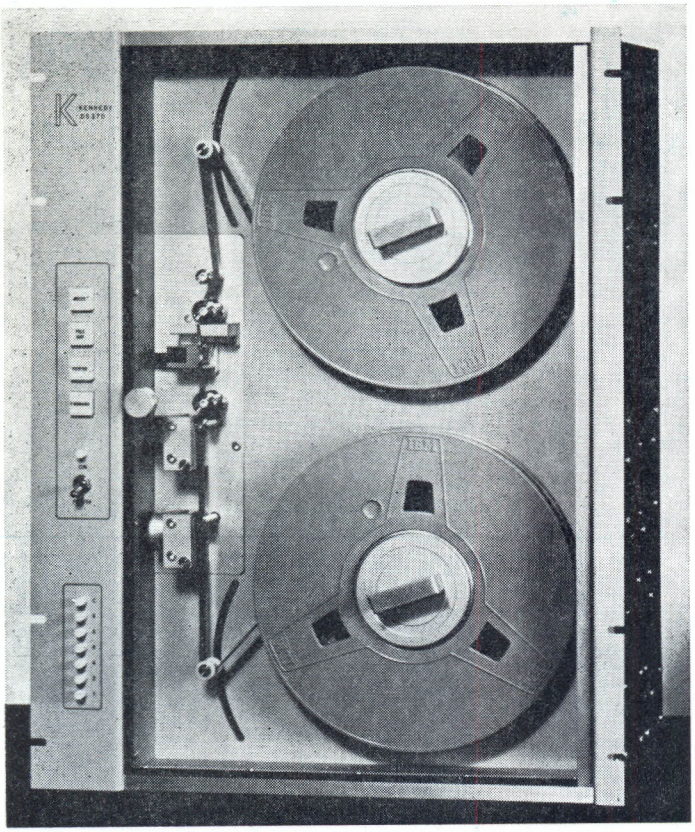
UTGITT AV NORSK FYSISK SELSKAP

INNHOLD

Fysikkrådet	1
Debattinnlegg	2, 3, 4
Fysikermøtet 1969	7
Fysikk, kjemi i gymnaset	8
Lars Onsager	11
Anvendelser av holografi	14
Poyntings vektor	21
Bøker	13, 20, 22

Lars Onsager, Nobelprisen i kjemi 1968 (side 11).

Nr. 1 - 1969
31. årgang



KENNEDY CO

har nylig introdusert en rekke nye

MAGNETIC TAPE RECORDERS (digital):

Den nye modell 1600 er en billig, pålitelig recorder som kan leveres i en rekke versjoner. Hastighet: 0 - 500 BPS, pakketetthet: 200, 556 og 800 BPI, kontinuerlig lesning og skrivning – 1000 BPS. Ekko-sjekk og reverse stepping er standard.
Priser fra 24.000,– inkl. oms.avg., ekskl. toll.

Modell 3100 for kontinuerlig skrivning og lesning. 3100 er ypperlig som buffer-hukommelse for computere og har ferdig interface for vanlige computer-systemer.

Bare KENNEDY kan levere Flux Check som er "the ultimate safety against data loss". Gjør som de største brukere av recordere – be om KENNEDY!

Har De KENNEDYs nyeste hovedkatalog?

Enerepresentert ved:

RØDLAND & RELLSMO A.S.
Forskningsinstrumenter

LØRENVEIEN 6
OSLO 5
TLF. 15 03 90

Fra Fysikkens Verden

Utgiver: NORSK FYSISK SELSKAP

Nr. 1 - 1969

Redaktør: HAAKON OLSEN

31. årgang

Fysikkrådet.

På årsmøtet for Norsk Fysisk Selskap 14. mai i år i Trondheim vil spørsmålet om opprettelsen av et Norsk Fysikkråd bli diskutert. Spørsmålet har vært utredet av en komité som ble oppnevnt for dette formål på Norsk Fysisk Selskaps årsmøte i Tromsø i fjor. Komitéen har ved årsskiftet avgitt uttalelse til styret for Norsk Fysisk Selskap.

Fysikkrådet er ment å skulle være bindeleddet mellom fysikerne og forskningspolitiske og administrative organer. Rådet skal utarbeide langtidsplaner for norsk fysisk forskning der koordinering av forskning og undervisning og fordeling av forskningsoppgaver mellom universiteter og høgskoler må ventes å spille en avgjørende rolle.

Det må ansees å være av den aller største betydning for en fremtidsrettet planlegging av norsk fysisk forskning at Fysikkrådet opprettes. Og det er viktig at Fysikkrådet oppnevnes nå.

La oss slå fast at om Fysikkrådet blir opprettet på årsmøtet - dette innbefatter valg av medlemmer til rådet - kan rådet likevel i beste fall først få innflytelse på budsjettbehandlingen for 1971. Saken tåler derfor ingen utsettelse.

Haakon Olsen

Debattinnlegg:

Harald Trefall:

Hva er fysikk, og hvilken fremtid bør den ha i Norge?

I nr. 4, 1968, av «Fra Fysikkens Verden», kommer professor Haakon Olsen med en rekke kritiske bemerkninger om norsk forskningspolitikk, som ikke bør stå uimotsagt.

La meg dog innledningsvis si meg enig med professor Olsen i at Hovedkomitéens faglige sammensetning er temmelig tilfeldig. Og når Hovedkomitéen bare inneholder 3 fysikere, og disse oppnevnes som et underutvalg som skal komme med en innstilling om norsk forskning, vil det nødvendigvis ikke være noen andre medlemmer igjen i Hovedkomitéen som kan vurdere innholdet av deres innstilling. Hovedkomitéens videre behandling av dette underutvalgs innstilling må derfor nødvendigvis ha fått karakteren av sandpåstrøing. Det er klart at en sådan fremgangsmåte prinsipielt er uheldig. Men dermed er det ikke sagt at resultatet var blitt et annet om utvalget hadde vært mer representativt.

På den annen side har professor Haakon Olsen lest Hovedkomitéens Melding nr. 3 like ensidig som Kirke- og undervisningdepartementet åpenbart har gjort. Fra budsjettproposisjonene får en inntrykk av at Departementet bare har heftet seg i de negative utsagn fra nevnte 3-manns utvalgs innstilling, og det samme gjør Haakon Olsen når han antyder at det er utvalgets mening at elementærpartikkelfysikken må stagnere dersom de tre høyprioriterte områdene ikke får en vekstrate på minst 10%. På side 31 i nevnte innstilling finner man dog følgende: «Vår allerede høye kontingent til CERN, nesten kr. 6 mill. i 1967, betinger en fortsatt sterk vekst innen høyenergifysikken i Norge, for at vi skal komme opp på det plan at vi fullt ut utnytter kontingenten, selv om vi ikke går med i Super-CERN. Hvordan denne vekst foregår er ikke klart. Utvalget mener imidlertid at en betingelse må være at høyenergifysikerne kommer sammen og legger en koordinert, organisert plan for hvordan de vil utnytte CERN og hvor den hjemlige virksomhet skal ha sine eksperimentelle anlegg.» Av dette sitat fremgår det imidlertid at det er ikke Hovedkomitéen eller nevnte 3-mannsutvalg som er skyld i at høyenergifysikken i Norge holder på å stagnere, men høyenergifysikerne selv, som ennå ikke har klart å legge en fornuftig koordinert plan for hvordan vårt eksisterende medlemskap i CERN bør utnyttes.

Professor Olsen klager videre over at kosmisk fysikk er blitt så ensidig favorisert, og nevner som et eksempel at Det norske institutt for kosmisk fysikk får en økning i sin bevilgning på 50% fra 1968 til 1969. For å få dette regnestykket til, har imidlertid professor Olsen også tatt med utlegg til nybygg og utstyrsbevilgninger til samme, og holder man disse bevilgninger utenfor, finner man en økning fra 1.25 mill. kr. i 1968 til 1.70 mill. kr. i 1969. Dette blir 36%, som selvsagt er bra, men allikevel et godt stykke fra 50%. Hvordan ville Haakon Olsen like det om vi andre begynte å regne på tilsvarende måte, hvis Universitetet i Trondheim og dermed Lærerhøgskolen går inn i en kraftig utbyggingsperiode i de nærmeste år? Med en sådan beregningsmåte finner man forøvrig også en kraftig nedgang i bevilgningene til Fysisk institutt i Bergen i 1969, og da vi her har en god del kosmisk fysikk, kan dette kanskje tjene som en viss kompensasjon i forhold til Nordlysobservatoriet!

La oss så se litt på hva som har hendt innenfor høyenergifysikken. I 1965 betalte vi 3.23 mill. kr. til CERN, i 1966 4.01 mill. kr., i 1967 5.74 mill. kr. og i 1968 ble der bevilget 6.56 mill kr. Dette gir vekstrater på henholdsvis 24%, 43% og 14%. Men det er forøvrig ikke med prosenter man betaler for instrumenter og tjenester, men i kroner og øre! Og i kroner og øre utgjør økningen til CERN fra 1967 til 1968 mer enn hele stigningen i bevilgningene til Det norske institutt for kosmisk fysikk fra 1968 til 1969, selv om man inkluderer utgifter til bygg og utstyr som professor Olsen gjorde. Og økningen fra 1966 til 1967 i vår kontingent til CERN var nesten dobbelt så stor som hele bevilgningen til Institutt for kosmisk fysikk i 1967. Professor Olsens regnemetode minner meg om gutten som regnet ut at han var eldre enn sin far, og sa det måtte jo være sant for tall kan ikke lyve!

Like misvisende er professor Olsens etterlysning av «vel funderte planer for forskning med dokumentert vitenskapelig kvalitet» innenfor andre områder av fysikken. NTNF's underutvalg for romforskning leg-

ger f. eks. årlig planer på dette område i forbindelse med utarbeidelsen av budsjetter, og samtidig trekkes der også opp hvert eneste år nye 5-års rammeplaner. Når dette planleggingsarbeid har skjedd relativt ubemerket, skyldes det kanskje at samarbeidet mellom de berørte institusjoner hele tiden har vært godt. Forøvrig ligger det nær å nevne våre kjernefysikere, hvis vel utarbeidede planer for et nasjonalt kjernefysisk laboratorium er blitt veltet p.g.a. vår blinde og ensidige prioritering av CERN.

Og til slutt: Mener Haakon Olsen at det er mindreverdig å produsere «papers» og utdanne hovedfagskandidater? Hvis ikke elementærpartikkelfysikerne gjør noe av dette, hva er det da de driver med? Kanskje bare diskuterer planer som aldri blir ferdige?

Anders Omholt:

Kommentar til Haakon Olsen:

«Har moderne fysikk en fremtid i Norge?»

Haakon Olsen har i «Fra Fysikkens Verden», nr. 4 for 1968 en kritikk av den innstilling om fysikk som Hovedkomiteen for norsk forskning har laget*), men kanskje særlig av den effekt den synes å ha hatt på budsjettproposisjonen for 1969. Som medlem av Hovedkomiteens fysikkutvalg finner jeg det ikke riktig selv å gå inn på en offentlig diskusjon av innstillingen, eller av komiteens kompetanse, som er trukket i tvil. Både Haakon Olsens fremstilling av innstillingen, og den meget kortfattede henvisning til innstillingen i budsjettproposisjonen for 1969, gir imidlertid etter min oppfatning et noe skjevt bilde av selve innstillingen. Jeg tillater meg derfor å be om å få komme med et par supplerende fakta fra innstillingen.

Innstillingens *prinsipale* forslag går ut på samme stigningsrate i bevilgningene som i de senere år. Det er vist hvordan man da kan få plass til *både* medlemskap i Super-CERN og til bygging av en Tandem aksellerator, altså de to «store» prosjekter.

Om det dårligste alternativ står det i innstillingens kapitel VIII, oppsummering, side 56, følgende:

«Utvalget vurderte også at man sløyfer begge de to store prosjekter, og resultatet er gitt i Tabell 9 og på Fig. 6, kurve 4. Ved denne løsning ser man nokså uklare fremtidsmuligheter, uten sterke samlingspunkter. Utvalget vil fraråde en slik løsning,» Den omtalte tabell 9 skisserer en fordeling av bevilgningene til norsk fysikk som innebærer en samlet stigning på ca. 8% pr. år. *Innenfor* denne ramme er faststoff-fysikk, kosmisk fysikk og biofysikk prioritert, slik at disse sammen med noen små fagområder, har en vekst på ca. 10% pr. år. Videre er kontingenten til vårt nuværende engasjement i CERN medtatt, og det er regnet med innenlandske bevilgninger til høyenergifysikk som svarer til ca. 50% av CERN kontingenten. Dette gir en gjennomsnitlig vekst på ca. 7% pr. år for høyenergifysikken. Kjernefysikken derimot nedbygges etter dette alternativ med ca. 6% pr. år.

Jeg ser også som korrekt å komme med ytterligere en supplerende opplysning. Bevilgningen til Det norske institutt for kosmisk fysikk (NIKF) inkluderer kr. 500 000 som den første bevilgning til et nybygg ved Nordlysobservatoriet i samband med Universitetets utbygging i Tromsø. Nybyggbevilgninger har ikke vært med i Hovedkomiteens vurderinger, og er irrelevante i denne diskusjon fordi de nødvendigvis må være punktbevilgninger. Tar en hensyn til dette, og til at bevilgninger fra forskningsråd etc. for 1969 heller vil minke enn øke, blir veksten for kosmisk fysikk sannsynligvis beskjeden. Tilstrekkelig tallmateriale for en nøyaktig beregning foreligger imidlertid ennå ikke. NIKF's økning utgjør antagelig omkring 5% av det totale beløp til kosmisk fysikk. Når det skal bygges et universitet i Tromsø, er det naturligvis gitt at bevilgningsøkningen (i %) de første årene må være større der enn gjennomsnittet for hele landet.

Det burde fremheves at etter angjeldende forslag skal også høyenergifysikken bygges ned. Tallene i tabell 9 i Hovedkomiteens melding nr. 3 angir tendensen. Fra denne tabell henter vi tallene for høyenergifysikk:

år	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975
mill. kr.	7.6	9.3	9.9	10.5	11.1	11.7	12.3	13.1	12.8
% økn.		22	6.5	6.5	6.0	5.5	5.0	6.0	–2.5

Red.

* «Grunnforskning i fysikk i Norge», Melding nr.3 fra Hovedkomiteen for norsk forskning, Oslo 1968.

Jørgen Løvseth:

Grunnforskning i fysikk.

1. *Innledning.*

Fysikkutvalget i hovedkomitéen for norsk forskning har lagt fram en plan [1] for hvordan grunnforskningen i fysikk skal drives i Norge de nærmeste år. Det ser nå ut som departementet følger planens prioriteringsramme. Professor Haakon Olsen [2] har i sterke ordelag, og meget berettiget, kritisert planen. Vi skal i det følgende forsøke å utdype og underbygge kritikken.

