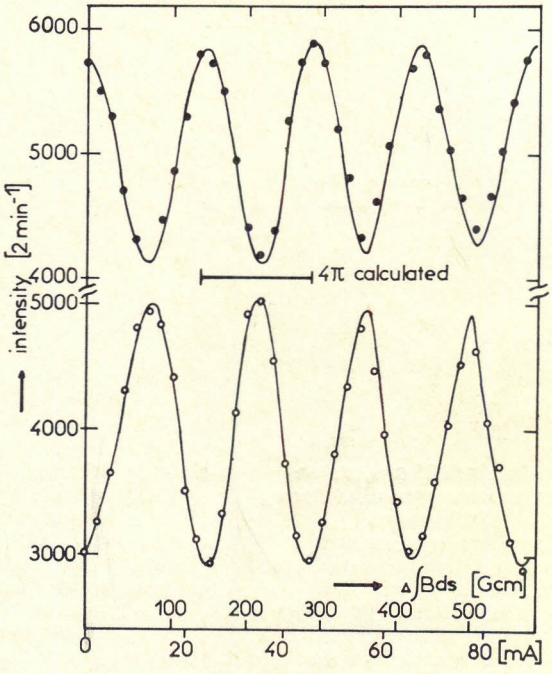
Fra Fysikkens Verden

UTGITT AV NORSK FYSISK SELSKAP

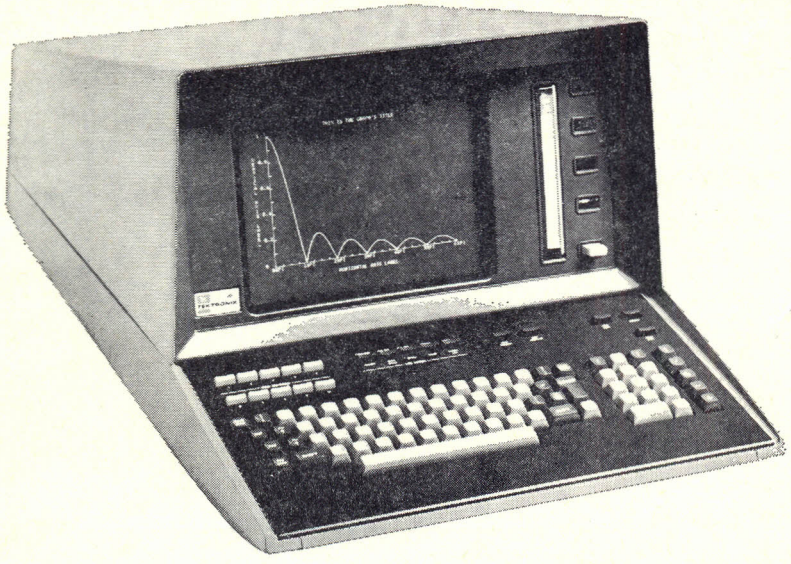
INNHOLD

Oppfordring til alle fysikere	25
FoU i naturfaglig pedagogikk	26
Presesjon av fermioner	31
Lavtemperatur-eksperimenter i strålingsbiofysikken	33
Fra fordums målsystemer til det internasjonale enhetssystem. II.	37
EPS Adv. Comm. on Physics Education	43
Pris for forskningsarbeid, NTH	44
Elektrisitetslære	45
Fra IUPAP's møteliste	32
Bøker	30, 36, 43, 46



Fra artikkelen om presesjon av fermioner i det tredimensjonale rom.

Nr. 2 - 1977
39. årgang



TEKTRONIX®

TEKTRONIX 4051

BASIC PROGRAMMERBAR KALKULATOR.

Priser fra Kr. 49.500,— eks. MVA.

Tektronix 4051 er både en programmerbar kalkulator og intelligent terminal.
Programmeringsspråket er BASIC og standardversjonen har 8 kbytes bruker-hukommelse, magnetbåndkassett (cartridge) og en 11" grafisk og alfanumerisk skjerm. Brukerhukommelsen kan utvides til 32 kbytes.
Program og resultater kan lagres på kassetten.
BASIC er utvidet med enklere instruksjoner for å representere data som grafiske bilder på skjermen, f.eks. statistikk-kurver og konstruksjoner.
Den grafiske presentasjonen av beregningsresultatene gir bedre oversikt og raske svar på om disse stemmer med de gitte forutsetninger.
Papirkopi av bildet kan fåes ved hjelp av en plotter eller en kopieringsenhet.

Eksempler på bruk.
Bro- og husbygging:
momentdiagram
nedbøyningslinjer
tverrkraftdiagram
influenslinjer
perspektivbilder
Veibygging, jord- og bergteknikk:
glideflater
jordtrykkdiagram
vibrasjoner
iso-spenningslinjer
seismologi
Vi er gjerne behjelpelige med flere opplysninger

MORGENSTIERNE
Ingeniørfirma Morgenstierne & Co. A/S
*35 61 10 - Konghellegt. 3/5 - Oslo 5
Serviceavdelinger i Bergen og Trondheim

STEDET FOR ELEKTRONISKE INSTRUMENTER OG KOMPONENTER TIL INDUSTRI OG FORSKNING

Fra Fysikkens Verden

Utgiver: NORSK FYSISK SELSKAP

Nr. 2 - 1977

Redaktør: OLAV STEINSVOLL
Redaksjonssekretær: HALVARD TORGERSEN

39. årgang

En oppfordring til alle fysikere

Vi blir stadig vekk minnet om de veldige naturkreftene når det skjer katastrofer i en eller annen del av verden og befolkningen utsettes for oversvømmelser, tørke, orkaner, flodbølger og mangel på mat. Vi føler medynk med dem som utsettes for alt dette og priser oss lykkelige over at vi selv ikke er blitt berørt. Jordskjelvet i Romania nylig berører oss også som fysikere. I tillegg til de menneskelige lidelser som fulgte i katastrofens kjølvann, har fysikerne i Romania mistet mye verdifull apparatur, og dette vil være en alvorlig hemsko for fortsatt vitenskapelig framgang.

Dette er en anledning der vi som medlemmer av European Physical Society burde vise vår samkjensle som europeiske fysikere. I tillegg til å vise medfølelse med våre rumenske kolleger, burde vi også prøve å hjelpe dem rent materielt slik at skolefolk, vitenskapsmenn og studenter i Romania vil kunne fortsette sitt arbeid. Det er mange måter dette kan foretas på, og jeg har foreslått overfor vår formann, professor I. Ursu at EPS skal fungere som en slags hjelpesentral for å kanalisere hjelp og støtte til dem som trenger det i Romania.

Jeg oppfordrer alle medlemmer av EPS til å tenke ut hva slags hjelp de måtte kunne yte og til straks å kontakte sekretariatet i EPS når de vet hva slags form en slik støtte vil kunne ta. Både pengegaver og fysisk utstyr er velkomne. Jeg trenger sikkert ikke minne dere om at ingen av oss kan føle oss sikre mot naturkatastrofer.