Fysikkutvalget har bygget på en meget solid dokumentasjon [3] over hvor norsk fysikk står i dag, utarbeidet av Riste og Spangen. Dette materiale ble av utvalget selv underbygget ved intervjuer med de forskjellige grupper. Bortsett fra dette synes utvalgets kriterier for prioritering å være til dels tilfeldige og overfladiske. Ikke noe forsøk blir gjort på å definere hva grunnforskning er, hvorfor vi bør ha grunnforskning og hva som er siktemålet for den. De enkelte greners kvaliteter på denne bakgrunn burde vært vurdert og skulle bidratt som en vesentlig faktor til den endelige rangering. Vi mener f.eks. at tradisjoner og beliggenhet i nordlyssonen ikke er betingelser nok for en prioritering av nordlysforskning. Vår analyse nedenfor indikerer at nordlysforskning i dag har en meget begrenset interesse som grunnlagsforskning, og feltet kunne derfor reduseres.

Vi skal da i det følgende diskutere hvilke former av grunnforskning vi bør prioritere, og gå grundigst inn på de punkter hvor vår mening avviker fra Fysikkutvalgets.

2. *Hva er grunnforskning og hvorfor driver vi med den?*

Grunnforskning tar sikte på å klarlegge forhold i naturen — uten direkte siktemål på praktiske anvendelser. Med anvendt forskning derimot har man langt mer konkrete siktemål, som f.eks. å lage et forbedret kjøleskap.

Likevel viser historien at det er grunnforskningen som åpner for de virkelig store fremskritt på det teknologiske område. Maxwell hadde verken radio eller TV i tankene da han skrev ned de fundamentale lover for elektromagnetismen. Pionerene på utforskning av atomkjernen ville bare vite hvordan materien er bygget opp, og kom først senere til å tenke på at resultatene de kom fram til kunne danne grunnlag for å bygge atomkraftreaktorer.

La oss derfor slå fast at det er grunnlagsforskningen som på lang sikt åpner for de revolusjonerende fremskritt, mens den anvendte forskning utreder detaljene.

Meget viktig er det også at grunnforskningen gir en del biprodukter av stor betydning. Problemene som stilles en eksperimentalfysiker vil ofte tvinge ham til nytenkning som kan frembringe tekniske løsninger av ny karakter som også vil ha betydning for andre felter av teknologien, spesielt er dette aspekt viktig hvor forskning drives i stor stil som romforskning eller akseleratorbygging. All universitetsforskning har videre en meget viktig skolemessig betydning fordi den gir studenter anledning til å lære vitenskapelig arbeidsmetodikk. De får videre praktisk trening i emner som instrumentering, databehandling, statistikk, matematiske analysemetoder, alt beroende litt på typen av oppgave. Vårt nåværende undervisningssystem kan kanskje kritiseres fordi det i for liten grad følger opp dette verdifulle erfaringsmateriale studentene får alt i sitt første møte med vitenskapen.

Jeg vil anta at alle disse indirekte effektene er noenlunde jevnt fordelt over de forskjellige felter, og i det følgende se bort fra dette aspekt.

3. *Fysikkens status i dag.*

Fysikkens mål har alltid vært å observere naturfenomenene, for så å syntetisere erfaringene i generelle lover på matematisk form.

De fundamentale naturkreftene spiller i denne forbindelse en sentral rolle. I klassisk fysikk bestemte man gravitasjonskreftene og de elektromagnetiske krefter som virket mellom makroskopiske legemer. I vårt århundre har materiens mikrostruktur stått i sentrum, vi vet den består av atomer, som igjen består av en kjerne med elektroner omkring. Kjernen består i sin tur av neutroner og protoner — som igjen viser seg å ha en indre struktur.

Ved atomære avstander gjelder kvantemekanikken. Spesielt ser alle fenomener av elektromagnetisk natur ut til å være vel beskrevet av kvanteelektrodynamikken — som er den mest fullstendige fysiske teori vi har.

To nye typer naturkrefter er også blitt

Sivilingeniør Jørgen Løvseth er høgskolelektor i fysikk ved Norges Lærerhøgskole, Trondheim.

oppdaget, de har så kort rekkevidde at de bare gjør seg gjeldende på kvantemekanikkens domene. Med to sekke-benevnelser blir de kalt sterke og svake vekselvirkninger, men deres detaljerte struktur er langt fra klarlagt. De sterke vekselvirkningene dominerer bindingen i atomkjernen, de svake vekselvirkningene er ansvarlig for β-disintegrasjon.

Man ville jo gjerne til slutt se en fullstendig teori vokse fram som ga sammenheng mellom de forskjellige typer vekselvirkning og også forklarte hvorfor masser og ladninger har akkurat den verdi vi observerer at de har. En slik teori skimter vi ikke engang omrisset av i dag.

Men selv om vekselvirkningen mellom enkeltpartiklene er kjent betyr ikke det at vi kan forutsi hva som skjer når mange partikler opptrer samlet. Fysikken til de faste stoffer er et godt eksempel på det. Mange uventede effekter av kollektiv natur har blitt oppdaget som man fremdeles strever med å forstå, til tross for at primærkreftene (elektromagnetiske) og beregningsgrunnlaget (kvantemekanikken) er velkjent, supraledning er et godt eksempel. Enda mer frapperende er overgangen mellom kollektive effekter og enkeltpartikkelfenomener i kjernefysikken, hvor antall partikler som virker sammen er langt mer begrenset. Men her vanskeliggjøres en kvantitativ beregning av at primærkreftene heller ikke er fullstendig kjent.

4. *Analyse av de enkelte felter.*

a) Elementærpartikkelfysikken.

Siktemålet for denne gren av fysikken er å finne de fundamentale naturkrefter på kjernenivå, altså å klarlegge strukturen av de såkalte sterke og svake vekselvirkninger. Denne struktur er intimt knyttet til det hierarki av elementærpartikler man etter hvert har oppdaget. Antallet på disse partikler som representerer de fundamentale byggestener av materien er kommet opp i et tresifret tall, for 30 år siden kjente man tre, neutronet, protonet og elektronet.

Den nåværende generasjon av partikkelakselatorer har avslørt at elementærpartikkelfysikken er langt mer komplisert og rik på detaljer enn man tidligere trodde. Det er samtidig blitt klart at det er bare en liten del av bildet man har fått se, for å avsløre mer trengs en ny generasjon av akseleratorer som kan tillate studiet av reaksjoner ved en høyere energi.

Selv om vi er meget langt fra en fundamental forståelse av de detaljerte prosesser som observeres, har viktige symmetriegenskaper blitt klarlagt, spesielt er det kanskje grunn til å nevne det man har lært om naturlovenes symmetri i rom, tid og materie - antimaterie (PTC).

Hovedsentra for de oppdagelser som har vært gjort de siste år er akseleratorene i Genéve og Brookhaven (USA), begge steder aksellereres protoner til ca. 30 GeV (GeV = 10^9 elektronvolt). Akseleratoren i Genéve blir drevet av en europeisk samarbeidsorganisasjon, CERN, hvor Norge også deltar. Dette samarbeid er uhyre vellykket, og har satt europeerne i stand til å opptre fullt på like fot med USA på dette viktige felt.

I USSR har man nettopp satt i gang en akselerator på 70 GeV, i USA har man startet byggingen av en 200 GeV maskin som senere kan utvides til 400 GeV. Som en utvidelse av CERN, CERN II (el. Super-CERN) har man planlagt en akselerator på 300 GeV. Det er klart at etter hvert vil hovedtyngden av den videre utvikling foregå rundt disse nye maskiner.

Det er derfor uforståelig at flertallet i hovedkomitéen prioriterer vår deltagelse i CERN II meget lavt. Forskning på dette felt er i dag et internasjonalt foretagende, og vi må — hvis vi i det hele tatt ønsker å følge med — følge den internasjonale strømmen. Setter vi oss utenfor vil vi etter kort tid ikke lenger forstå det språk som blir talt. Om Norge blir stående utenfor kan det også sees slik at vi nekter å bære vår del av det det koster å utforske fundamentet for vår fysikk.

b) Kjernefysikken.

På mange måter har vel kjernefysikken de senere år blitt stilt litt i skyggen av elementærpartikkelfysikken, den er ikke i den grad en frontvitenskap som for 20 år siden. Men dette betyr ikke at problemene har blitt færre, å forstå oppbyggingen av atomkjernen er i og for seg like presserende som før. I farvannet mellom kjernefysikk og høyenergifysikk har dessuten nye fruktbare forskningsområder oppstått. Bl.a. kan de fundamentale vekselvirkningers symmetriegenskaper ofte med fordel undersøkes ved reaksjoner hvor atomkjerner inngår.

Det ser ut som om departementet har valgt å tie ihjel den foreslåtte Tandem van de Graff-maskin. I følge utvalget skal da

norsk kjerne-fysikk begynne sin avvikling i dag. Dette ville være en ulykke for vårt samlede fysikkmiljø. Om «Tandem» ble funnet for dyr må feltet sikres andre arbeidsmuligheter. Vi vil peke på at disse til en viss grad allerede eksisterer ved f.eks. reaktoren på Kjeller og i forbindelse med ISOLDE-prosjektet i CERN som kjernefysikerne selv har vært med på å foreslå.

c) De faste stoffers fysikk.
Denne gren av fysikken har hatt en voldsom oppblomstring i årene etter krigen fordi den er interessant rent vitenskapelig og fordi mange subtile effekter i faste stoffers fysikk er blitt utnyttet industrielt.

Siden alle synes å være enig om en viss prioritering av denne type fysikk, skal vi ikke gå mer i detalj. La oss imidlertid slå fast at faste stoffers fysikk allerede i dag har en sterk posisjon i Norge, og at en ytterligere relativ ekspansjon i det vesentlige er motivert av matnyttige hensyn mer enn feltets naturlige plass i en balansert grunnforskning.

d) Biofysikk.
De biologiske vitenskaper (heri inkludert medisin) tok tidligere i det vesentlige sikte på å beskrive fenomenene rent makroskopisk, en dypere forståelse kunne ofte mangle, eller bare være kvalitativ. Etterhvert har de molekylære og atomære aspekter kommet sterkere inn i bildet, og man søker en mer fundamental forståelse av prosessene. Metoder fra fysikken har da kommet inn i bildet og biofysikken oppstått.

Dessuten er det en del mer direkte kryssningsfelter mellom biologi og fysikk, som strålingsbiologi og medisinsk fysikk som også hører hjemme her.

Mye av den naturlige ekspansasjon innenfor biologi vil derfor komme som biofysikk, og at feltet vil og bør få vokse kraftig er klart. Det er imidlertid grunn til å understreke den heterogene karakter av biofysikken og den sterke tilknytningen til biologi (spesielt kanskje fysiologi), og grupper bør bare opprettes i tilknytning til et miljø innen disse vitenskaper.

e) Kosmisk fysikk.
Det er viktig å være klar over at når utvalget vil prioritere kosmisk fysikk, så mener det nordlysforskning. Den egentlige kosmiske fysikk benevnes gjerne kosmologi, og vi kommer tilbake til den i neste avsnitt.

Nordlys skyldes vesentlig at ladete partikler fra solen kommer inn mot jorden. Magnetfeltet leder dem inn mot polområdene hvor de gjennom kollisjoner eksiterer de øvre lag av atmosfæren slik at lys sendes ut. Nordlys er altså et sammensatt fenomen. Primærkilden er solen, og dens aktivitet kan vel bedre studeres på andre måter. Forøvrig inngår altså det geomagnetiske felt og jordens øvre atmosfære.

Kosmisk fysikk slik den drives i Norge er derfor i det vesentlige et kartleggingsarbeid, mekanismen i de primære prosesser er forstått eller kan bedre studeres på andre måter. Som grunnforskning må derfor kosmisk fysikk prioriteres meget lavt, når det gjelder den mer umiddelbare nytteverdi synes geologien til våre fjell og vår kontinentalsokkel å være langt viktigere enn den øvre atmosfære.

f) Andre områder.
Vi har konsentrert vår diskusjon om de områder som utvalget har tillagt størst vekt. Felter som plasmafysikk, optikk, molekylærfysikk og forskjellige former for teoretisk fysikk har vel egentlig større verdi som grunnforskning enn kosmisk fysikk, og det er all grunn til å støtte grupper med gode folk og gode planer.

Kosmologi er i det hele tatt ikke nevnt av utvalget, formodentlig fordi de mener dette kommer inn under astronomi. Her er det imidlertid er rekke problemer av stor fundamental interesse. Det kan også være grunn til å nevne samspillet mellom kosmologi og kjerne- og elementærpartikkelfysikk. For å forstå utviklingen av stjerner er laboratoriedata om de elementære prosesser absolutt nødvendige.

5. *Konklusjon.*
Den mest fundamentale form for grunnforskning drives innenfor elementærpartikkelfysikken og delvis kjernefysikken. Vi bør derfor sikre disse felter en vekst stor nok til at vi kan delta i det internasjonale samarbeid på disse felter som fullverdige medlemmer. Dette samarbeid har vist seg så fruktbart og vellykket at det må sies å ha en viss verdi i seg selv.

Globalt sett er særlig elementærpartikkelfysikken i rask ekspansjon, og vedtatte planer indikerer at denne utvikling vil fortsette. Dette skyldes blant annet at selve forskningsfeltet stadig utvider seg. Det vil derfor være naturlig med en fortsatt relativ ekspansjon også i Norge.

De faste stoffers fysikk må fortsatt sikres gode muligheter bl.a. som bakgrunnsvitenskap for en del av morgendagens «intelligensindustri».

Biofysikken vil kanskje relativt sett utvikle seg raskere enn noen av de foran nevnte felter fordi den vil oppta en del av ekspansjonen i de biologiske vitenskaper.

Mange uløste problemer, som f.eks. forståelsen av menneskets hjerne, gjør biofysikken til et fasinerende område.

En rekke mindre forskningsgrupper innen fysikken må sikres rimelige vilkår for å holde oppe bredden i vårt miljø.

Den kosmiske fysikk slik den drives hos oss synes å ha liten verdi som grunnforskning sett i et større perspektiv. I hvert fall synes en relativ beskjæring av dette felt naturlig for å sikre veksten hvor det er behov for ekspansjon.

Angående konsekvenser dette måtte ha for vår universitetsutbygging i Tromsø kan to ting sies: Det bør overveies om undervisning til høyere grader i fysikk i det hele tatt skal gis i Tromsø, da en ytterligere geografiske spredning av våre miljø vil være en belastning rent vitenskapelig. Skal slik undervisning likevel gis i større utstrekning ville det være betenkelig å bare basere den på kosmisk fysikk.

Under all denne diskusjonen om prioritering må vi ikke glemme at fruktbar forskning er avhengig av mennesker med idéer og entusiasme. Våre rammer må ikke bli fastere enn at vi kan satse på idéene hvor de finnes.

Det er også påtrengende at organisasjonen av vår forskning omlegges, slik at de yngre forskere som gjør det vesentlige av arbeidet får mer å si, *spesielt* når de store linjer skal fastlegges.

Referanser

[1] Hovedkomitéen for norsk forskning, melding nr. 3: Grunnforskning i fysikk i Norge. Innstilling fra utvalget i fysikk. Oslo 1968.

[2] Haakon Olsen: Har moderne fysikk en fremtid i Norge. Fra Fysikkens Verden nr.4, 1968.

[3] T. Riste og E. Spangen: Norsk Fysikk. Skrifter fra Hovedkomitéen for norsk forskning. Nr. 1. Universitetsforlaget 1968.

FYSIKERMØTET 1969.