H. B. G. Casimir

Denne appellen om hjelp til rumenske fysikarkollegar vart lagd fram på rådsmøtet i EPS i mars, og rådet gav full støtte til å sende den vidare til alle europeiske fysiske selskap. Presidenten i EPS, I. Ursu frå Romania, kunne fortelje at det var Institutt for Atomfysikk i Maguerele ved Bukarest som var hardast råka. Eit tital av personalet omkom og det var stor materiell skade. Skaden var størst i kjemiavdelinga. I fysikkavdelinga vart to av elektronikklaboratoria totalskadde ved brann og tandem-Vande Graaf'en ville truleg ikkje kunne reparerast. Reaktoren var derimot så godt som uskadd.

Norsk Fysisk Selskaps sekretariat har ei liste over det utstyret som dei rumenske fysikarane treng for å få kome igang att med forskningsarbeidet sitt. Ved å vende seg til sekretariatet kan ein få kopi av denne lista. Gåver (også pengar) kan sendast gjennom Norsk Fysisk Selskap og European Physical Society.

T. Riste
formann, Norsk Fysisk Selskap

Forskning og utvikling i naturfaglig pedagogikk

Svein E. Sjøberg*

Forskning og *Utvikling* er kjent som sidestilte og sterkt koplete begreper. Vi kjenner det spesielt fra naturvitenskap og teknikk. Her er Forskningen den naturvitenskapen som bedrives ved universiteter, høgskoler og spesielle institusjoner, *utviklingen* fører til produkter, som vi gjerne kaller teknologi – bevisst bruk av kunnskaper og ressurser til å løse konkrete problemer.

Det er altså forskningen som er det fundamentale, og som legger det teoretiske grunnlaget for konstruksjon av produkter. Slik også i pedagogikken. *Forskningen* tar opp prinsippielle og grunnleggende forutsetninger som undervisningen bevisst eller ubevisst bygger på; kunnskapsteori, verdigrunnlag, antakelser om hvordan læring skjer osv. *Utviklingen* fører til produkter som læreplaner, lærebøker, AV-midler, laboratorieutstyr, tester osv.

Forskning og utvikling er to sider av samme sak. De påvirker hverandre gjensidig, og ofte er grenseovergangen heller tilfeldig. Vi har snarere et spektrum helt fra det mest teoretiske til den rene tekniske produktutviklingen. Oppdelingen svarer til den vanlige oppdeling i grunnlagsforskning og anvendt forskning, hvor grensene er like flytende.

Dimensjoner

Dette grensefeltet mellom naturvitenskap og pedagogikk har for alvor utviklet seg de siste 20 åra. Av mange grunner identifiseres starten her i vest med Sputnik-sjokket i slutten av 50-åra.

Noen tall kan gi en ide om omfanget: En årlig rapport[1] gir beskrivelser av utviklingsprosjekter som er *aktive,* altså fremdeles under utarbeiding. 2-300 prosjekter er representert.

Det er skapt en rekke forkortelser som naturfaglærere får stimulert sitt assosiasjonsliv av å høre. Og store ressurser er satset. Det første store amerikanske prosjektet, PSSC (Physical Science Study Committee), kostet omtrent 10 millioner dollar, og 300 fysikere, lærere og teknikere brukte 500 årsverk på å lage det. Et nytt prosjekt, SCIS (Science Curriculum Improvement Study), beregnet på barneskolen, har kostet nesten like mye.

En tilsvarende utvikling har funnet sted i forskningen. Den vokste delvis ut av problemer i forbindelse med prosjektene, og den har i sin tur virket tilbake på prosjektene og gitt støtet til ny utvikling. Dette kommer vi tilbake til.

Profesjonalisering

Innen forskningen er det spesielt *profesjonaliseringen* av en ny forskningsdisiplin som er interessant. Vi har lenge hatt en rekke journaler og tidsskrifter for aktive *lærere* i naturfag. Mange av disse finnes på norske lærerværelser.[2] Det nye er egne fagtidsskrifter for forskning i naturvitenskapelig pedagogikk.[3] Disse tidsskriftene henvender seg til et nytt og raskt voksende forskersamfunn.

Profesjonaliseringen viser ser også ved at det er egne professorater i naturvitenskapelig pedagogikk ved en rekke universiteter, ved at de har egne grader som f.eks. Master of Science Education, ved at det finnes egne strukturerte doktorstudier innen feltet og ved at det er etablert spesielle institusjoner for slik forskning.[4]

La dette antyde *omfanget* av virksomheten. Det antyder også *umuligheten* av å gi noen kort og dekkende oversikt over hva som foregår.

Jeg skal i stedet prøve å identifisere noen hovedtrekk i utviklingen og peke på noen problemområder som jeg tror har stor praktisk betydning for fagenes utvikling også i *norsk skole.*

La oss ta *prosjektene* som utgangspunkt, fordi vi her finner konkrete uttrykk for synspunkter på fagene og deres formidling.

Årsakene til «den første bølgen»

Jeg antydet at Sputniksjokket representerte starten på en eksplosiv utvikling. Det gjør at vi bør se litt nærmere på *årsakene* til den utviklingsbølgen som da satte inn; en bølge jeg vil kalle den *første* bølgen, fordi vi nå begynner å se krusninger som kan bli til en ny.

Årsakene kan deles i to typer, de *indre* og de *ytre.* De *indre* har med vitenskapen selv å gjøre, de *ytre* med samfunnet som helhet.

---

* Pedagogisk seminar i Oslo, Skolelaboratoriet for naturfagene.

Naturvitere ved universiteter og høgskoler ble i løpet av 50-åra bekymret over fagets utvikling i skoleverket. Mens forskningen var i rask vekst, var skoleversjonen et statisk og avsluttet produkt. Skolen doserte en krympet versjon av universitetspensum, slik det hadde sett ut noen tiår tidligere. Av og til presset noe nytt seg inn, det ble hektet på det andre stoffet, bare sjelden ble noe gammelt kuttet ut. Og det som kanskje en gang var en gjennomtenkt struktur, fortonet seg mer og mer som et lappeteppe av alle de fakta og kunnskapselementer som naturvitenskapen har bygd opp. En leksikalsk dekning av likt og ulikt, viktig og uviktig. Ikke noe skille mellom vesentlig og uvesentlig, mellom bærende idéer og helt perifere tanker.

Alt dette ledet til at naturvitere som var opptatt av fagenes (og sin egen?) framtid, begynte å analysere deres begrepsmessige struktur og karakteristiske arbeidsmåter og prosesser. De var altså i hovedsak opptatt av de *indre* kriteriene. Men det var ikke tilfeldig at de fikk gehør for sine tanker, og at de fikk store midler til disposisjon. Dette kan vi bare forklare ved å se på de *ytre* faktorene, det som har med verden omkring å gjøre.

Naturvitenskap er ikke (bare) intellektuell underholdning. Den kan ikke forstås som kloke hoders uegennyttige Søken etter Sannhet. Nei, naturvitenskapen er uløselig knyttet til den teknologi som er grunnlaget for vår materielle produksjon og vår livsform. Våre samfunn trenger forskere, ingeniører, teknikere og en høyt kvalifisert arbeidsstokk for å føre en slik utvikling videre. Og grunnlaget må legges i skolen. De forskerne som ble bekymret over håpløst foreldet naturfagundervisning, tenkte nok ikke direkte i slike baner. Men sammenhengen blir tydelig når vi ser på hvem som finansierte de første prosjektene.