Norsk Fysisk Selskap arrangerer i år Fysikermøtet i Trondheim i dagene 12, 13. og 14. mai. Melding om dette er sendt selskapets medlemmer, men det er også anledning for andre interesserte til å delta. Det blir som tidligere, holdt bredere anlagt hoved- eller oversiktsforedrag in plenum, mens de mer spesielle foredrag holdes i paralleltgående seksjoner. Nytt av året er at en del firmaer som fører utstyr, instrumenter m.m. av interesse for fysikere, er blitt tilbudt plass for eventuell utstilling og demonstrasjon av instrumenter i tilstøtende rom. Man fikk omgående positiv reaksjon på tilbudet, og man håper at dette vil instituere et nyttig supplement til den tradisjonelle foredragsvirksomhet.

I store trekk er programmet for de tre dagene lagt opp slik: Mandag 12/5: Registrering m. m. begynner kl. 9.00. Åpning av Fysikermøtet kl. 9.45. Hovedforedrag kl. 10.00. Lunsjpause kl. 12.00 (smørbrødlunsj). Seksjonsforedrag kl. 14.00 — ca. 16.00. Tirsdag 13/5: Hovedforedrag kl. 9.00 — 12.00 (m/kaffepause). Lunsjpause kl. 12.00. Seksjonsforedrag kl. 14.00 og utover. Onsdag 14/5: Seksjonsforedrag kl. 9.00. Hovedforedrag kl. 11.00. Lunsjpause kl. 12.00 (arrangeres m/varmrett i «Grenaderen»). Årsmøte i NFS kl. 14.00 og utover.

Den tradisjonelle årsfest blir på tirsdag og begynner kl. 19.00. Videre vil det bli besøk til NTH's representasjonssenter Lerchendahl Gaard (m/coctailservering) mandag kl. 17.00, og med buss derfra for dem som ønsker det, til «spekematservering» i Taverns intime småstuer (ca. kl. 18.30).

Arrangementskomitéen

Fysikk og kjemi som allmenndannende fag

Jacob Bøe

«Fra fysikkens verden» hadde i nr. 3, 1968, en artikkel av professor Haakon Olsen om fysikk og kjemi i gymnaset. Jeg har oppfattet professor Olsens innlegg slik at han mener de største problem med fysikk og kjemi i gymnaset knytter seg til dette at gymnaset skal være en allmendannende skole.
Han stiller spørsmålene:

1. I hvilken grad kan fagene fysikk og kjemi sies å være allmendannende?
2. Hvilke prinsipper skal ligge til grunn for stoffvalg innenfor disse fagområder?

Det kan være nyttig å få greie på hva andre har tenkt om dette. Jeg vil gjerne henlede oppmerksomheten på noen tiltak hentet fra utlandet som jeg tror kan kaste lys over de spørsmål som er reist.

I Tyskland har man lenge følt på liknende problem innenfor de fleste skolefag. På et møte i Tübingen i 1951 mellom representanter fra gymnas og høgskoler ble disse behandlet, og en resolusjon ble vedtatt (forfattet av bl.a. Wilhelm Flintner, Eduard Spranger og C. F. von Weizsäcker). Resolusjonen gir uttrykk for en revurdering av lærestoffets plass og funksjon i skolen. Lærestoffets betydning i opplysnings- og dannelsesprosessen blir sterkt understreket. Samtidig foreslår man en reduksjon av stoffet etter bestemte prinsipper. Stoffmengden må radikalt skjæres ned slik at elevene får anledning til grundighet og fordypelse. Overfladisk viten om mange emner har oftest liten verdi. — La oss i denne sammenheng sitere sir Richard Livingstone, som har arbeidet med de samme spørsmål ut fra engelske forhold: «Uopplyste folk er en fare for verden, men de er ikke så farlige som en mindre erkjent trussel, nemlig de halvopplyste, som har lært nok til å uttale seg om ting de egentlig ikke har lært så mye av at de er i stand til å innse sin uvitenhet.» —

Det må konsentrasjon til, og konsentrasjon kan bare skje ved en bevisst begrensning av stoffet. Tilbake står da det viktigste spørsmål: Etter hvilket prinsipp skal vi foreta begrensningen? Hoved-innholdet i resolusjonen er blitt sammenfattet under navnet «det eksemplariske prinsipp». Det foreligger flere bøker og artikler om dette. Meget av det er vanskelig tilgjengelig for en som ikke er spesielt filosofisk skolert. La oss forsøke å følge Wolfgang Klafki i hans måte å forklare det eksemplariske prinsipp:
Han stiller opp tre begreper

1) Det fundamentale
2) Det elementære
3) Det eksemplariske

Det fundamentale betyr de prinsipper, den filosofi eller de grunnerfaringer og -begreper som utgjør fundamentet innenfor et fagområde.

Det elementære står for det vesentlige innhold og de viktigste sammenhenger innenfor fagstoffet.

Det eksemplariske betegner det som kan gi en illustrasjon av hva som hører med til det fundamentale og elementære. Det gjelder med andre ord innenfor hvert vitenskapsområde å finne frem til stoff, problemstillinger, metoder og sammenhenger som kan anskueliggjøre de nevnte sider ved faget, og som altså har denne ønskede eksemplariske virkning.

Disse idéer er ikke så nye som det kan høres ut for. Leter vi i pedagogikkens historie, finner vi flere filosofer og pedagoger som har vært inne på liknende tanker, først og fremst Pestalozzi, men også Montaigne, Comenius, Rousseau og flere. Et grunnprinsipp som alle understreker, mer eller mindre sterkt, er at dannelseseffekten er ikke proporsjonal med stoffmengden innenfor et fagområde, men knytter seg sterkest til de deler av stoffet som er av vesentlig art og som virkelig blir forstått. Det eksemplariske prinsipp representerer en ny gjennomtenkning av dette og er ment som et svar på det problem vi står overfor i gymnaset idag, med en stadig økende stoffmengde som holder på å kvele liv og virksomhet i skolen.

Det kan være verdt å merke seg at det er en fysiker og skolemann som har arbeidet mest med disse idéer i Tyskland, nemlig dr. Martin Wagenschein, nå professor i fagdidaktikk (i matematikk og fysikk) i Tübingen. Det er forøvrig anerkjent at det eksemplariske prinsipp lar seg lettest anvende i de matematisk-naturvitenskapelige disipliner. På grunn av disse fags egenart med et strengt empirisk utgangspunkt og spesielle metoder

Cand. real. Jacob Bøe er høgskolelektor i fagmetodikk ved Norges Lærerhøgskole, Trondheim.

i undersøkelser og eksperimenter, er det ikke vanskelig å identifisere det fundamentale og elementære.

I 1960 ble det i Paris grunnlagt en organisasjon som siden har nedlagt et stort arbeid bl.a. for å modernisere undervisningen i realfag i skolen, The Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Det foreligger en rekke rapporter fra organisasjonens virksomhet under tittelen «New thinking in school science». Det vil føre for langt her å omtale de mange foredrag og undervisningsforsøk som blir referert. Vi må nøye oss med å notere noen av de hovedtanker som går igjen i rapportene, med tilknytning til vårt emne:

Det totale lærestoff som foreligger må begrenses sterkt. Det må gis anledning til fordypelse i utvalgte emner. Disse utvalgte emner må dreie seg om fundamentale prinsipper, og gi muligheter for å forstå grunnlaget for naturvitenskapelig forskning og arbeidsmetoder, strukturen innenfor de forskjellige fagområder. — Det må legges særlig vekt på eksperimentet i undervisningen. Elevene skal ikke utføre øvelser etter kokebokoppskrift, men eksperimentere under liknende forutsetninger og betingelser som forskeren. Eksperimentene må integreres i undervisningen slik at elevene blir fortrolige med vekselvirkningen mellom eksperiment - teori (modell).

Tiden tillater ikke lenger «de konsentriske sirkler» i skolens undervisning. Vi må komme over til en lineær metode, eller kanskje heller en spiral-metode som tillater en stadig progresjon samtidig med at det gis anledning til å utdype forståelsen av tidligere lærte begreper og prinsipper.

Ennå et tiltak skal vi ta med, nemlig det arbeid som er utført gjennom Unesco. Det foreligger en rekke rapporter under tittelen «The teaching of basic sciences» (New Trends). Virksomheten i Unesco's regi følger meget de samme linjer som OECD's arbeid, men er av noe nyere dato og omfatter flere land. Unesco er særlig interessert i å hjelpe utviklingslandene i utbyggingen av deres undervisningsvesen. Arbeidet er imidlertid av en slik art at vi kan ha store fordeler av det også for vårt lands vedkommende.

Både OECD- og Unesco-rapportene omtaler reformvirksomheten i U.S.A.. Ikke noe land har vel satset så meget på forsøksvirksomhet når det gjelder å forbedre undervisningen i realfag. Vi kjenner best fysikkprosjektet som går under navnet PSSC (Physical Science Study Committee). Dette har vært prøvd i Norge i en årrekke. Liknende tiltak for kjemiundervisningen, the Chemical Bond Approach (CBA-chemistry) og the Chemical Education Materials Study (Chem.-study), har så vidt jeg vet, også vært prøvd i vårt land, men er mindre kjent. — En betegnende overskrift over den amerikanske reformvirksomhet er «Teaching Science by Inquiry». Det er vanskelig å finne et dekkende norsk ord for «inquiry» i denne sammenheng. Det faller naturlig å sammenlikne med «arbeidsskoleprinsippet», men da må vi føye til at samtidig med at man ønsker en større vekt på elevenes selvstendige virksomhet, må denne aktivitet konsentrere seg om det enkelte fags egenart, grunnlag, arbeidsmåter, struktur osv.

Det er tydelig at det er meget de samme idéene som går igjen i de fleste forsøk som gjøres idag for å revidere undervisningen i fysikk og kjemi (og innenfor de andre realfagene). La oss på dette grunnlag prøve å gi svar på de spørsmål som ble stilt i innledningen:

1) Selv om en av gymnasets oppgaver skal være å gi elevene et grunnlag for videre studier ved universiteter og høgskoler, kan vi vel være enige om at de allmenndannende skoler ikke skal utdanne fysikere og kjemikere. Skolens målsetning tar sikte på elevens samlede personlighet. Hvori ligger det allmenndannende moment i fysikk- og kjemiundervisningen? — Ikke i den mengde kunnskaper man etterhvert kan samle opp *om* naturen. Det dannende moment følger med den forståelse man er istand til å tilegne seg av hvordan man kan iaktta naturen fra et vitenskapelig synspunkt, beskrive den ved matematiske og tekniske hjelpemidler, og formulere lover for de forskjellige fenomen.

Det er således viktig at en elev kjenner Newtons lover for bevegelse, så han kan nytte lovene i sine regneoppgaver. Enda viktigere er det at han får tak i grunnlaget for oppstillingen av lovmessigheten, eller som vi ofte uttrykker det: får en fysikalsk forståelse av fenomenet. For å få en slik innsikt må eleven lære at naturvitenskapen ikke kan fortelle oss hva naturen *er*, men bare si oss hvordan naturen gir oss svar på de spørsmål vi stiller ut fra et bestemt synspunkt. Begrep-

ene fysikk og kjemi må ikke knyttes til teknikk, apparater eller spesielle lærebokopplegg. All naturvitenskap betegner en bestemt holdning overfor naturen. Forskeren studerer naturen under en spesiell synsvinkel. Denne studie*prosess* er det våre elever må bli fortrolige med. — Eller som Martin Wagenschein sier det: «Hier, im physikalischen Unterricht (wie «in den Wissenschaften» überhaupt) geht es eben nicht darum, den Kuchen zu essen, den andere gebachen haben, hier geht es um die Kunst des Bachens.»

2) Lærestoffet må velges ut etter det eksemplariske prinsipp.

Det må legges vekt på de prinsippielle sider ved fagene: den filosofiske bakgrunn, den naturvitenskapelige tenkemåte og arbeidsmetode, bruken av modeller, oppstilling av lover og betydningen av disse.

Vi må komme over fra stoff-læreplaner til *funksjonelle læreplaner*, som gir uttrykk for de sammenhenger og prosesser som danner grunnlaget for oppbygningen av fagene. Læreplanen må tillate en konsentrasjon omkring de utvalgte emner på en slik måte at elevene får anledning til å sette seg inn i forskerens spesielle måte å iaktta og beskrive naturen på. Skal dette være mulig, må det legges langt større vekt på eksperimentet enn før. Elevene må plasseres i forskersituasjon og ved egen virksomhet skaffe seg en fysikalsk forståelse av de forskjellige fenomen.

De naturvitenskapelige fag må stilles i det rette forhold til de humanistiske fag. Det må understrekes at en empirisk tankegang bare er en av flere måter å resonere på. Den holdning en naturvitenskapsmann inntar overfor et ukjent fenomen er ikke den eneste veg til «sannheten».

Norsk Lektorlag har nedlagt et stort og prisverdig arbeid med tanke på en fornyelse av gymnaset. Men «Gymnaset i søkelyset 1-2» gir ikke uttrykk for at man har funnet frem til et tilfredsstillende svar på de spørsmål vi har hatt for oss her. Under avsnittet «fysikk på reallinjen» blir det f.eks. understreket at fysikkundervisningen skal være allment orienterende, hvilket «medfører at ingen sentral disiplin innen fysikken helt kan utelates.» Dette synspunkt stemmer dårlig med de betraktninger vi har foretatt ovenfor. Meg forekommer det å være en håpløst foreldet encyclopedisk tankegang.

Gjelsvik-komitéens omtale av fysikk-kjemiundervisningen er bedre i overensstemmelse med de tanker vi har tatt for oss i det foregående. Det antydes f.eks. under kjemi som tilvalsfag: «at ein ikkje fastsett for stram fag- og arbeidsplan, men at planane får ei fleksibel utforming», med tanke på grundigere studier innenfor begrensede emneområder. Under fysikk som tilvalsfag blir det understreket at det er «dei prinsippielle sidene ved faget som det er mest viktig å få fram.» — Likevel ville det vært ønskelig at Gjelsvikkomitéen hadde gjort klarere greie for de allmenndannende sider ved naturfagene og på dette grunnlag stilt opp kriterier for stoffvalg og arbeidsmåter.

Det er helt klart etter det som er sagt i det foregående, at målet for undervisningen i ungdomsskole/realskole og gymnas må bli et helt annet enn det mål man stiller for et studium på univeritetsnivå. Ved universiteter og høgskoler utdannes spesialistene. Gjennom studiene søker man en så fullstendig og systematisk oversikt som mulig innenfor et fagområde. En forsker konsentrerer seg også gjerne om detaljer og må spesialisere seg i stor grad.

Skolens mål er å være allmenndannende. Man søker å gi elevene en orientering som kan gi en økt forståelse av livet og den verden vi lever i, og skape innsikt i kulturelle grunnforhold, sammenhenger og strukturer. Spesialkunnskapene må komme ved en senere yrkesutdannelse. Skolen må konsentrere seg om å peke på de store linjer som kan skape fruktbare perspektiver. Dermed skulle elevene få det grunnlag de trenger til å bygge videre på i utvikling og utdannelse.

Litteraturhenvisninger:

Richard Livingstone: «Education for the Modern World. Some Tasks for Education.» London 1946, s. 7.
«Das exemplarische Prinzip». Wege der Forschung XXX, Darmstadt 1963.
På norsk er det eksemplariske prinsipp behandlet av:
Torstein Harbo: «Innførig i didaktikk». Fabritius.
Reidar Myhre: «Innføring i pedagogikk». Fabritius.

Martin Wagenschein: Natur physikalisch gesehen». Verlag Moritz Diesterweg.
Martin Wagenschein: «Die pädagogische Dimension der Physik». Westermann.
OECD: «New thinking in school science».
Unesco: «The teaching of basic sciences» New Trends, kan bestilles gjennom Bokhjørnet, Akersgt. 41, Oslo.
Sund-Trowbridge: «Teaching Science by Inquiry in the secondary school.» Merrill

Lars Onsager

Nobelpristager 1968

Harald Wergeland

Lars Onsager er født i Oslo 27. November 1903. En av skolekameratene forteller at blant dem var hans matematiske talent legendarisk allerede før den lærde verden oppdaget ham. Det tok forresten ikke så lenge det heller, ihvertfall ikke for spesialistene på de mange felter som Onsagers vitenskapelige arbeider skulle komme til å berike.

18 år gammel begynte han på den tekniske høgskole i Trondheim, og 22 år gammel fikk han diplom som kjemiingeniør. Men diplomarbeidet gjorde han i fysikk hos J. Holtsmark. Det var en eksperimentell undersøkelse over visse krystallers absorpsjonsspektra. Holtsmark var tidlig klar over hva som bodde i den unge Lars Onsager og innstillet arbeidet til beste karakter. Slik ble det nok ikke. Jeg har selv sett arbeidet, (som vel nå burde komme i glass og ramme ettersom vi dessverre ikke kan gjøre dette med doktoravhandlingen). Men når sant skal sies så er det svinaktig stygt skrevet.

Kjemistudiet, slik som det var på N.T.H. før krigen har formodentlig bragt Onsager i direkte berøring med mange fenomener som måtte utfordre ham til teoretiske studier på fysisk grunnlag. Jeg tenker da ikke bare på det nokså frie og allsidige laboratoriearbeide, men også på de glimrende demonstrasjonsforelesninger. Det var stoff som kunne nære fantasien til en vordende teoretiker. Hva teorien selv angår leste han den utvilsomt bedre på egenhånd. Hovedverkene i Matematikken og Fysikken og de viktigste tidsskrifter fantes jo i Trondheim den gang som nå. Og Lars Onsager må tydeligvis ha forstått å studere dem på en slik måte at han kom på høyden av sin egen tid.

Jeg vet ikke hvorhvidt en student i dag kunne ha mulighet for å tilegne seg Lambs: «Hydrodynamics», Whittaker og Watsons: «Modern Analysis» pluss klassikerne i teoretisk kjemi og fysikk sånn ved siden av det løpende studium. Men den gangen var det mulig, og Onsager gjorde det. Således var han da i stand til — straks å forstå Debye og Hückels elektrolytteori som kom i 1923. Og, fremdeles som student levere en vesentlig dypere gående behandling av elektrolyttenes ledningsevne. Enda i dag blir man slått av den innsikt i hele Fysikken — fra Hydrodynamikken til Varmeteorien — som dette tidligere arbeidet (Zur Theorie der Elektrolyte, Phys. Z. *27*, 388 (1926)) beror på.

I de første par år etter høgskoleeksamen drev Onsager som han selv sier: «For egen regning med videnskabelige studier og arbeider — fra høsten 1925 til våren 1926 ved N.T.H. i Trondheim; deretter ved E.T.H. i Zürich hos Debye.»

Det er klart at den joviale Debye med sitt skarpe blikk for det som er noe verdt tok imot Onsager med åpne armer. Her avsluttet han det påbegynte arbeide om elektrolyttenes ledningsevne og skrev også et par andre avhandlinger om elektrokjemiske problemer. Det er et arbeidsfelt som alltid kom til å stå hans hjerte nær.

Fra våren 1928 hadde Onsager forskjellige stillinger ved Amerikanske universiteter: Johns Hopkins, Brown og til slutt Yale. Ved Yale University ble han associate professor i 1934 og i 1945 «J. W. Gibbs Professor of Theoretical Chemistry.»

Det problem som knytter seg til årets Nobelpris, nemlig de irreversible prosesser må ha meldt seg ganske tidlig for Lars Onsager. Han holdt et foredrag om det allerede i 1929 ved det 18. Skandinaviske Naturforskermøte. Der var blant andre også Niels Bohr tilstede som hadde vært borti et spesielt aspekt av problemet i sin egen doktoravhandling om Metallenes Elektronteori. Foruten ham deltok kjemikerne N. Bjerrum og C. Højendahl og fysikeren G. Borelius i diskusjonen etter foredraget. Men professor J. A. Christiansen forteller at den ikke førte til noen concensus mellom foredragsholderen og forsamlingen. I dag kan man imidlertid se av referatet at Onsager selv allerede hadde teorien klart for seg.

Men først i 1931 publiserte han de to store artikler i The Physical Review, der hele teorien i sine hovedtrekk er klart utformet. I dag finnes det en hel litteratur og flere lærebøker om de irreversible prosesser, uten at noe vesentlig er føyet til som ikke finnes i dette grunnleggende arbeide fra 1931. Bortsett da fra en komplettering som Onsager selv ga i 1953 sammen med en av sine doktorander (Stephan Machlup). Den gjelder sammenhengen mellom irreversible prosesser og Brownske bevegelser. Det var en overordentlig vakker og interessant fordypelse av teorien, men selve hovedformelen som inneholder Onsagers prinsipp om «Den Minste Dissipasjon» finnes allerede i 1931-arbeidet. (Riktignok uten en så fullstendig begrunnelse som hos Onsager og Machlup og med en liten trykkfeil, det mangler en faktor 1/4 et sted).

Allikevel skulle det gå 15 år fra den første publikasjon til betydningen av Onsagers teori ble forstått i en videre krets. Henimot slutten av 2. verdenskrig tok endel Hollandske fysikere blant andre H. A. Kramers, for seg de irreversible prosesser. Og Kramers som var kjent for sin innsikt i alle grener av Fysikken, mente at Onsagers teori var det første vesentlige fremskritt i varmelæren siden Boltzmann og Gibbs' dager. Etter 1945 ble De Irreversible Prosessers Termodynamikk gjenstand for mange bearbeidelser og er nå allemanns eie.

Det er alminnelig kjent at Onsager (17. Desember 1932) søkte om å få forsvare sitt grunnleggende arbeide «Reciprocal Relations in Irreversible Processes» (1. del publisert i Physical Review *37* s. 405-26, 15. Febr. 1931, 2. del ibid. Bd. *38* s. 2265-79 15. Desember 1931) for doktorgraden ved N.T.H. Videre er det kjent at søknaden ikke ble innvilget — men heller ikke direkte avslått idet Høgskolen svarte: «Det henstilles til Ingeniør Onsager å utarbeide en mer avsluttet og detaljert fremstilling av problemet og å innsende denne til bedømmelse». Dette synes gåtefullt, for fremstillingen i Physical Review er også til formens side meget vakker og klar. Riktignok var det vel ved Høgskolen bare Holtsmark og Sandved som kunne forstå den. Ulykkeligvis ble Holtsmark som ville ha gått sterkt inn for avhandlingen ikke tatt med på råd.

Det er på det rene at den ett-årige tidsfrist var overskredet — som den gang gjaldt for innsendelse av et doktorarbeide etter at det var publisert. Har man av velvilje forsøkt å finne en utvei ut av dette ved å returnere avhandlingen til omarbeidelse? Det er vel ikke usannsynlig, for av kjemikernes tilrådning til Høgskolen ser man at de verdsatte Onsager og hadde stor tillit til avhandlingens kvalitet selv om de ikke kunne lese et slikt arbeide i ren teoretisk fysikk.

Uansett hva årsaken kan ha vært til at det gikk som det gikk så tok Onsager det hele med opphøyet saktmodighet. Han kom til å få sin doktorgrad ved Yale (1935) for noe helt annet, nemlig et stort memoir om Mathieufunksjoner. Det skal på et visst tidspunkt være blitt fisket opp av Onsagers arkiv og promovert av matematikerne.

Bidragene til elektrolytteorien og teorien for de irreversible prosesser ville allerede være nok til å plassere Lars Onsager blant de fremste teoretiske fysikere i vår tid. Men han kom til å gjøre andre bedrifter av lignende størrelsesorden. I 1944 viste han at et todimensjonalt krystalgitter kan være ferromagnetisk. Det er et av de vakreste arbeider i hele den teoretiske fysikk. Og det er et av de få sikre holdepunkter man foreløpig har i teorien for faseomvandlinger. I dette problem utfolder Onsager sin matematiske virtuositet i full glans.

Samtidig la han for dagen enda mere enn vanlig hvor uhyre tilbakeholdende han er med å publisere sine oppdagelser. Løsningen av det todimensjonale gitterproblem ble først gitt som en diskusjonsbemerkning etter et foredrag i New York Akademiet allerede i 1942. Den ble publisert i 3 store avhandlinger fra 1944 og utover. Men et spesielt og meget vanskelig resultat — formelen for den spontane magnetisering av dette

gitteret — kom Onsager aldri til å publisere. Derimot skrev han sin formel opp på tavlen under en konferanse om faseoverganger ved Cornell University høsten 1948. Den ble en utfordring og mange er det nok som har prøvet på å utlede resultatet. Den første som fikk det til synes å ha vært den senere Nobelpristager C. N. Yang, som publiserte en komplisert utledning av formelen, men det var i 1952, fire år senere. Heller ikke er det lykkes noen å finne en løsning som er enkel, hvis da ikke Onsager selv skulle ha en.

Også til et klassisk felt som Hydrodynamikken har han gitt dypt originale bidrag. Det gjelder den statistiske teori for Isotrop Turbulens (1945) som også uavhengig er utviklet i andre versjoner av Kolmogorov, Heisenberg og andre. Men listen over bidrag til sentrale problemer av største vanskelighetsgrad er ikke uttømt med dette. Det står enda minst to igjen: Bidragene til teorien for flytende Helium (1946) og Fluxkvantiseringen ved Supraledning (1954).

I de siste år har Onsager vendt tilbake til sitt gamle problem om elektrisk ledning i vanlige systemer fra en ny synsvinkel. Men nå er det oppløsningsmidlets egen evne til å lede elektrisiteten som interesserer ham. Hans nye teori forbinder ladningstransporten i vannet med et visst nettverk av 'proton-broer' som uopphørlig bygges opp og brytes av mellom de nøytrale vannmolekyler. Et påtrykt ytre felt bevirker da en drift eller et slags stafettløp med ladning i feltets retning.

Såvidt jeg vet er det ikke publisert noe sammenfattende om dette enda. Men det foreligger en del eksperimenter i sakens sammenheng som er utført på tilskyndelse av Onsager. Denne teorien skal visstnok også ha biofysiske aspekter.

Hva som er det viktigste for en teoretisk fysiker, om det er innsikt i fysikken eller om det er matematisk kraft er ikke godt å si. Onsager besitter i hvert fall begge deler. Hans innføling i fysiske fenomener og hans encyklopediske viten er helt utrolig. Til dette kommer så dyp matematisk dannelse og sjeldne algoristiske evner. Da Kramers ble æresdoktor ved Universitetet i Oslo i 1945 fortalte han nyheten om teorien for irreversible prosesser. Han sa da om Onsagers arbeider: «De inneholder alltid noget dypt, noget enkelt og noget djevelsk utspekulert!»

De fleste av Onsagers arbeider må vel sies å være studier i Teoretisk Fysikk, om han enn er professor i Teoretisk Kjemi. Eller for å citere en fysiker som vil være anonym: «Even prolonged association with chemists could not corrupt this mind!»

Under alle omstendigheter er det en inderlig glede både for kjemikere og fysikere at Nobelprisen i Kjemi i år går til Lars Onsager som i en så enestående grad har beriket begge vitenskaper.

Bøker

Z. Vintr: Transmutations of Nuclei. Iliffe Books Ltd., London 1968. 118 sider, heftet. Pris 15 sh.

Heftet som er nummer 8 i serien Physics Paperbacks, er et forsøk på å kondensere Evans «The Atomic Nucleus» ned til ca 1/10 både i volum og pris.

I første kapittel gis en kort, men, bokens elementære nivå tatt i betraktning, tilstrekkelig beskrivelse av elementærpartiklene og det som karakteriserer dem. Etter en gjennomgåelse av ladete og uladete partiklers og fotoners vekselvirkning med materien, kommer et innholdsrikt kapittel om de forskjellige typer strålingsdetektorer.

I disse to første tredjedelene av boken er behandlingen relativt fyldig, mens den i den siste tredjedelen om radioaktivitet og kjernereaksjoner, som man ifølge tittelen skulle ventet var hoveddelen, er heller knapp. Særlig for reaksjonenes vedkommende innskrenker boken seg for en stor del bare til å forklare terminologien.

Framstillingen er rent beskrivende uten å gå vesentlig i dybden. Av forkunnskaper kreves det svært lite. Kjenner en til Bohrs atommodell, er en godt rustet..

Det virker som både forfatter og oversetter har hatt det noe for travelt til å se ordentlig over det de har skrevet: Om man vil kalle $\sqrt{j(j+1)}\hbar$ for størrelsen av den totale dreieimpuls, er en smaksak, men når man så i samme setning sier at den for fermioner bare kan ha halvferdige verdier, er det galt. Videre er det flere enn to forskjellige mesoner som er ansvarlige for den sterke vekselvirkningen mellom baryonene. Ett diagram mangler enhetene, mens et annet som har enhetene, mangler tallverdiene langs koordinataksene.

Men på tross av litt vel mange slike slurvefeil, er boken vel tjenlig som innføring i deler av den elementære kjernefysikk.

F. Bakke.

Anvendelser av holografi

Ole J. Løkberg

Når jeg nå skal gi en oversikt over de mest aktuelle anvendelser av holografien, er det med et hemmelig håp om å få bukt med den vanlige oppfatning at holografien er en optisk kuriositet som hovedsakelig benyttes til å fremvise tredimensjonale bilder av terninger og leketøystog. Det er beklagelig at holografidemonstrasjoner selv i dag har en tendens til å konsentrere seg om hologrammets fascinerende avbildende egenskaper uten å understreke dets tekniske muligheter.

Hologrammet som avbildende element

En holografisk rekonstruksjon gir en korrekt gjengivelse av det originale objekt. Hologrammet egner seg derfor glimrende til demonstrasjon av gjenstander som en ikke ønsker eller kan fjerne fra sitt oppholdsted. Museer kan f.eks. sende hologrammer på utstillinger istedenfor de virkelige, uerstattelige gjenstander. Fremtidens skolebøker vil inneholde hologrammer som illustrerer f.eks. oppbygningen av innviklete molekylstrukturer. Det er forholdsvis enkelt å ta et plant hologram som viser objektet fra alle kanter, slik at vi ved å bevege hodet eller filmplaten kan få en fullstendig oversikt av objektet.