Det var mektige økonomiske interesser innen den teknisk-naturvitenskapelige industri.

I USA: Ford Foundation, Carnegie Foundation, Rockefeller Foundation.
I England: Nuffield-konsernet, som står bak Morris, Austin og British Motor Corporation.
I Tyskland: Volkswagenwerk.

Det er typisk at det var naturfagene som først fikk store midler, først lenge seinere sto samfunnsfagene for tur. Typisk er det også at de første prosjektene var beregnet på de flinke elevene, eliten som skulle føre utviklingen videre. De svakere elevene fikk først lenge etter sin del av kaka.

De nye tankene

La meg kort karakterisere noen hovedtendenser for disse prosjektene:

Fagene ble analysert for å avdekke den underliggende begrepsstrukturen. Kursene ble så bygd opp omkring de hovedidéene som man anså for å være varige og stabile elementer. Dette innebar en dratsisk *reduksjon* i det antall begreper som ble behandlet. Litt misforstått er det noen som kaller dette for en *senkning av det faglige nivå.* Det er vel det motsatte.

Det ble også lagt vekt på hvordan begrepene logisk hang sammen, på hva slags utsagn som kjennetegner naturvitenskapen.

Men den naturvitenskapelige *kunnskap* var bare ett moment. naturvitenskapen er noe mer enn det til enhver tid eksisterende *produktet!* Det er også den *prosessen* som leder til ny erkjennelse. Ikke bare byggverket, men også måten å bygge på. Noe av det som kjennetegner naturvitenskapen, er at den er en uhyre effektiv problemløser. Slagordsmessig kan vi si at prosjektene sidestilte *Prosessen med Produktet.* Det å kunne identifisere et problem og så løse det, ble like viktig som å huske, vite svaret på en rekke gitte spørsmål. De *metoder* og *teknikker* man bruker ved problemløsning, ble derfor like viktige som de konkrete svarene. Det ble også lagt vekt på at naturfagene i hovedsak er *empiriske,* at kriteriene for riktig og galt, fruktbart eller ufruktbart til syvende og sist er *den fysiske virkelighet. Eksperimenter, laboratoriearbeid* ble derfor vektlagt mye mer enn før.

Det er verdt å merke seg at de nye prosjektene inneholdt *helhetsanalyser* av alle de faktorer som er med på å definere et fags form og innhold (selv om disse analysene viste seg å være ufullstendige). Blant de viktigste faktorene er utvilsomt *eksamen.*

I de tilfelle der eksamen åpner eller lukker dører til videre karriere, er det den som til syvende og sist definerer faget. I eksamensoppgavene ser man hva det hele *egentlig* dreier seg om. De nye eksamenstypene reflekterte derfor den nytenkningen som fant sted. Det ble vanlig med eksamen i laboratoriearbeid, som derved ikke bare ble et nødvendig onde, noe som opptok viktig tid når man helst skulle drille eksamensoppgaver. Det ble også laget oppgaver som gikk på kritikk og forståelse av vitenskapelige artikler. Flere av oppgavene krevde resonnementer, hvor kanskje flere ulike forklaringsmekanismer kunne ha noe for seg. Derved ble

et *nytt bilde* av faget presentert. I stedet for noe ferdig, avsluttet og autoritært, ble det lagt vekt på at vitenskapen er i vekst, at teorier kan utvikles eller forkastes, at det finnes uløste problemer. Det ble også lagt vekt på å framstille fagene som *tiltrekkende,* intellektuelt *utfordrende* og *interessante.*

Slik kan vi skjematisk beskrive de første prosjektene. Typiske eksempler er PSSC og de ulike Nuffieldprosjektene i England.

Nye trekk i samfunnsutviklingen

Men av mange grunner ble ikke de nye prosjektene den suksess man hadde trodd. I alt for stor grad var det de akademiske institusjonene som presenterte ikke bare sine fag, men også sin virkelighetsforståelse, sine idealer, sin måte å tenke på. Og deres hovedinteresse lå i å legge et bedre grunnlag for neste generasjons forskere og eksperter. Men naturfagene kan ikke isoleres fra den generelle utviklingen i samfunnet, fra de nye trekk og tendenser i utviklingen av skole og utdanning. Særlig to trekk har hatt stor betydning.

1. Skolealderen har øket i mange land. Elevene er obligatorisk i skole til 16-17 års alderen og mer eller mindre valgfritt ofte enda 2-3 år. Og tendensen har gått i retning av mindre spesialisering. Hele elevkullet holdes samlet i lengre tid, både når det gjelder valg av fag og når det gjelder sortering etter skoleflinkhet. Naturfagene kan derfor ikke bare være tilpasset en elite som både er skoleflinke og som har tenkt seg en naturvitenskapelig karriere. Fagene må omvurderes for å se etter mer allmenne verdier (hvis de finnes), eksempelvalget må fange interesse også hos den gjennomsnittlige eleven, og abstraksjonsnivå og tempo må ta hensyn både til svakere elever og til at elevgrupper på svært ulike nivåer er i samme klasse.
2. Et annet viktig trekk i de siste års utvikling er at synet på naturvitenskapen har endret seg blant folk flest. For ikke lenge siden var den allmenne ideologien preget av *utviklingsoptimisme* og sterk *tro på vitenskapen.* Naturvitenskap var et selvinnlysende gode, noe som ikke krevde å rettferdiggjøres. Flere forskere, fysikere og ingeniører skulle automatisk lede oss mot en bedre verden.
   Nå har vi den motsatte strømningen: Folk er opptatt av økokrise, atom-, biologiske – og kjemiske stridsmidler, forurensing og rovdrift på ressurser. Vitenskapen betraktes ofte som alliert med de mest destruktive og undertrykkende makter i verden. Med rette eller urette har mange vendt seg *mot* vitenskapen, i hvert fall visse sider av den.
   Dette er en utfordring til naturvitenskapelig pedagogikk. I skolebøkene formidles stort sett et glansbilde av virkeligheten. I gymnasets lærebøker berører man bare sjelden anvendelser i det hele tatt. Fysikkplanen sa eksplisitt at man skulle ikke behandle tekniske anvendelser.

I ungdomsskolebøkene våre framstilles naturvitenskapens konsekvenser som utelukkende positive. I ett læreverk begynner hver bok med en rekke bilder som forteller hvordan vitenskap og teknikk har gjort det lettere å leve for oss alle. De 20-30 eksemplene inneholder *ikke en eneste motforestilling.* Selv ukritiske ungdomsskoleelever ler av et slikt naivt og ensidig bilde.

Våre tradisjonelle faggrenser hindrer på en effektiv måte at kontroversielle og viktige emner tas opp. Reelle problemer i det virkelige liv kommer sjelden seilende i form av fysikk, kjemi eller biologi. Elever opplever *helheter,* ikke en verden organisert i fagdisipliner slik som ved et universitet.

Nå er problemer som økokrise, forurensning o.l. ikke bare utfordringer til skolens pedagogikk. I like stor grad er det en utfordring til høyere utdanning og forskning. Også her kan man si at de endrede samfunnsforhold har reist spørsmålet om hensiktsmessigheten av vår nåværende organisasjon av kunnskap og forskning.

Mange stiller seg også kritiske til det ideologiserte budskapet som vi finner i lærebøkene, mer elles mindre klart uttalt:

Forskeren er kritisk, objektiv, nøytral, bare styrt av sin trang til å kjenne sannheten. Og sannheten eksisterer. Den er hevet over livssyn og verdigrunnlag. I vår norske fagplan i fysikk for gymnaset heter det at «forskerens oppgave er å oversette observasjoner til lover og teorier», og at «lovene er nøytrale beskrivelser av virkeligheten». Et slikt utpreget positivistisk metodesyn er ikke for alvor hevdet av vitenskapsfilosofer eller -sosiologer i dette århundret,[5] og det er til og med i strid med de oppfatninger folk flest har. (En annen sak er at det sikkert finnes forskere som har en selvforståelse som ikke stikker dypere. Det er jo et ikke så lite komfortabelt syn å ha på sin egen virksomhet.)

De to trekkene som her er nevnt:

1) Endring i skolesystemene både i organisasjon og rekruttering og
2) et endret syn på vitenskapen og dens rolle, har gitt støtet til nye utviklingstrekk i naturfaglige prosjekter.
   Jeg vil kalle dette for *den andre bølgen,* selv om overgangen er gradvis og de nye trekkene ennå ikke er så markerte.

Men la oss først se på

Likheter mellom første og ande bølge naturfaglige prosjekter
- *Prosess* og *metode* sidestilt med produktet.
- *Problemløsning* sentralt.
- Vekt på *struktur,* få og sentrale bærende begreper og idéer. Bort fra leksikalsk dekning.
- Stor vekt på *elevaktivitet;* forsøk, eksperimenter.
- Vitenskapen fremstilles *ikke-autoritær,* åpen dynamisk, ikke avsluttet.
- *Faglig solid* framstilling, «lærebokfeil» eliminert.
- En omfattende og systematisk satsing på utvikling, utprøving, evaluering og spredning.

La oss så se på

Ulikheter mellom første og andre bølge
satt opp som motsetninger for å få fram forskjellen. Skjemaet er overforenklet og bør ikke tas bokstavelig, men likevel:

«Bølge 1»	*«Bølge 2»*
Finansiering gjennom fonds, industri, «brukere»	*Offentlig finansiering*
Laget av forskere	*Samarbeid naturvitere, lærere, pedagoger*
For de flinke, e l i t e n	*For a l l e elevene*
Vitenskapelig målsetting – flere og bedre forskere	*Vekt på a l l m e n n e verdier*
Lojalitet til f a g e t og samfunnet av forskere	*Historisk, kulturelt og sosialt perspektiv*
Vekt på l o g i s k e argumenter. Deduksjon	*Vekt på p s y k o l o g i, teorier om begrepslæring og motivasjon*
Organisert som s e p a r a t e fag	*I n t e g r e r t e naturfag*
Oppdeling som i fagdisiplinene	*Organisering i tema, emner, fenomener*
Oppgaver og problemer bestemt av hva som er interessant for vitenskapen	*Dagliglivets problemer*
Uproblematisk	*Kontroversielle problemer: energi, ressurser, økologi*
Naturvitenskapen positiv, selvsagt	*Kritisk, vurderende til vitenskapens rolle*

En del av de prosjekter som er kommet i 70-åra, har noen, men ikke alle de kjennetegn som er satt opp som «bølge 2».[2]

La meg nevne noen:

SCIC (Science Curriculum Improvement Study)
et amerikansk prosjekt for aldersgruppen 5–12 år. Godt fundert i teorier om begrepslæring hos barn.

Science 5/13. Et integrert naturfagopplegg for aldersgruppen 5 til 13 år, laget i Englang. Også her står psykologiske teorier sentralt. I tillegg er det lagt vekt på å bruke elevenes interesser som utgangspunkt.

SCISP (Schools Council's Integrated Science Project), også kalt Patterns, etter den organiserende idéen. Opplegget er integrert og beregnet på aldersgruppen 13 til 16 år i det engelske (fremdeles selektive) skolesystemet. Vekt på begrepslæring og en nær tilknytning til aktuelle problemer.

Project Physics. Et amerikansk prosjekt for aldersgruppen 16–18 år. Faget settes inn i en kulturell og historisk sammenheng. Rike muligheter til å følge opp spesielle interessefelt hos den enkelte eleven. «Physics for poets».

STEP (Science Teacher Education Project). Et engelsk prosjekt for utdanning av lærere i naturfag. Prosjektet gir en allsidig innføring både i de praktiske problemer og de valg av verdier og prinsipper som en lærer vil stå overfor.

Generelt kan vi si at de aller nyeste prosjektene i stadig større grad har trekk som her er beskrevet som «den andre bølgen».

På dette punktet er det fristende å oppfordre leseren til å plassere også norske læreverk etter de ulike motsetningene som er satt opp. Kanskje det også er grunn til å studere de trekkene som her er oppført som «likheter» mellom tidlige og nyere prosjekter? Det skal ikke særlig

dyp analyse til for å fastslå at vi i liten grad har tatt del i den utenlandske prosessen av faglig nytenkning.

Forskningen

er for så vidt indirekte berørt både i omtalen av lærebøkenes metodesyn og ved de punkter som er satt opp som likheter og ulikheter mellom prosjekter. Problemene er av mange slag, og oftest faller de utenfor de vanlige faggrensene. Området er et slags «hybridfag», med elementer av filosofi, sosiologi, psykologi, pedagogikk og selvsagt naturvitenskap.

Typisk for dette nye forskersamfunnet er at de nå har profesjonalisert seg som nevnt innledningsvis. De fleste har en bakgrunn fra naturvitenskapelig forskning og undervisning. Ofte har de startet sin glidning over i det nye feltet ved aktiv innsats i utviklingsprosjekter. De praktiske og prinsipielle problemer i dette arbeidet har ført til studier i ett eller flere av de andre fagfeltene som er nevnt. Da problemene ofte er *fagspesifikke,* har bidraget fra «rene» pedagoger og generalister vært heller magert.

En ny type medlemmer i det nye forskersamfunnet er de som nå tar sin spesialutdannelse direkte i retning av naturvitenskapelig pedagogikk, slik det nå er mulig.

Et spektrum av problemer

Det kan være nyttig å tenke på forskningen som et spektrum med *grunnforskning* i den ene enden og *anvendt forskning* i den andre, selv om en slik inndeling heller ikke her kan tas helt bokstavelig. Som grunnforskning regner jeg de prinsipielle epistemologiske problemer om fagenes struktur og karakter, filosofiske og kanskje sosiologiske vurderinger av mål og hensikt for naturfagsundervisning, fundamentale teorier om læring, motivasjon og sosial atferd o.l. Helt i den andre enden av spekteret ligger forskning som gir oss «undervisningsteknologi», pedagogiske og tekniske hjelpemidler, programmert undervisning. Mellom ytterpunktene er problemer av metodisk art, om organisering og sekvensering av læringsaktiviteter, evaluering av undervisningsopplegg, testing av elever, undersøkelse av holdninger, kartlegging av karrieremønstre, matematikkens rolle osv.