Holografiens største kommersielle mål er imidlertid å virkeliggjøre det tredimensjonale fargefjernsyn som skal gjøre alle dyrt innkjøpte konvensjonelle fjernsynsapparat umoderne. Ser vi på den informasjonsmengde som ligger i et hologram, vil vi imidlertid oppdage at en TV-overføring vil kreve en bandbredde som er over tusen ganger større enn den som står til rådighet i dag. Dette kravet kan imidlertid reduseres betraktelig med optiske og elektroniske teknikker slik at selve overføringen av hologrammer i TV ikke synes utenkelig. Men selv om overføringsproblemet synes mulig å løse, så melder et nytt problem seg: Hva slags hologrambilder skal vi overføre? Benytter vi en kontinuerlig laser som belysningskilde vil opptak av levende personer være umulig på grunn av stabilitetskravet. Selv med de kraftigste kontinuerlige lasere vil opptakene begrense seg til ubevegelige ting. Vi må formode at en TV-seer vil kunne styre sin begeistring hvis han bare fikk se program med leketøystog og kanskje litt dukketeater i blant. Bruker vi pulset laser under opptakene kan eksponeringstiden senkes ned til nanosekundområdet og lavere. Det er tilstrekkelig til å stoppe menneskelige bevegelser slik at vi får et skarpt interferensbilde på filmplaten. Derimot ville antakelig aktørene være mindre begeistret over å bli belyst med gigantlyspulser. Løsningen synes å ligge i en registreringsmetode som opprinnelig ble foreslått av Lippmann i 1908 (1, 2). Denne metoden bygger ikke på interferensprinsippet og krever derfor ikke koherent lys ved opptaket. Det kan således gjøres opptak med vanlig daglys som lyskilde. Metoden kan sammenlignes med vanlig fotografering, men linsen som benyttes er en såkalt fluelinse, d.v.s. en linse som består av mange linser med kort brennvidde. Det som utnyttes er at hver mikrolinse vil gjengi objektet sett fra forskjellig vinkel. Det vil føre for langt å beskrive metoden i sin helhet her, de som er interessert i en fullstendig beskrivelse henvises til ref. (1-4).

Holografisk interferometri

Bølgefronten som reflekteres fra (eller transmitteres av) et objekt, inneholder opplysninger om objektets form, posisjon i rommet og optiske egenskaper. Ved hjelp av holografien registrerer vi disse opplysninger og kan senere rekonstruere dem. Denne egenskap gjør holografien meget godt egnet til alle typer interferometriske målinger (5). Det virkelige nye ved den holografiske interferometri er at den gir oss muligheten til å direkte sammenligne objektbølger som eksisterte ved forskjellig tidspunkter. Hvis bølgefrontene er forskjellige, vil det oppstå interferensstriper og av disse kan vi beregne de egentlige forandringer av objektet. Det er to teknikker som brukes til å frembringe og sammenligne de to objektbølgene: på en-

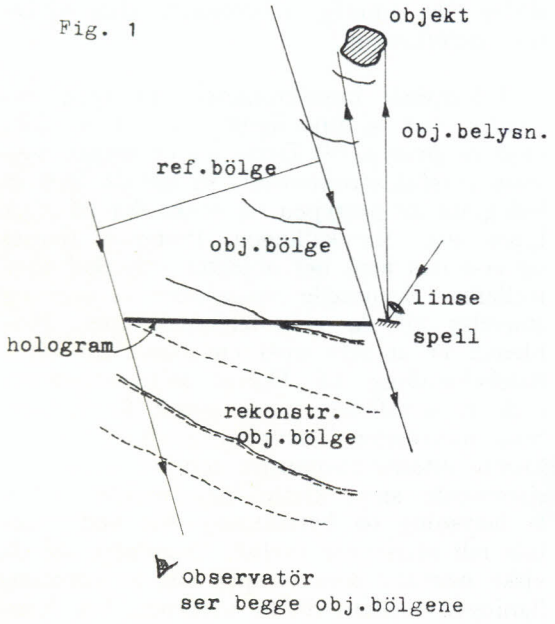


Fig. 1

gelsk betegnet som «Real-time interferometry» og «Frozen-fringe interferometry».

Ved den første metoden tar vi først et hologram av objektet i referansetilstanden, d.v.s. uten påvirkninger av noe slag. Den fremkalte hologramplaten settes deretter tilbake på nøyaktig samme plass som den sto under opptaket. Referansebølgen vil nå rekonstruere objektbølgen med de egenskaper den hadde under opptaket. I tillegg vil også den virkelige objektbølgen komme ut av hologrammet da vi fremdeles belyser objektet (fig. 1). Vi kan nå forutsette at objektet og de øvrige komponenter i hologramoppsettet ikke har forandret seg i tiden mens hologrammet ble fremkalt. Da vil den rekonstruere og den virkelige objektbølge være like og interferens vil ikke kunne observeres. Introduserer vi forandringer i objektets form eller dets optiske egenskaper (f.eks. tetthetsvariasjoner i gasser) vil den virkelige objektbølgens fase forandres. Det vil oppstå synlig interferens mellom den og den rekonstruerte bølge. Hvis vi nå kan bestemme de forskjellige interferensstripers orden, er det mulig å beregne den absolutte forandring av objektet. Dessverre vil det ofte finnes interferensstriper allerede før objektet forandres. Disse stripene skyldes krymping av filmemulsjonen under fremkallingsprossessen, ukorrekt tilbakesetting av hologramplaten og evt. forandringer i objekt og komponenter. Disse uønskede interferensstripene kompliserer beregningen av den påtrykte forandring. Vi er imidlertid i stand til å avgjøre hvilken retning en deformasjon av objekter har. Hvis objektet forskyves i en retning, vil interferensstripene bli tettere der hvor deformasjonsretningen er den samme som forskyvningens, mens de blir grovere der deformasjonen har motsatt retning.

Ved den andre metoden tar vi et dobbelt hologram på den samme filmplaten. Den første eksponeringen gjøres med objektet i referansetilstanden. Deretter gir vi objektet den ønskede forandring og eksponerer på nytt. Hver eksponering er halvparten av normal eksponeringstid. Det vil nå rekonstrueres to litt forskjellige objektbølger og vi vil se objektet overlagret interferensstriper. Vi har her fått en permanent registrering av de forandringere som objektet har gjennomgått. Disse interferensstripene vil ha meget høy kontrast da de to objektbølgene vil ha samme intensitet og samme polarisasjonsplan (fig. 2). Filmkrymping vil her ikke gi opphav til uønskete striper da begge bølgene vil bli like mye påvirket.

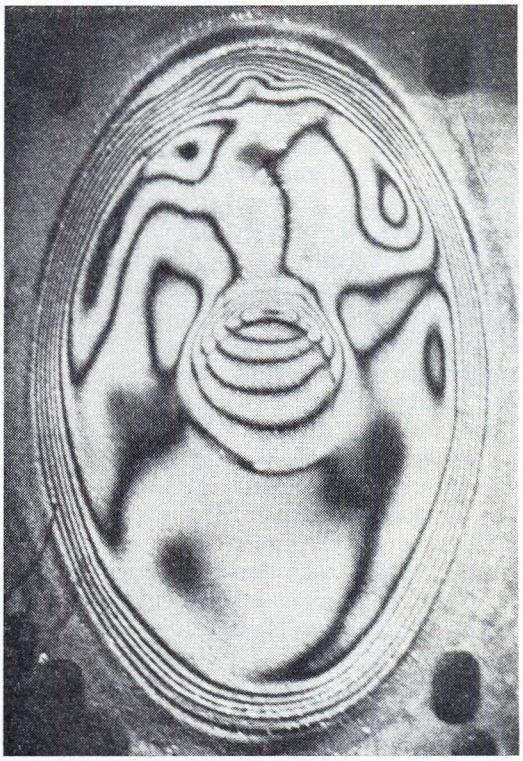


Fig. 2 Interferensstriper som viser deformasjon av høytalermembran p.g.a. en meget liten likespenning. Hver stripe representerer en forandring på ca. 0,4μ.

Denne siste metoden er særlig velegnet til registrering av hurtige forandringer i objektet, f.eks. trykkbølger omkring projektiler, tetthetsvariasjoner i gasser på grunn av utladninger og lignende (6). Ved å benytte en pulset laser under opptaket kan vi få eksponeringstider på noen få nanosekunder eller lavere slik at selv de hurtigste forandringer kan stoppes.

En stor fordel med begge metodene er at vi ikke behøver å bruke høykvalitetsoptikk for å drive interferometri. Det ville for eksempel være umulig å registrere tetthetsvariasjonene i gassen inne i en vanlig glødelampe ved hjelp av konvensjonell interferometri. Variasjonene i glassveggens tykkelse vil — målt i bølgelengder — være meget store og uregelmessige. De vil derfor gi et interferensmønster som fullstendig vil ødelegge det interferensmønster vi egentlig ønsker å studere. Ved holografisk interferometri vil glassveggen gi samme bidrag til objektbølgen både i referansetilstanden og i den tilstand vi ønsker å måle (forutsatt at ikke veggen utvider seg p.g.a. varme). Virkningen fra glassveggen vil derfor oppheves og den vil ikke gi uønskede interferensstriper.

Vi kan også bruke holografisk interferometri til å studere deformasjoner av objekter med vilkårlig form og overflatestruktur (7). Dette er naturligvis umulig ved hjelp av vanlige interferometre hvor bare optiske glatte overflater med enkel geometrisk form kan benyttes. I praksis blir det imidlertid meget tidskrevende og kopmlisert å beregne seg frem til deformasjonene ut i fra interferensmønsteret. Teoretisk er det enkelt idet en optisk veilengdeforskjell på n hele bølgelengder gir n-te ordens striper. Vet vi da hvor nullte ordens stripe befinner seg, kan vi bare telle opp til den aktuelle orden. Dette forutsetter imidlertid at vi kan avgjøre hvordan interferensordenen øker eller minker over objektet. Dessuten vil vi ikke måle den virkelige deformasjonen av overflaten ved denne metoden, men den komponent som ligger langs halveringsvinkelen mellom belysnings- og betraktningsretning. Flere målinger fra forskjellige betraktningsretninger (og helst med forskjellig belysningsretning) er derfor nødvendig for entydig å bestemme deformasjonen i et punkt på objektoverflaten. Enda mer problematisk er det hvis hele objektet har forskjøvet seg i tillegg til deformasjonen. Vi kan da ikke lokalisere noen nullte ordens striper. Dermed blir det meget vanskelig eller umulig å bestemme dem virkelige deformasjon.

Holografisk interferometri kan også anvendes ved sammenligning av et produkt med en protyp. (8) Dette gir en meget nøyaktig produksjonskontroll. Vi tar da først et hologram av protypen og setter det på plass igjen etter fremkallingen. Protypen fjernes og erstattes med det objektet som skal kontrolleres. Eventuelle variasjoner i form og størrelse vil da gi interferensstriper. Problemet er at selv med en meget fin overflatebehandling vil likevel mikrostrukturen i de to overflatene være optisk forskjellige. Små ujevnheter i overflatene vil gi høyfrekvente interferensmønstre som vil virke som sjenerende støy. Dette kan unngås ved å la belysning og betraktning skje ved praktisk talt streifende innfall. Overflaten vil da virke nærmest som et speil slik at sammenligningen mellom de to objektene kan foretas.

Det er også foreslått å foreta denne kontrollen av objektets form ved å legge interferensstriper over objektet. Disse stripene skal da representere konstant dybdekonturer. Vi kan oppnå denne effekten på flere måter, f.eks. ved en dobbelteksponering hvor objektet er neddyppet i væsker med forskjellig brytningsindeks under de to eksponeringene. Ved rekonstruksjonen vil vi få to koherente objekter som er forskjellig bare i longitudinal forstørrelse. Interferens mellom de to bølgene resulterer i at vi ser objektet overlagret interferensstriper som representerer konstante dybdekonturer.

Vibrasjoner er periodiske deformasjoner av overflaten. Ved å kombinere «real-time» interferometri og stroboskopi og det derfor mulig å bruke holografi til vibrasjonsanalyse (9). Vi tar da et hologram av objektet i ro og setter det på plass etter fremkallingen. Ved hjelp av en elektronisk lysmodulator sørger vi deretter for at laseren belyser det svingende objekt og hologrammet bare når utsvinget er maksimalt. Vi vil da se et stabilt interferensmønster som viser form og størrelse på utsvinget. Vi kan også variere fasen mellom den spenning som eksiterer objektet og den som virker på modulatoren. Dette fører til at objektet belyses i forskjellige faser av utsvinget og vil vi se svingningene i langsom kino. Ulempen ved denne metoden er at den krever meget kraftige lasere da mesteparten av lyset går tapt i modulatoren.

Det stilles generelt meget strenge stabilitetkrav til objektet under et holografiopptak. En bevegelse på $\lambda/8$ er tilstrekkelig til at vi får en dårlig rekonstruksjon. Ut fra dette er det fristende å tro at objekt som vibrerer med amplituder på $\lambda/16$ eller mere vil gi elendige rekonstruksjoner. I virkeligheten er overgangen fra rekonstruksjon til ikke-rekonstruksjon en komplisert funksjon avhengig av bevegelsens art og amplitude (10). Ved en sinussvingning vil vi ved rekonstruksjonen se objektet overlagret lyse og mørke partier. De lyse partiene svarer til deler av objektet som svinger med en tilnærmet en halv bølgelengdes amplitude eller multipla av det. Hvis belysning og betraktning er i bevegelsesvektorens retning, vil den eksakte lysfordelingen I over objektet være gitt ved

$$I = I_0 \cdot J_0^2 \left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right) \tag{1}$$

her er I_0 = lysintensiteten ved null utslag
J_0 = Besselfunksjon av nullte orden
d = utslaget
λ = laserlysets bølgelengde

Da maksima i Besselfunksjonen minker etter hvert som argument øker, vil kotene for konstant utslag bli mindre intense ettersom svingeamplituden øker. Fig. 3a og b viser rekonstruksjonen av et membran som er påtrykt en sinusspenning med frekvens henholdsvis 4650 Hz og 15500 Hz. De lyseste områdene tilsvarer de delene av membranet som er i ro (knuter). Vi ser også hvordan amplituden øker i bukene.

Det er interessant å merke seg at en ren lineær bevegelse av objektet også vil medføre en variasjon av lysintensiteten under under rekonstruksjonen. Lysfordelingen vil her følge $\left(\frac{\sin x}{x}\right)^2$ — funksjon hvor x er proporsjonal med utslaget. Denne funksjonen har meget svake bi-maksima, slik at det er begrenset hvor store bevegelser vi kan måle.