Det er nok riktig å si at forskningen *startet* på den anvendte siden, ved å ta opp temmelig konkrete problemer som oppsto med de første prosjektene. Etter hvert har man tatt opp de mer eller mindre implisitte antakelsene og forutsetningene som prosjektene bygde på. På mange måter var de første prosjektene kolosser på leirføtter. De manglet en gjennomtenkt analyse av mål og mening, idébakgrunn og verdigrunnlag. I dag knytter interessen seg først og fremst til grunnleggende problemer, hvor forbindelsen til klasseromsituasjonen ikke er konkret og direkte, men ikke desto mindre viktig.

Jeg skal omtale noen av de problemene man arbeider med. Ved Fysisk institutt på Universitetet i Oslo prøver man å engasjere seg innen dette området, og seks hovedfagstudenter har oppgaver i tilknytning til problemer som blir nevnt.

(Forts. i neste hefte)

Nye medlemmer 1/2 1977:

Lektor J. Laukli, Konnerud Skole, Konnerud.

Cand.real. J. Myrheim, CERN, Geneve, Sveits.

Vit. ass. A. Aanestad, Inst. for røntgenteknikk, NTH, Trondheim.

Studentmedlem: Hovedfagstudent B. Lind Schistad, Fysisk Institutt, Blindern.

Bøker

Svenska Fysikersamfundets årbok:
Kosmos, Bd. 52, 1975, 143 sider

Det lar seg gjøre hvert år å få fram et titall oversiktsartikler om stort sett dagsaktuelle temaer innenfor fysikken. Det lar seg dessuten gjøre å få forfatterne til å gi sine bidrag en slik form og et slikt omfang at de blir stimulerende og overkommelig lesning også for den som ikke til daglig sysler med vedkommende spesialområde. Dette blir bevist av Svenska Fysikersamfundets årlige publikasjon Kosmos.

Denne gang er den kosmiske fysikk satt i sentrum, noe som henger sammen med at Nobelprisen i Fysikk 1974 ble tildelt to astrofysikere. Av de ti artiklene i boken har seks tilknytning til dette område. Foruten en omtale av Nobelprisvinnernes arbeid blir følgende temaer tatt opp: Pulsarer, vår melkeveis kjemiske utviklingshistorie, et par omtaler av nye teleskoper, litt om romlaboratoriet Skylab. Utover dette finner vi fire artikler som tar for seg temaer innenfor optikk, atomfysikk og elementærpartikkerfysikk.

Hele boken er utstyrt med et rikholdig billedmateriale, og den typografiske side av saken er førsteklasses. *Njål Hole*

Presesjon av fermioner i det tredimensjonale rom og nytt bevis for ekvivalensprinsippet

O. Steinsvoll

Den kvantemekaniske tilstand til partikler med spin = ½ beskrives ved hjelp av spinorbølgefunksjoner. De er (2 x 1) matriser. Transformasjonen av slike matriser kan foregå ved multiplikasjon av (2 x 2) matriser, altså

$$(:) = (2 \times 2)\ (:) \qquad (1)$$

La oss holde oss til *unitære* transformasjoner, dvs transformasjoner av koordinatsystemer der avstander og vinkler mellom vektorer forblir intakt. En kan vise at den mest generelle unitære (2 x 2) matrise kan skrives:

$$\begin{pmatrix} \exp(-i\varphi/2)\cdot\cos(\theta/2) & -\exp(-\varphi/2)\cdot\sin(\theta/2) \\ \exp(i\varphi/2)\cdot\sin(\theta/2) & \exp(-\varphi/2)\cdot\cos(\theta/2) \end{pmatrix} \qquad (2)$$

Disse unitære transformasjonsmatrisene i det todimensjonale, komplekse spinnrommet utgjør elementene i en gruppe U_2.

Spinorene $\chi^{+½} = \binom{1}{0}$ og $\chi^{-½} = \binom{0}{1}$ uttrykker spesielle Fermiontilstander der z – komponentene for egenspinnet er henholdsvis $+½\hbar$ $-½\hbar$ i det virkelige tredimensjonale rom. Anvender vi nå den mest generelle unitære transformasjon (2) på disse spinorene får vi:

$$\chi^- = \begin{pmatrix} \exp(-i\varphi/2)\cdot\cos(\theta/2) \\ \exp(i\varphi/2)\cdot\sin(\theta/2) \end{pmatrix}$$

$$\chi^+ = \begin{pmatrix} -\exp(-i\varphi/2)\cdot\sin(\theta/2) \\ \exp(i\varphi/2)\cdot\cos(\theta/2) \end{pmatrix} \qquad (3)$$

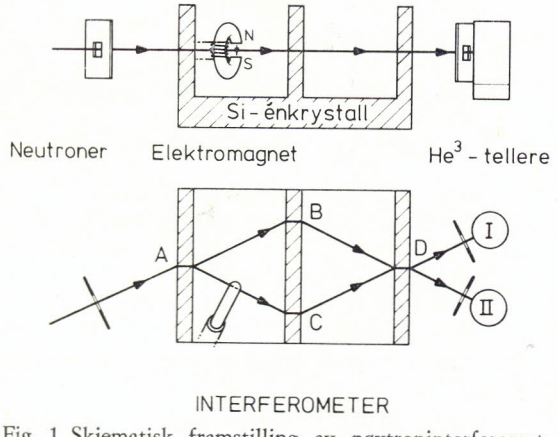


Fig. 1 Skjematisk framstilling av nøytroninterferometret. Elektromagneten (N – S) lager et felt på noen hundre Gauss over en lengde på et par centimeter mellom krystallveggene.

En kan vise at θ og φ i det tredimensjonale rom tilsvarer polarvinkelen og asimuthvinkelen for en presesjon av spinnvektoren rundt z-aksen. Transformasjonen beskriver derfor virkningen av et magnetfelt på Fermioner. Mellom gruppen R_3 av alle unitære transformasjoner eller rotasjoner i det tredimensjonale rom og gruppen U_2 er det derfor en direkte sammenheng. En sier at gruppen R_3 er en såkalt homomorfisk avbildning av U_2, og egenskapene til et element i R_3 kan finnes ved å kombinere to elementer i U_2. Elementene er altså tilordnet hverandre.

Vi ser likevel av (3) at dersom spinnvektoren preseserer en vinkel $\varphi = 2\pi$ rundt z-aksen, dvs. den er kommet tilbake til utgangspunktet i det tredimensjonale rom, vil spinorene ha skiftet fortegn.

$$\chi^+ \to -\chi^+ \text{ og } \chi^- \to -\chi^-$$

Dette betyr at den nye spinn bølgefunksjonen er i motfase med den opprinnelige. Ved vanlige eksperimenter vil en ikke se dette fordi alle observerbare størrelser er kvadratet av bølgefunksjonen. Hvis en kunne spalte en nøytronstråle opp i to koherente stråler som er atskilt fra hverandre, la den ene spinnvektoren foreta en 360° presesjon og etterpå forene strålene vil en