Hologrammet som optisk element

Vi har hittil bare sett på anvendelser av den rekonstruerte bølgen som er identisk med den opprinnelig objektbølgen. Vi får imidlertid også rekonstruert en objektbølge

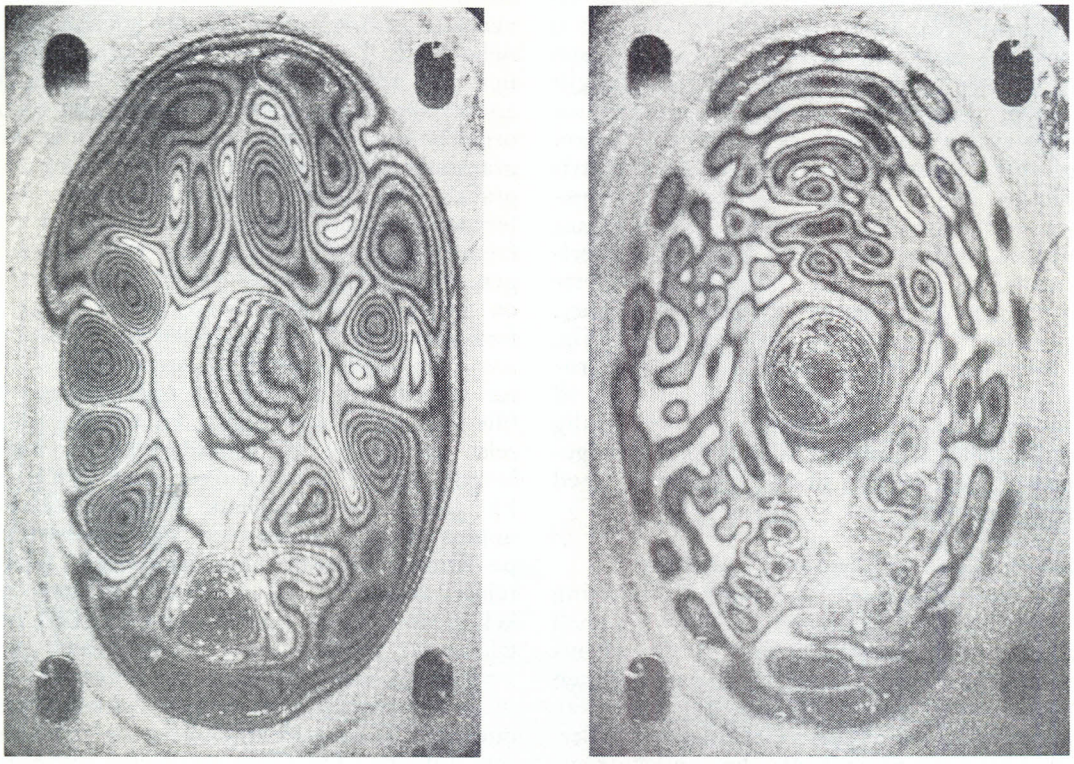
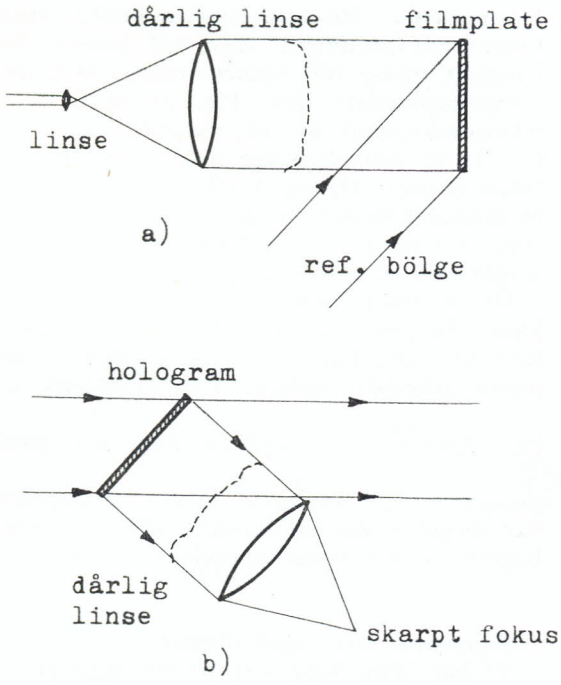


Fig. 3 Svingebilder til høytalermembran ved a) 4650 Hz - 0,5 B og b) 15500 Hz - 4V



som har en bølgefront med *motsatt* krumming. Denne konjugerte bølgen kan vi bruke til å forbedre kvaliteten av bølger som kommer ut av optisk dårlige media, f.eks. en enkel linse (11). Vi tar da et hologram av den forvrengte bølgen som kommer ut av linsen (fig. 4a), en godt korrigert linse ville ha gitt en plan bølgefront. Ved rekonstruksjonen sender vi den konjugerte bølgen inn på linsen. (fig. 4b) Linsefeilene vil nå virke «korrigerende» slik at vi får ut en perfekt bølgefront som konvergerer til et skarpt fokus. Metoden befinner seg ennå bare på eksperimentstadiet, men den har gitt markerte forbedringer av dårlige linsers egenskaper. I praksis er det uheldig at oppsettet på fig. 4b ikke har aksial symmetri, dessuten brukes en liten del av det innfallende lys til selve avbildingen. Det har også vært mulig å bruke dette prinsippet til å forbedre bølgefrontene som sendes ut av rubinlasere med dårlige rubiner.

Hologrammets registrerende egenskaper

Et holografiopptak er ingen avbildning av objektet på filmplaten i konvensjonell forstand, men en registrering av bølgefronten. Derfor kan vi ved rekonstruksjonen fokusere øyet på de forskjellige deler av objektet som om objektet fremdeles sto der. Holografien gir på en måte den optiske registrering en ny dimensjon. Det blir f.eks. mulig å registrere fordeling og størrelse av mikropartikler i et eneste opptak, mens vi ved konvensjonell fototeknikk måtte ta mange foto på grunn av linsens meget begrensete skarphetsdybde. Dette ble utnyttet i det første kommersielle «hologram-kamera» som ble benyttet til registrering av partikler i luften (12). Som lyskilde ble det benyttet en pulset laser slik at selv partikler med meget stor hastighet kunne registreres. Ved rekonstruksjonen vil partikler helt ned i 2-3 μ størrelse gi brukbare bilder. Registreringsdybden for partikler i denne størrelsesorden er over 0,5 cm, det vil si nesten 10^3 større enn med kovensjonell fotografering gjennom mikroskop.

Det forskes også intenst for å utnytte holografien i vanlig mikroskopi (13, 14). Rent intuitivt skulle en tro at hologrammet med sin store aperture ville kunne konkurrere med mikroskoplinsene i oppløsningsevne. Det viser seg imidlertid at det er en rekke faktorer som bidrar med støy ved rekonstruksjonen. I fremtiden vil man sikkert finne metoder som reduserer denne støyen og gir meget høytoppløsende hologrammikroskop. Likevel vil neppe slike instrument bli noe alvorlig alternativ til konvensjonelle mikroskop når det gjelder alminnelig bruk. De vil imidlertid være uunnværlige ved mikroskopering av medier som forandrer seg hurtig i tid og sted, f.eks. mikroorganismer i oppløsninger. Et fremtidig hologrammikroskop vil ikke benytte vanlig fotografisk film, men i stedet registrere interferensmønstret i lysfølsomme krystaller hvor fremkallingen skjer samtidig med belysningen. Påvirkning av lys fører enten med seg en svertning (fotokromisk glass) eller en forandring av brytningsindeksen (litiumniobat). Et ideelt krystall vil være følsomt bare for ultraviolett lys slik at oppløsningsevnen blir stor og vi kan oppnå en tilleggsforstørrelse på grunn av forandringen av bølgelengde når vi rekonstruerer med synlig lys. På grunn av krystallets tykkelse vil flere opptak kunne registreres og rekonstrueres på samme krystall uten gjensidige forstyrrelser. Krystallet må da dreies en liten vinkel mellom hvert opptak. Omlag 1000 opptak er det allerede i dag mulig å lagre på et krystall på størrelse med en sukkerbit. Når vi så har registrert en prosess behørig, kan vi etterpå i ro og mak undersøke de rekonstruerte bildene. De viser naturligvis forholdene

i hele objektets dybde og ikke bare i meget lite område rundt fokus som tilfelle med et vanlig mikroskop. Vi kan naturligvis lagre krystallet som en vanlig registrering, eller hvis det viste seg at det inneholdt lite interessant, kan vi lett viske ut interferensmønstrene ved f.eks. en kort oppvarming. Krystallet er dermed klart for nye opptak.

Holografisk datalagring

Det har meget lenge vært fremstilt filmemulsjoner med så stor oppløsningsevne at avbildningslinsens oppløsningsevne vil sette grensen for den informasjonsmengden som kan lagres på en slik filmplate. Først med holografien kan disse filmtypenes egenskaper utnyttes fullstendig. Særlig imponerende blir lagringskapasiteten når det brukes tykkere registreringsmedia slik at flere objektbølger kan lagres i samme volum. Informasjonsmengden som oppbevares blir da så stor at enkelte forskere har antydet at den menneskelige hukommelse kanskje bygger på holografiske prinsipper. Beregninger har da også vist at det faktisk er mulig å forklare hjernens enorme kapasitet på den måten.

En annen ting som gjør hologrammet godt egnet til lagring av data, er at informasjonen om et symbol ikke er fokusert på et sted, men er spredt over hele flaten. Derfor vil støv og rifter i filmen gi bare en uvesentlig degradasjon av bildents kvalitet ved rekonstruksjonen, Ved vanlig mikrofotografering vil naturligvis slik støy kunne medføre tap av viktig informasjon.

Vi kan kombinere hologrammets lagringskapasitet med dets filtrerende egenskaper (15) og får dermed en meget effektiv symbolsøker. En slik optisk filtreringsenhet vil på meget kort tid kunne sammenligne et mistenkelig fingeravtrykk med millioner av lagrede avtrykk, og gi beskjed om hvilke som har størst likhet.

En optisk regnemaskin kan teoretisk bli mye hurtigere enn en elektronisk. Likevel vil det nok gå en tid før den optiske blir noen alvorlig konkurrent (untatt på spesielle områder som symbolsøkning, mønstergjenkjenning og lignende). De optiske registreringsmedia er ennå ikke tilstrekkelig utviklet.

Holografi ved andre bølgelengder

Alle bølger som kan gi et interferensmønster som vi kan detektere, kan også benyttes i holografien. Vi overfører da som regel interferensmønsteret til tilsvarende lysvariasjoner som deretter fotograferes med en passende målestokk på en filmplate. Rekonstruksjonen kan da skje med synlig lys slik at vi kan se bølgen som ble reflektert fra eller transmittert av objektet.

Gabors intensjon var egentlig å benytte røntgenstråler under hologramopptaket for deretter å rekonstruere med lys (16). Han håpet dermed å oppnå forstørrelser på nesten en million. Merkelig nok har forskningen på dette opprinnelige området hatt liten fremgang. En del av forklaringen er kanskje at elektronmikroskopet er blitt så perfeksjonert at behovet for et røntgenmikroskop i grunnen ikke er så aktuelt lenger. Dessuten er utviklingen av tilstrekkelig kraftige koherente røntgenkilder ennå ikke kommet særlig langt.

Leith og Upatniek arbeidet med problemer innen radaravbildning da de fant ut at prinsippet for syntetisk radar kunne overføres til lysbølger og dermed gi moderne holografi (17). Ved denne radartypen sender et fly ut radarpulser mens det flyr i en rett linje langs bakken. De reflekterte pulser registreres og overlagres en fast elektronisk referanse slik at vi får interferens. Den resulterende interferens overføres så ved hjelp av komplisert elektronikk og optikk til en film. Ved belysning av filmen får vi rekonstruert et forbløffende detaljerikt bilde av det landskapet som ble registrert (18).

Det knytter seg også meget stor interesse til utviklingen av det akustiske hologram (19). Her benyttes lydbølger i 1 til 1000 MHz området. Den resulterende lydinterferens kan nå registreres direkte på lydfølsomme filmer, men disse har lite kontrast, meget lav følsomhet og er ikke-lineære. Derfor skjer vanligvis registreringen ved at vi scanner lydfeltet med en elektronisk detektor som overfører trykkvariasjonere til tilsvarende lysvariasjoner på en katodeskjerm. Vi kan også la objektet befinne seg under vann slik at vi kan fotografere de stående bølgene på overflaten som skyldes interferens mellom de spredte lydbølger fra objektet og en referenselydkilde. Foreløbig har de rekonstruerte bilder fra akustiske hologram vært mindre imponerende. Imidlertid satser både U.S.A. og Sovjet mye på å perfeksjonere den akustiske holografiteknikk på grunn av dens militære og økonomiske muligheter. Akustisk holografi vil kunne brukes til deteksjon av lege-

mer under vann, til leting etter mineral- og oljeforekomster og ved medisinske undersøkelser av indre organer.

Referanser

[1] *G. Lippmann:* Compt. Rend. 146, 446 (1908)
[2] *G. Lippmann:* Journ. de Physique, 7, 821, (1908)
[3] *R. J. Collier:* Physcis Today, 21, No. 7, 55, (1968)
[4] *R. V. Pole:* Appl. Phys. Letters, 10, 20 (1967)
[5] *K. J. Stetson og R. L. Powell:* J. Opt. Soc. Am, 56, 1161, (1966)
[6] *L. O. Heflinger m. fl.:* J. Appl. Phys. 37, 642 (1966)
[7] *K. A. Haines og B. L. Hildebrand:* Appl. Opt. 5, 595 (1966)
[8] *E. Archbold m. fl.:* J. Sci. Instr., 44, 498 (1967)
[9] *E. Archbold og A. E. Ennos:* Nature, 217, 942 (1968)
[10] *K. J. Stetson og R. L. Powell:* J. Opt. Soc. Am., 55, 1593 (1965)
[11] *J. Upatnieks m. fl.:* Appl. Opt., 5, 589 (1966)
[12] *B. J. Thompson m. fl.:* J. Opt. Soc. Am., 55, 1566 (1965)
[13] *E. N. Leith m. fl.:* J. Opt. Soc. Am., 55, 981 (1965)
[14] *R. F. van Lighten og H. Osterberg:* Nature, 211, 282 (1966)
[15] *K. Dybvik:* Fra Fysikkens Verden, nr. 3, 1 (1968)
[16] *D. Gabor:* Proc. Roy. Soc. Am. 197, 475 (1949)
[17] *E. N. Leith og J. Upatnieks:* J. Opt. Soc. Am., 52, 1123 (1962)
[18] *E. N. Leith og A. C. Ingalls:* Appl. Opt.., 7, 539 (1968)
[19] *G. Massey:* IEEE Trans. Sonics and Ultra Sonics, SU-15, 141 (1968)

Bøker

Hannes Alfvén: Verdener og antiverdener, Kosmologi og antimaterie. Cappelens Realbøker. J. W. Cappelens forlag, Oslo 1968. Oversatt fra svensk av Brynjulf Valum. 134 sider, heftet.

Hannes Alfvén er internasjonalt kjent for sitt arbeid med kosmologiske problemer, og i denne boken fremstiller han sine idéer (utviklet sammen med O. Klein) om universets utvikling i populærvitenskapelig form. Elementærpartikkelfysikerne har i de siste tiår påvist en ny form for symmetri, nemlig at det til hver partikkel korresponderer en antipartikkel som delvis har samme egenskaper som partikkelen (f. eks. størrelsen av massen) og delvis har «motsatte» egenskaper (f. eks. er ladningene like store, men har motsatt fortegn). Det er dermed mulig å ha en verden laget av bare antimaterie som ville se ut og funksjonere presis på samme måte som den verden vi lever i. Materie og antimaterie vil ved kontakt annihilere hverandre, og i en voldsom eksplosjon vil store energimengder frigjøres. Fredelig sameksistens mellom en verden og en antiverden er imidlertid mulig om de holdes adskilte. Alfvén foreslår at universet har symmetri mellom partikler og antipartikler i den forstand at det er like mye av begge. Han antar at på et gitt tidspunkt eksisterte en jevn, meget tynn blanding av partikler og antipartikler. Han lar dette ambiplasma utvikle seg etter de kjente fysiske lover, og undersøker om resultatet likner det univers vi i dag ser omkring oss. Med det sparsomme eksperimentelle materiale som eksisterer i kosmologien kan lite sies om sannhetsgehalten i Alfvéns idéer, men hans kosmologiske modell synes like tilforlatelig og vel så interessant og stimulerende for fantasien som de andre som fins på markedet.