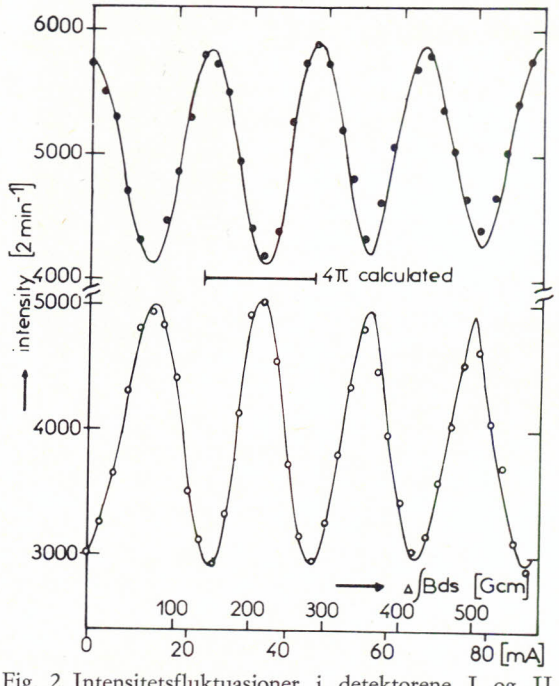


Fig. 2 Intensitetsfluktuasjoner i detektorene I og II når feltet i elektromagneten endres. Mellom toppene tilsvarer feltendringen det som skal til for å få spinnvektoren til å dreie seg ytterligere 4π ($= 720°$)

likevel kunne observere at strålene utslukker hverandre. Ved hjelp av et perfekt krystallinterferometer for termiske nøytroner har en nå kunnet påvise dette kvantemekaniske fenomenet.

I en perfekt énkrystall av silicium har en lagd to dype utskjæringer, fig. 1. Det står da igjen 3 krystallbiter som danner interferometeret. Den første delen spalter nøytronstrålen opp i to koherente stråler som divergerer. Når de treffer den mindre krystallen. bringes strålene atter til å konvergere, og i den siste krystallen forenes strålene med hverandre. Ved fullstendig symmetrisk innstilling vil det ikke være noen gangforskjell mellom strålene. I den ene stråleveien har en så satt opp et romlig begrenset område med magnetisk felt. Dette kan justeres slik at z-komponenten for nøytronene i strålen vrir seg en bestemt vinkel bort fra den opprinnelige retningen. I detektorer bak interferometret vil en da se intensitetsfluktuasjoner i takt med variasjonen av magnetfeltet (fig. 2).

En har også målt virkningen av gravitasjonspotensialet ved hjelp av en slik oppstilling. En vrir da interferometeret 180° rundt den horisontalt innfallende nøytronstrålen, den ene av de to koherente stråler vil da gå i et høyere (eller lavere) gravitasjonspotensial enn den andre strålen. Nøytronintensiteten i detektoren bak interferometeret viste seg å variere med vridningen. Dette kan forklares ved å anta at en må ha Newtonsk gravitasjonsledd, Mgh, i Schrødingerlikninga. Dette leddet vil endre størrelse når en vrir interferometeret.

Eksperimentet viser ekvivalensen mellom gravitasjonsmasse og den trege masse for partikler med endelig hvilemasse i det kvantemekaniske grenseområdet. Det tilsvarende eksperiment for fotoner (hvilemasse = 0) ble utført ved å nytte Mössbauer effekten. En lot da fotoner falle i et gravitasjonsfelt og observerte at frekvensen (eg. energien) øket.

Henvisninger:

Werner et al. Phys. Rev. Lett. 35, 1053, 1975
Rauch et al. Phys. Lett. 54A, 425, 1975
Colella et al. Phys. Rev. Lett. 34, 1472, 1975

Utdrag av listen IUPAP International Conferences Approved for 1977

C3: Termodynamikk og statistisk mekanikk.
Internat. Conf. on Statistical Physics.
Aug. 24–30. Haifa, Israel.

C4: Kosmisk stråling.
15th Internat. Cosmic Ray Conf.
Aug. 13–25. Plovdiv, Bulgaria.

C5: Lavtemperatur-fysikk.
Internat. Symposium on Physics at Ultralow Temperatures.
Sept. 5–9. Nikko, Japan.

C8: Halvledere.
Physics of Narrow-Gap Semiconductors.
Sept. 5–8. Warshawa, Polen.

C9: Magnetisme.
3rd Specialized Colloque Ampere on Optical Techniques in Magnetic Resonance Spectroscopy.
Aug. 29 – Sept. 1. Dublin, Irland.

C10: Faststoff-fysikk.
7th. Internat. Vacuum Congress;
3rd Internat. Conf. on Solid Surfaces.
Sept. 12–16. Wien, Østerrike.

Internat. Conf. on Lattice Dynamics.
Sept. 5–10. Paris, Frinkrike.

4th Internat. Conf. on Ferroelecricity.
Sept. 19–24. Leningrad, USSR.

C11: Partikler og felter.
Internat. Symp. on Lepton and Photon Interactions at High Energies.
Aug. 25–31. Hamburg, Tyskland.

C12: Kjernefysikk.
Internat. Conf. on Nuclear Structure.
Sept. 5–10. Tokyo, Japan.

7th Internat. Conf. on High Energy Physics and Nuclear Structure.
Aug. 29 – Sept. 2. Zürich, Schweiz.

C15: Atom- og molekylærfysikk og spektroskopi.
Internat. Conf. on Vacuum Ultraviolet Spectroscopy.
Sept. 5–9. Montpellier, Frankrike.

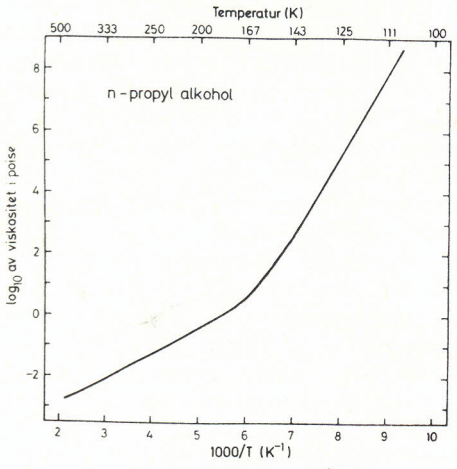
C16: Plasmafysikk.
13th Internat. Conf. on Phenomena in Ionized Gases.
Sept. 12–17. Berlin, Øst-Tyskland.

Ang. detaljer: se Europhysics News, Meetings Issue, eller liste fra IUPAP.

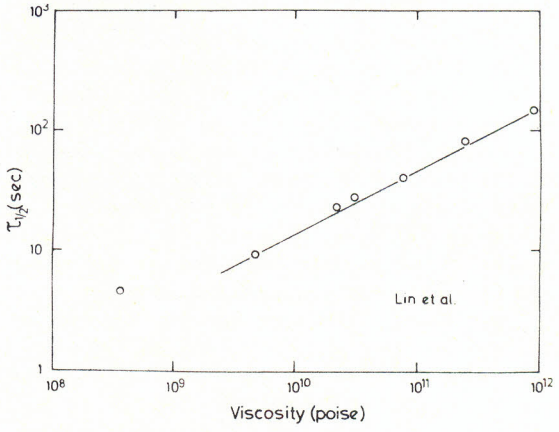
Lavtemperatureksperimenter i strålingsbiofysikken

*Johan Moan**

Når stråling absorberes av et biologisk system, settes en kaskade av reaksjoner i gang. Disse spenner over et meget vidt tidsområde: fra selve absorpsjonsprosessen, som er over på ca. 10^{-15} sekunder, til sene genetiske effekter, som er følger av kjemiske reaksjoner i arvestoffet og som først kommer til uttrykk uker, ja, måneder og år etter bestrålingen. Det er klart at det er av fundamental interesse å klarlegge hele dette reaksjonsmønsteret. Vi skal her se på en av de metodene en har til å studere de første reaksjonene som finner sted etter absorpsjonsprosessen og noen resultater denne metoden har ledet til. I vandig løsning av biologiske molekyler har en rekke reaksjoner skjedd i løpet av 10^{-6} sekunder. Nå finnes det fysikalske metoder til å studere reaksjoner helt ned i området rundt 10^{-12} sekunder. (De to mest avanserte metoder, stroboskopisk pulsradiolyse og picosekund flashfotolyse, ble beskrevet i «Fra Fysikkens Verden» 2-3, 1973). Slike metoder krever meget kostbar apparatur, som foreløpig bare finnes noen få steder i verden. Det finnes heldigvis en metode som er langt billigere og som ser ut til å gi pålitelige resultater. Denne metoden går ut på å kjøle prøvesubstansen ned til meget lave temperaturer, der de kjemiske reaksjoner bokstavelig talt er frosset fast. Øker en da temperaturen gradvis, kan reaksjonene studeres i tur og orden. Som oftest skjer de etter samme mønster som i løsning ved værelsestemperatur. Det fine med metoden er at en har god tid på seg til observasjonene, og kan nytte konvensjonelle fysikalske målemetoder. Til lavtemperaturstudier av denne type velger en gjerne et løsningsmiddel som ikke krystalliserer under nedkjøling, noe for eksempel rent vann gjør. Tanken bak det er at en slik frossen, glassaktig løsning har flere egenskaper felles med flytende vann enn en krystallinsk prøve har. Figur 1 viser hvordan viskositeten av en slik glassdannende væske, n-propyl alkohol, forandrer seg med temperaturen. Fra værelsestemperatur til ca. –170 °C (103 K) øker viskositeten med en faktor 10^{10}. Vi legger også merke til at forandringen skjer jevnt. Stabiliteten av strålingsproduktene i en løsning er avhengig av løsningsmidlets viskositet. Figur 2 viser at det er en klar sammenheng mellom levetiden for elektroner, dannet ved bestråling, og viskosite-

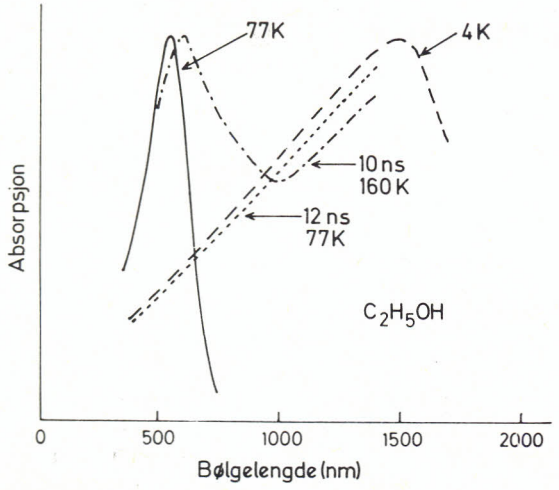


Figur 1 Viskositeten av n-propyl alkohol som funksjon av temperaturen. Viskositeten er et mål for hvor «seig» en væske er.

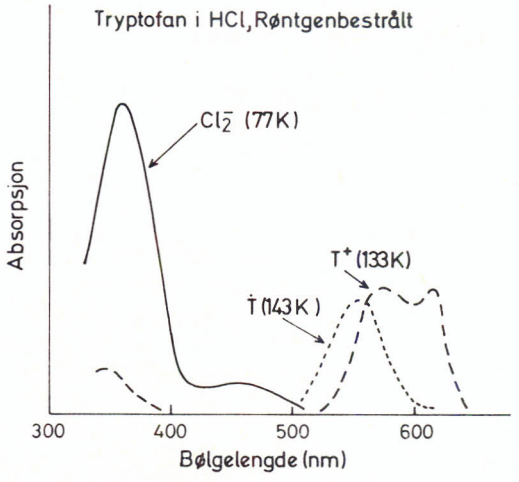


Figur 2 Levetiden av elektroner, dannet ved bestråling, som funksjon av viskositeten i en blanding av organiske væsker ved 77 K. Figuren er omtegnet fra Lin et al. J.Am.Chem.Soc. *90,* 2766 (1968). τ ½ sier hvor lang tid det tar før mengden av elektroner er redusert til halvparten av hva den var ved slutten av en kort strålingspuls.

* Biofysisk Avdeling, Norsk Hydros Institutt for Kreftforskning. Det Norske Radiumhospital, Oslo.



Figur 3 Absorpsjonsspektre for «stabiliserte» elektroner i etanol under forskjellige betingelser. Se teksten.



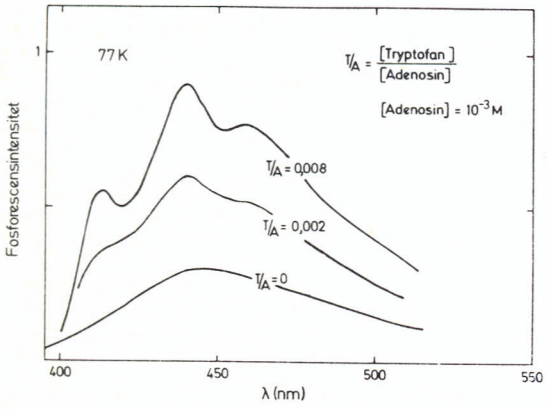
Figur 4 Absorpsjonsspektre observert i en røntgenbestrålt løsning av tryptofan i 9 M HCl. Den glassaktige løsningen ble bestrålt ved 77 K og så varmet gradvis opp.

ten. Slike elektroner er av de tidligst observerbare produkter som dannes ved bestråling av vandige løsninger. Takket være sin karakteristiske optiske absorpsjon er de også relativt enkle å studere. Figur 3 viser absorpsjonsspektret for slike stabile elektroner ved 4 K og ved 77 K i etanol. Spektret ved 4 K er meget likt det spektret en finner ved ca. $2 \cdot 10^{-12}$ sekunder ved værelsestemperatur, mens spektret ved 77 K er likt det spektret en finner i nanosekundområdet ved værelsestemperatur (1 nanosekund = 10^{-9} sekunder). Vi ser videre at ved 77 K er spektret i nanosekundområdet likt spektret ved 4 K, mens det ved 160 K i samme tidsområde er en mellomting mellom spektrene ved 4 K og ved 77 K. Absorpsjonsspektret som sees ved 4 K og ved meget korte tider, skyldes elektroner i grunne potensialbrønner, mens spektret ved 77 K skyldes elektroner i dypere brønner som er dannet ved at elektronenes ladning har fått molekylene i løsningsmidlet til å dreie på seg slik at dypere potensialbrønner er dannet. Ved 4 K er molekylene i etanol helt frosset fast, mens ved 77 K har de ennå en viss bevegelighet.