Alfvén presenterer sitt stoff godt og boken kan leses av alle. Det gjøres greie for de viktigste idéer og fakta som vi i dag kjenner om vårt univers. Den anbefales for alle som ikke er for jordnære.

Kjell Mork.

Kleen und Müller (ed.): «LASER», Springer-Verlag, Berlin, 1969, 567 sider, 361 figurer, pris DM 108,-.

Utstyrt med sin bekjente dødsforakt har seks tyske vitenskapsmenn begått den uhyrligeht å gi en fullstendig innføring i laserfysikken, - herav den lakoniske titelen. I betraktning av den rivende utviklingen innen dette forskningsfeltet må oppgaven prinsipielt ansees som umulig, noe som bestyrkes av de mange mislykte forsøk på det samme. Ikke desto mindre: Bokens fullstendighet er blitt dens styrke, dens volum gjenspeiler også en saklig tyngde.

Utgiveren har villet skrive en bok leselig for alle som arbeider med lasere, dvs. både for elektroingeniører og fysikere. Etter en kort innledning går man derfor rett løs på spektrene for laseraktive stoff, for bl.a. å gjøre boken «internt konsistent». Fremstillingen begrenser seg her som senere til klassisk og halvklassisk kvanteteori. To generelle og utførlige kapitler om optiske resonatorer og laserens dynamikk leder over til behandlingen av de tre hovedtyper lasere. Særlig egnet til nytelse er kapitlet om gasslasere, som takket være de rike mulighetere til eksitasjon danner en stor og fasettert gruppe, hvor forfatteren ikke synes å ha glemt noen. Modulasjon er gitt et eget kapitel, og reflekterer vel herrenes bakgrunn fra Siemens-laboatoriene.

Sterkest fremhever boken seg i de to siste kapitlene. Til belysning av koherensbegrepet finner man her - endelig! - en leseverdig omtale av dets motpol støy, noe som beriker tilegnelsen i stor grad. F.eks. utledes linjebredden til en laser ganske i detalj. Likeså vil selv en som arbeider innen feltet med utbytte kunne studere siste kapitel, anvendelser.

Verket kan tjene både som håndbok og lærebok. Det inneholder mengder av teknisk informasjon, tabeller og diagrammer. Den teoretiske behandlingen virker balansert og tilfredstillende. Innenfor den rammen man har satt seg, synes i det hele tatt intensjonene å være innfridd.

Svein Otto Olsen

Poyntings vektor

T. Grotdal

Leserne vil antagelig stusse når de ser overskriften — Poyntings vektor — for den kan det da umulig være grunn til å skrive mere om. Den er velkjent fra alle lærebøker og kurser i elektromagnetisme, og alle med kjennskap til dette emnet vet at den i størrelse og retning gir et uttrykk for flux av elektromagnetisk energi. Likevel er det en liten detalj som ofte blir oversett, og som vi her skal ta for oss litt nærmere.

Vi skal anta at vi har et system som består av en eller flere stasjonære elektriske ladninger foruten permanente magneter som også ligger i ro. Ladningene setter opp et elektrisk felt $\vec{E}$, og magnetene gir opphav til et magnetfelt med intensitet $\vec{H}$. Der hvor disse feltene overlapper, vil Poyntings vektor $\vec{S} = \vec{E} \times \vec{H}$ få en endelig verdi. Til tross for det er det vanskelig å forestille seg at der skal foregå noen transport av energi. Hele systemet er i ro, og feltene er stasjonære.

I første omgang kan vi avfeie dette lille problemet ved å si at det ikke har noen mening å innføre Poyntings vektor i dette tilfellet. Det vi gjør, er bare å danne vektorproduktet av to feltvektorer som er helt uavhengig av hverandre, og resultatet blir en størrelse uten fysikalsk betydning.

En noe mere tilfredsstillende forklaring får vi ved å gå ut fra selve innføringen av Poyntings vektor for elektromagnetisme. Den skjer i forbindelse med utledningen av Poyntings teorem. Siden denne finnes i de fleste lærebøker om emnet, skal vi her bare merke oss det vesentlige poenget at det ikke er Poyntings vektor selv, men $\nabla \cdot \vec{S}$ som først dukker opp i utledningen. Integralet av $\nabla \cdot \vec{S}$ over et begrenset volum overføres ved hjelp av Gauss' integralsats til et overflateintegral av normalkomponenten til $\vec{S}$

$$\int_V \nabla \cdot (\vec{E} \times \vec{H})\, dV =$$

$$\int_A (\vec{E} \times \vec{H}) \cdot d\vec{A} = \int_A S_n \cdot dA$$

$\vec{S}$ blir så fortolket slik som nevnt i innledningen. Men det primære er altså $\nabla \cdot \vec{S}$, og det er derfor rimelig å undersøke hvordan uttrykket for divergensen til $\vec{S}$ blir i tilfellet med de stasjonære feltene.

Vi har generelt:

$$\nabla \cdot (\vec{E} \times \vec{H}) = \vec{H} \cdot (\nabla \times \vec{E}) - \vec{E} \cdot (\nabla \times \vec{H})$$

Maxwells ligninger for de stasjonære feltene er som kjent:

$$\nabla \times \vec{E} = 0 \text{ og } \nabla \times \vec{H} = 0$$

når der ikke er sanne strømmer $\vec{j}$ til stede som kilder til $\vec{H}$. Følgelig får vi at $\nabla \cdot \vec{S} = 0$ overalt i rommet i det aktuelle tilfellet. Det kan bare tolkes på den måten at der ganske riktig ikke foregår noen energitransport noe sted.

Det vil altså strengt tatt ikke være korrekt å si at Poyntings vektor alltid er et mål for fluxen av elektromagnetisk energi. Den kan nemlig inneholde en divergensfri komponent som ikke gir bidrag til fluxen. Dette skjer imidlertid bare i nærheten av slike stasjonære kilder, for vi vet at det stasjonære elektriske feltet avtar som $1/r^2$, mens det magnetiske varierer som $1/r^3$. Den komponenten av Poyntings vektor som skyldes disse feltene, vil derfor avta som $1/r^5$ og således fort miste sin betydning når vi fjerner oss fra kildene. Derfor vil den i alminnelighet ikke spille noen rolle, men det kan tross alt være nyttig å være oppmerksom på at den kan forekomme.

Cand. real Tryggve Grotdal er amanuensis i fysikk ved Universitetet i Bergen.

Bøker

Mantles of the Earth and Terrestrial Planets. *S. K. Runcorn F.R.S.* (Editor). Interscience Publishers, a division of John Wiley & Sons London-New York-Sydney 1967, 384 sider.

Romfart og bedre kjennskap til vår egen planet har ført til at planetastronomien er i høyeste grad «på moten» idag. Denne viteskap skjærer tvers over de gamle grensene mellom fagområdene, og en internasjonal ekspertgruppe fra så forskjellige fag som fysikk, astronomi, matematikk og geologi kunne våren 1966 sette hverandre stevne for å dele sine siste forskningsresultater ved et NATO advanced study symposium. Møtet ble holdt ved universitetet i Newcastle upon Tyne, og foredragene er nå tilgjengelige i en bok, redigert av professor S. K. Runcorn.

Foredragene er skrevet av vitenskapsmenn og beregnet for vitenskapsmenn, men mange av dem er holdt i så generell form at de har interesse også utenom fagforskernes krets. Vitenskapsmenn innen en rekke fag vil i denne samlingen finne verdifulle originale arbeider såvel som en nyttig oppslagsbok med en mengde referanser til viktige nye bidrag for forståelsen av de fysiske og kjemiske prosesser som har funnet sted ved dannelsen av Jorden og de nærmeste planetene.

En finner «siste nytt» om meteorittenes alder, geokjemi og mineralogi og en mengde nye data om planetenes fysiske egenskaper. Månen er behandlet i et eget avsnitt hvor en kan finne ikke mindre enn fire forskjellige artikler om månens opprinnelse.

Det har i de siste fem år blitt spekulert meget på hva jordens mantel består av, og mange av artiklene i boken er på et eller annet vis knyttet til dette problemet. Et avsnitt om geokjemiske indisier på sammensetningen av mantelen har utmerkete oversiktsartikler om fraksjonering av sjeldne jordartselementer, geokjemiske studier i verdenshavene og om de underlige olivenknollene i basalt — som av mange antas å være «sendebud» fra mantelen.

To artikler om kontinentalforskyvning avspeiler kontrovers ved tolkning av de paleomagnetiske data: har kontinentene virkelig flyttet på seg, eller er det bare polene som har vandret?

Resultatene av de siste års romferder har fått en bred plass i boken. Mariner IV's ferd til Mars er behandlet i fire artikler. Interessen for Månen's overflate avspeiles også. Amerikanerne er i ferd med å kartlegge Månen geologisk i målestokk 1:1 000 000 på grunnlag av fotografier og teleskopservasjoner. Grunnlaget for dette arbeidet og indikasjoner for lunar vulkanisme og forkastningstektonikk belyses i flere artikler.

Det siste avsnittet behandler thermal konveksjon i planeter. Det tar utgangspunkt i artikler om bruddsoner og dypfordelingen av jordskjelvsentra på Jorden og i eksperimentelle undersøkelser. Betydningen av ca. 2000 målinger av den varmemengde som strømmer opp til Jordens overflate, er vurdert i en egen oversiktsartikkel.

Betydningen av en bok som Mantles of the Earth and Terestrial Planets» ligger først og fremst i dens allsidighet. En kan i en slik bok ganske raskt orientere seg om mange av de problemer som idag er felles for vitenskapsmenn fra vidt forskjellige fagområder.

Inge Bryhni.

Gunnar Randers og Jan Døderlein: «Reaktoren og bomben». Cappelens realbøker, 1968, 214 s.

Som tittelen antyder gir boka i det vesentlige populærvitenskapelig orientering om A- og H-bomben, og om hovedtypene blant reaktorer. Den nødvendige orientering i kjernefysikken blir gitt, og et rimelig utvalg av anvendelser behandlet. Disposisjonen av stoffet er grei, boka er lettlest og burde avgjort være tilgjengelig for en interessert leser uten spesielle forkunnskaper.

Men forfatterne har åpenbart ikke tatt seg tid til å gjennomarbeide stoffet. Teksten er krydret med faglig slurv som (side 34): «Deler vi opp alle slags molekyler, vann, jern, diamanter, lebestift, melk, med vanlige kjemiske reaksjoner, som elektrolyse, koking, tilsetning av kjemikalier etc., ...». «Kraftstasjonene» skissert i Fig. 21 er en hån mot lesernes tekniske innsikt. Og den «modellen» på side 51 som forklarer Li_3^6 er stabilt relativt ($He_2^4 + H_1^2$) vil lede lesere med evne til generalisering på avveier.

Foruten det faglige slurv er forfatternes hastverk dokumentert ved en rik flora av setninger som disse, side 108: «Men selv om enkelhet kan være en dyd for en arkitekt eller en billedhugger, er den ikke det for en kjerneingeniør». Side 120: «Det er mange slags forskjeller mellom termiske og hurtige reaktorer, men de bunner alle sammen i fysikken».

Den rent populærvitenskapelige delen av boka må derfor etter anmelderens mening snarere betraktes som et lovende utkast enn som et ferdig produkt.

Det er naturlig at en populær framstilling av de emner det her dreier seg om, kommer inn på deres samfunnsmessige betydning. Denne side av saken er tatt opp i de innledende og avsluttende avsnitt i boka. Som kjent vil en da bevege seg ut over det område der fysikerens faglige kompetense er tilstrekkelig, og nærme seg spørsmål av til dels sterkt kontroversiell natur. Det påligger da forfattere av populærvitenskapelige bøker et særlig ansvar: De må skille skarpt mellom viten og spekulasjoner, de må understreke begrensningene i egen autoritet og i det hele gi en så balansert framstilling som overhodet mulig.

Forfatternes anstrengelser på dette felt kan vanskelig oppfattes som annet enn et partsinnlegg. At ikke *alle* ser på bomben som et ubetinget gode, erkjennes riktignok, (side 205): «Hvor leker nutidens ungdommelige fantasi? En del av den later til å leke i atombombens skygge. Fantasien leker med fremtidig katastrofe, død og undergang for hele planeten. Denne lekeplassen for fantasien er i realiteten ikke godt begrunnet og i alle tilfelle ufruktbar, og man kan vel kanskje si unødvendig». Som motvekt presenterer forfatterne en framskrittstro så ukomplisert og forbeholdsløs at en jevn optimist kan bli svartsynt av mindre.

Eivind Hiis Hauge.

Martin, D. H.: Magnetism in Solids, 452. sider, pris 120 s, Iliffe Books, London 1967

Gode tekstbøker i magnetisme har til denne tid stort sett vore mangelvare og dette har skapt store vanskar for den som skulle ta til med forskningsarbeid på dette feltet. Ikkje minst har det vore tilfelle for nordmenn som gjennom universitetsutdanninga si berre har lært ei jordnær, empirisk klassifisering frå

30-åra av magnetiske stoff. Forskningsfronten ligg idag skyhøgt over dette nivået. Sidan Van Vleck publiserte den klassiske boka «The Theory of Electric and Magnetic Susceptibilities» i 1932 og til 1965 har det kome berre 5–6 bøker om magnetisme, og desse har stort sett vore tekniske bøker om ferromagnetiske material. (Eg ser då bort fra firebands-verket «Magnetism» som er ei samling spesialartiklar utgitt av Rado og Suhl). I dei siste par åra har det kome fem bøker som tar sikte på å gi eit samla oversyn over magnetiske problem, både teoretisk og eksperimentelt, og desse bøkene fyller eit stort behov. Boka til Martin hevdar seg med glans blant desse fem, og er kanskje den beste for den som søkjer ei allsidig orientering på hovudfagsnivå. Forskarar på andre område av fysikken som vil orientere seg om magnetiske problem vil også ha nytte av boka. Dette gjeld særleg for teoretikarar som vil kaste seg over generelle teoretiske problem som får si eksperimentelle verifisering innafor magnetismen. Dette er noko av det mest interessante ved utviklinga dei siste åra, at stadig fleire arbeid om elementære eksitasjonar og om statiske problem blir forankra i magnetiske fenomen. Spennvidda for magnetisme, frå generell teoretisk fysikk og til teknologi, kjem godt fram i denne boka, og eg vil på det varmaste rå til at boka blir kjøpt.

T. Riste.

Bruse W. Shore and *Donald H. Menzel:* Principles of Atomic Spectra. John Wiley and Sons, Inc., New York–London–Sydney 1968. 538 sider. Pris 178 s.

Forfatterne har hatt to hovedformål med denne boken, for det første å gi en teoretisk interpretasjon av atomspektrene, og for det andre å vise hvordan man beregner energinivåer og overgangssannsynligheter.

Teksten faller i tre hoveddeler. Kapittel 1 og 2 tar for seg de grunnleggende observasjoner angående de atomære spektra — det empiriske grunnlag for kvanteteorien — og setter på dette grunnlag opp vektormodellen for et atomært system.

Den andre del som består av kapitlene 3–6, tar for seg det teoretiske grunnlag for kvanteteorien. Diracs formalisme blir innført og brukt. Videre blir også Racah-algebraen innført og brukt ved koblig av angulære moment.

I den tredje del, kapitlene 7–11, blir den heuristisk oppsatte atommodell fra første del studert nærmere ved hjelp av den matematiske formalisme utviklet i andre del. De forskjellige koblingsskjemaene man vanligvis bruker ved behandlingen av flerelektronsystemer, blir diskutert ganske inngående. Forfatterne legger spesiell vekt på å vise eksplisitt hvordan matriseelementene til de forskjellige operatorene blir beregnet.

Boken gir som nevnt en innføring i grunnprinsippene for den atomære struktur, og det uten å forutsette noen spesielle forkunnskaper i kvantemekanikk. Men likevel kommer forfatterne ganske langt på dette spesielle felt. Det omhandlede stoff strekker seg således fra en mere elementær innføring, som den man får på våre universiteter og høgskoler i et førstekurs i kvantemekanikk, og til en noe mere avansert behandling av atomære problemer, som beregning av Clebsch–Gordan–koeffisienter og Racah-koeffisienter, kobling av tensoroperatorer, bruk av «parentage»- og «fractional parentage»-koeffisienter, osv. Til slutt vil vi spesielt nevne den meget innholdsrike referanseliste, tilsammen på ca. 20 sider, med henvisninger til bøker og til artikler i fagtidsskrifter som den interesserte leser kan studere videre. Henvisningene er knyttet til de enkelte avsnitt i boken.

Vi kan si at denne boken på en tilfredsstillende måte fyller ut det tomrom som vel eksisterer mellom våre førstekurs i kvantemekanikk og et videre spesialstudium, la oss si, av det klassiske verk av Condon and Shortley: The Theory of Atomic Spectra. Men vi må også i den sammenheng få legge til at vi synes dette utfyllende stoffet her kan bli noe dyrekjøpt siden man samtidig får så mye kjent stoff med på kjøpet.

Papir, trykk og innbinding er av vanlig god kvalitet.

J. Midtdal.

W. R. Fuchs: Gyldendals bok om moderne matematikk. (Vitenskap for hvermann.) (Gyldendal 1968, pris kr. 48.50).

Å skrive en bok som skal gi «hvermann» en innføring i moderne matematikk er ingen lett oppgave. Såvel valg av emner som av vanskelighetsnivå, vil by på problemer. Det emne-valg W. R. Fuchs har gjort i sin bok er det vel neppe så mye å innvende mot. Et utvalg etter beste skjønn må jo alltid foretas i en framstilling av denne type. Med sitt kolossale antall av spesialområder, hvorav de fleste av stor teknisk vanskelighet, vil dagens matematikk aldri kunne gis en representativ presentasjon i en enkelt bok.

Fuchs har i sin bok valgt å berøre emner som matematisk logikk, tallteori, mengdelære, algebraiske strukturer, sannsynlighetsregning, ikke-euklids geometri, topologi, teoretisk fysikk, mekanikk, regnemaskiner m. m.

Når det gjelder spørsmålet om hvilke forkunnskaper som kreves av leseren, kan dette bli vanskeligere å svare på. På den ene side inneholder boken en del stoff som vedrører matematikkens logiske og filosofiske grunnlag. Disse avsnitt vil nok fordre en viss grad av matematisk (og filosofisk) modenhet av leseren. På den annen side virker det som om innføringen i de forskjellige matematiske disipliner i boken er beretnet på folk med små matematiske forkunnskaper. Den noe overdrevne bruken av figurer med fargede klosser o. l. kunne tyde på at forfatteren tok sikte på f. eks. elever i ungdomsskolen. Spørsmålet: «Hvem er boken skrevet for?» må derfor stå ubesvart.

Boken har mange positive sider. I første rekke kan nevnes at forfatteren ikke har falt for fristelsen til å popularisere stoffet på bekostning av redelighet og eksakthet.

Dernest må nevnes at boken utdyper en rekke problemer av grunnleggende art på en måte som også bør interessere folk som daglig er beskjeftiget med matematikk i en eller annen form.

Boken inneholder dessuten en god del stoff av historisk og biografisk art, som vil interessere de fleste som ikke er eksperter på matematikkens historie.

Det å gi et større publikum et visst innblikk i moderne matematikk er et nødvendig tiltak. Det er mye som mangler på full forståelse av den rolle matematikken spiller i dagens samfunn. Alt i alt må man si at R. W. Fuchs med sin bok yter et verdifullt bidrag til denne opplysningsvirksomhet.

Per Hag.

W. R. Smythe: Static and Dynamic Electricity. (3. utg.), McGraw-Hill, New York, 1968, 623 sider.

Boken er tredje reviderte og utvidede utgave av en velkjent monografi fra 1939. I følge forordet er den skrevet med særlig tanke på den eksperimentelt orienterte ingeniør- eller fysiker-student, og den er brukt ved California Institute of Technology der Smythe nå er professor emeritus.

En gigantisk problemsamling i elektrisitetslære synes å være en god karakteristikk av verket. Størstedelen av teksten er viet løsningen av spesielle problemer, og i tillegg serveres 679 øvingsoppgaver. Øvingsoppgavene er uten medfølgende løsning, men oftest gitt den nyttige form «Vis at . . .». Til de vanskeligere problemene trenges en rik flora av spesielle funksjoner, og en utførlig behandling av endel av disse inngår. Innholdet dekker elektro- og magnetostatikk, induksjon, hvirvelstrømmer, stråling, bølgeledere, resonatorer og relativistisk behandling av bevegede ladninger. Noen småting er det å sette fingeren på, f. eks. er elementærpartikkelen «mesotron» og unøyaktig elektronmasse sikkert levninger fra en tidligere utgave. Fremstillingen er god, både klar og grundig.

Fordi hovedvekten ligger på detaljer og spesielle problemer anser jeg den ikke særlig velegnet som lærebok. Som oppslagsbok derimot — en gullgrube!

P. C. Hemmer.

Structure and Bonding, Vols 1, 2 and 3, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York; Vol. 1, p. 281, D.M. 48; Vol. 2, p. 250, D.M. 48; Vol. 3, p. 115, D.M. 28.

I løpet av de siste årene er det startet mange nye tidsskrifter/bøker, hvis oppgave har vært å gi oversikt over utviklingen innen et begrenset forskningsområde. «Structure an Bonding» har som formål å gi en samlet oversikt over strukturkjemiens utvikling innen feltene uorganisk kjemi, fysikalsk kjemi og biokjemi, spesielt med henblikk på kjemisk binding mellom et metall atom og et lite antall assosierte molekyler. «Structure and Bonding» blir ikke utgitt regelmessig, men blir regulert av tilgangen på egnet materiale. Bak utgivelsen av denne serien står en gruppe på fem vitenskapsmenn som alle er anerkjente kapasiteter innen et av de forskningsområder serien dekker.

Vol. 1 inneholder ni artikler og begynder med en velskrevet og utfordrende artikkel av C. K. Jørgensen, «Recent progress in ligand field theory». Tre artikler av R. I. P. Williams/I. D. Hale, St. Ahrland and R. F. Hudson gir en glimrende oversikt over Lewis syrer og baser. Der er dessuten tre artikler hvor biokjemiske problemer behandles.

Vol. 2 inneholder fire lange artikler av biokjemisk natur. «The Physics of Hemoglobin» av M. Weissbluth gir en oversikt over de eksperimentelle fysikalske data en har for dette biologisk interessante molekyl. Den forskning som er utført for å oppklare hemoglobinmolekylets struktur, demonstrerer på en ypperlig måte det felt som nå kalles biofysikk — og som grenser til områdene kjemi, fysikk og biologi.

De andre artiklene i vol. 2 behandler «Chlorophyll Triplet States», noen borat polyol forbindelser av biokjemisk interesse og reversibel oksydasjon av metallkomplekser.

Vol. 3 er viet artikler av uorganisk natur.

På bakgrunn av de tre første bind i denne serien, er det all grunn til å ønske den velkommen. Generelt er artiklene velskrevne og forfriskende provoserende. Serien kan anbefales for fysikere, kjemikere og biologer med interesser innen strukturkjemi og bindingsteori.

Prisen pr. bind er relativt høy.

Marit Trætteberg.

J. B. Birks (ed.): Progress in Dielectrics Volume 7. Iliffe 1967. 373 sider. Pris 84 s.

Hensikten med denne serien er å gi fyldige oversiktsartikler for alle som er interessert i materialets dielektriske egenskaper: fysikere, elektroingeniører, kjemikere og biologer. De forskjellige bidrag er skrevet av forfattere som selv er aktive innen sitt fag, og som regel inneholder de derfor en del originalt stoff i tillegg til de rene oversikter. Dette er ikke den letteste oppgave for en forfatter, og bidragene er følgelig av noe varierende kvalitet. Som i alle tverrvitenskapelige samlinger er det langt mellom godbitene for spesialister. Enkelte forlag har for tilsvarende serier valgt å utgi en del av bidragene som spesielle særtrykk. Dette er et utmerket tiltak, som med fordel kunne ha vært fulgt i denne serien.

Årets bind er mer voluminøst enn de tidligere, men skiller seg ikke fra disse i opplegg og utvalg.

Innholdet er:
- Theories of Dielectric Loss.
- Capacitance Measurements at the National Research Council of Canada.
- Dielectric Behaviour of Heterogenous Systems.
- Conduction and Breakdown in High Vacuum.
- The Quantum Efficiency of Luminescence.
- Energy Transfer in Polyacene Solid Solutions V: A Bibliography for 1964.

Kjell Bløtekjær.

J. W. Orton: Electron Paramagnetic Resonance, Iliffe Books Ltd., London 1968. 240 sider, pris 65 sh.

Denne boka gir en innføring i visse deler av mikrobølgespektroskopien. Magnetisk resonans kan observeres for paramagnetiske ioner i et krystallgitter. Ionet «ser» et elektrostatisk felt fra naboionene i gitteret, og dette feltet vil sammen med spin-bane koplingen splitte tilstander med ulik banedreieimpuls og forandre ionets g-verdi. Resonansmålinger vil derfor kunne gi opplysning om krystallfeltsymmetrier og bindingstyper. Disse emnene er godt framstilt i boka, og en student vil finne stor hjelp i den detaljerte beskrivelse av regnereglene for spinoperatorer. Derimot er kapitlet om spingitter relaksjon forholdsvis kort, og ingenting er nevnt om spin-spin vekselvirkning. Resonans i væsker, halvledere, fri radikaler, fargesentra, osv., er ikke behandlet.

Ivar Svare.

BELL & HOWELL LIMITED

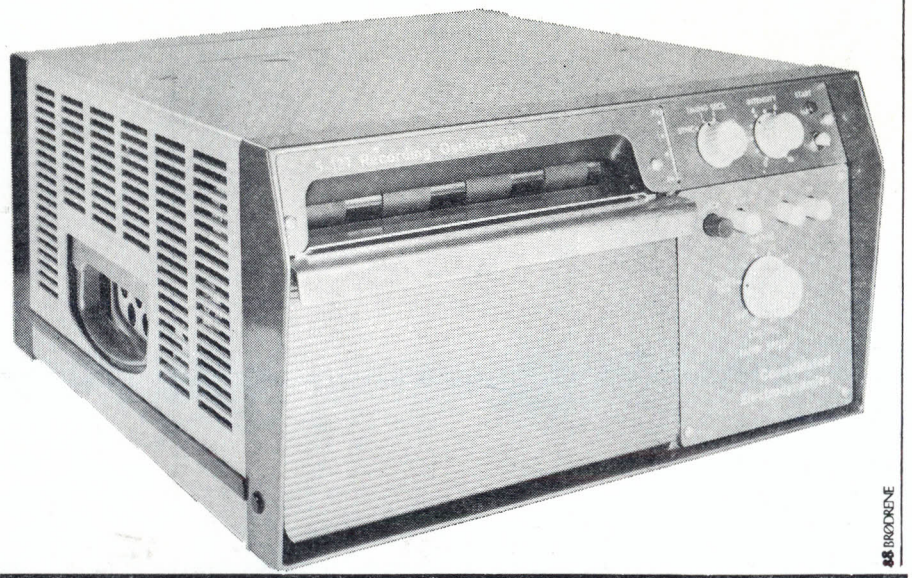
CONSOLIDATED ELECTRODYNAMICS DIVISION

Modell 5-127.

Ny oscillograf fra CEC.

Et virkelig transportabelt direkte-skrivende instrument, konstruert for å møte det stadig økende behov for en rimelig oscillograf i forskning og undervisning.

- 12 kanaler på 7″ papir.
- 12 papirhastigheter: 0.2—160 cm/s.
- Tidsmarkering — 2 mm linjedeling — kanalidentifikasjon — to referanselinjer.
- Vekt 13 kg komplett.
- Individuelle galvanometerinnganger.
- Lavt effektforbruk.
- Frekvensområde DC-13 kc/s.
- Pris fra kr. 11 000.— uten galvanometere.



BROCHURE

M & CO

MORGENSTIERNE & CO A/S

INGENIØRFIRMA

KONTOR: KONGHELLEGT. 3 - LAGER/SERVICE: KONGHELLEGT. 5 - OSLO 5 - TELEFON 37 29 40

STEDET FOR ELEKTRONISKE INSTRUMENTER OG KOMPONENTER TIL INDUSTRI OG FORSKNING

Norsk Fysisk Selskap

Formann: Professor dr. Njål Hole

Styre: Professor H. Sørum
Professor dr. Nicolai Norman
Professor dr. Harald Trefall
Dr. philos Tormod Riste

Selskapets sekretær: Torø Saugestad,
Fysisk Institutt, N. T. H.,
7034 — Trondheim

Postgirokonto: 88388 **Bankgirokonto:** 8601 - 236880

Fra Fysikkens Verden

Redaktør: Professor dr. Haakon Olsen, N.L.H.T.

Redaksjonskomite: Rektor Finn Berntsen, Strinda Høg. Almenskole, Trondheim.
Universitetslektor Wilhelm Løchstøer Universitetet, Blindern.
Dr. philos. Tormod Riste, Institutt for Atomenergi, Kjeller.
Professor Steingrim Skavlem, Universitetet i Bergen.
Dr. techn. Helge Øverås, CERN, Genéve.

Problemspalten: Siv.ing. Richard R. Solem, N. T. H.

Teknisk medarbeider og Annonser: Lab.ing. H. Torgersen, N. T. H.

Fra Fysikkens Verden utkommer kvartalsvis. Abonnement kan tegnes gjennom postverket eller direkte fra ekspedisjonen. Årsabonnement kr. 15,—. Årsabonnement for studenter og skoleelever kr. 10,—.

Sekretær: Randi Bostad, N. L. H. T.
Ekspedisjonens adresse: Fra Fysikkens Verden,
Fysisk Institutt, N. L. H. T.,
7000 — Trondheim.

Postgirokonto: 10472 **Bankgirokonto:** 8601-236545

GYMNASIASTER OG STUDENTER!

Dere kan få

Fra Fysikkens Verden

til redusert pris: kr. 10,— pr. år.

Abonnement kan tegnes enten ved postverket

eller ved direkte henvendelse, se adressen ovenfor.

Aktietrykkeriet i Trondhjem