Figur 4 viser hva som skjer i en løsning av aminosyren tryptofan i HCl, når løsningen røntgenbestråles ved 77 K. Bestrålingen danner ved 77 K kun produktet Cl^-_2. Dette skjer enten en har tryptofan tilstede eller ikke. Varmer en tryptofanløsningen langsomt opp, vil en ved ca. 133 K få dannet tryptofan katjoner ved at Cl^-_2 jonene reagerer med tryptofanmolekyler. Ved 143 K dannes det, som figuren viser, et nytt strålingsprodukt fra tryptofan katjonene. Ved gitte temperaturer er alle disse strålingsproduktene stabile. Ved værelsestemperatur ville sannsynligvis hele reaksjonsrekken skjedd i nanosekundområdet.

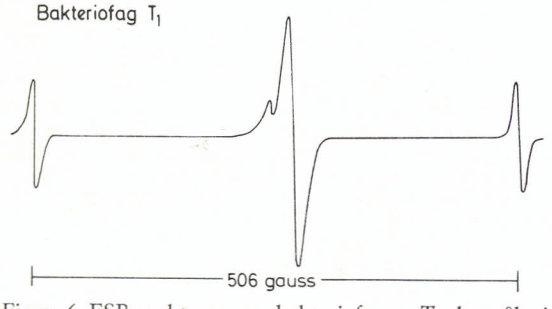
Det neste eksemplet vi skal se på, er hvordan energioverføring mellom biomolekyler kan studeres ved å kjøle prøveløsningen ned. Når en vandig løsning av adenosin (en av komponentene i DNA, «arvestoffmolekylet») og tryptofan kjøles ned, dannes det aggregater av tryptofan og adenosinmolekyler. Dette systemet er selvsagt noe fjernt fra forholdene i en levende celle. Men vi skal huske på at i kromosomene sitter DNA- og proteinmolekyler i ganske nær kontakt med hverandre. (Proteinmolekylene består av aminosyrekomponenter, blant dem tryptofan). Adenosin har meget svak fosforescens når den bestråles med ultrafiolett lys, mens tryptofan har meget sterk fosforescens når den bestråles i lavtemperaturløsning. Figur 5 viser fosforescensspektrene fra frosne løsninger der forholdet mellom antall tryptofan- og antall adenosinmolekyler er henholdsvis 0, 0,002 og 0,008. Tryptofan er i alle tilfeller tilstede i så liten konsentrasjon at en ikke ville sett noen fosforescens fra tryptofan alene. Men sammen med adenosin viser tryptofan fosforescens. Dette viser at det er en energioverføring fra adenosin til tryptofan, og en kan regne seg til at hvert tryptofanmolekyl kan få energi overført fra ca. 200 adenosinmolekyler. Dette er et eksempel på et vanlig fenomen innen strålingsbiofysikken. Strålingsenergi som absorberes ett sted, kan overføres til et annet sted.

Lavtemperaturteknikken kan i mange tilfeller



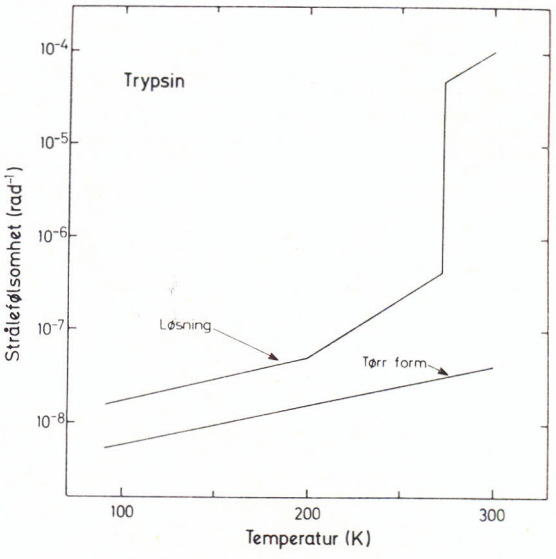
Figur 5 Fosforescensspektre observert i en frossen vandig løsning av tryptofan og adenosin. Den nederste kurven er spektret i ren adenosinløsning, mens det øverste spektret er nesten identisk med spektret i en ren tryptofanløsning. (Omtegnet fra C. Hélène, Photochem.Photobiol. *18*, 255 (1973)).

gi svar på hvilke strålingsprodukter det er som gir opphav til en biologisk skade. Det viser seg da at såkalte frie radikaler spiller en viktig rolle. Frie radikaler er molekylfragmenter med et odde antall elektroner. De er ofte meget reaktive og har derfor kort levetid i løsning ved værelsestemperatur. Frie radikaler kan studeres ved hjelp av elektron spinn resonans spektroskopi (ESR). (Om ESR se «Fra Fysikkens Verden» 1 og 2, 1964). Figur 6 viser ESR-spektret av T1-bakteriofager bestrålt i tørr tilstand ved 130 K. (En bakteriofag er et virus som angriper bakterier). De to ytterste linjene er signaler fra H-atomer. Mye tyder på at H-atomer er de strålingsprodukter som gjør størst skade når et biologisk system bestråles i tørr tilstand. Enzymer og vira kan undersøkes under slike betingelser. Skadene oppstår ved at H-atomene reagerer med DNA. Slike reaksjoner er blitt grundig studert ved hjelp av lavtemperaturteknikken, og en har funnet fram til det en antar er de viktigste reaksjonsveier og mønster for radikalomvandling for en rekke biomolekyler både i tørr form og i løsning.



Figur 6 ESR-spektrum av bakteriofagen T_1 bestrålt i tørr form ved 130 K. Avstanden mellom de to ytterste linjene er 506 gauss i magnetfeltet, hvilket viser at de skyldes H-atomer. (Figuren er hentet fra Müller & Dertinger, Z. Naturforsch. *23b*, 83 (1968).

Lavtemperatureksperimenter har vært til stor hjelp når det gjelder å klarlegge betydningen av såkalt «direkte» og «indirekte» effekt av stråling på biologiske systemer. Hvis strålingen er absorbert i det biomolekylet der skaden oppstår, kalles effekten «direkte», mens den kalles «indirekte» dersom strålingen absorberes i et annet molekyl som så gir opphav til produkter som reagerer med og skader biomolekyler. Diffusjon av slike strålingsprodukter hindres ved at temperaturen senkes. Figur 7 viser hvordan stråleføls omheten for enzymet trypsin varierer med temperaturen. Ved bestråling i tørr form finnes bare en svak økning av følsomheten med temperaturen, mens ved bestråling i vandig løsning er det en diskontinuitet i stråleføls omheten ved smeltepunktet for vann. Dette viser at den indirekte effekten, som sees i flytende løsning og som skyldes reaksjon av vannradikaler (OH, H, e^-) med trypsin, er langt større enn den direkte effekten i dette tilfellet. En regner at den direkte effekten viser liten eller ingen temperaturvariasjon, så når følsomheten varierer med temperaturen, skyldes det hovedsakelig indirekte effekt.



Figur 7 Stråleføls omheten for enzymet trypsin som funksjon av bestrålingstemperaturen. Stråleføls omheten måles i rad^{-1} og er den inverse verdi av den strålingsdosen som trenges til å skade (inaktivere) 63 % av molekylene. (Oksmo & Brustad, Z. Naturforsch. *23b*, 962 (1968)).

Ved å kjøle et biologisk system ned til lave temperaturer vil en selvsagt ha ført det et stykke bort fra den tilstand det befinner seg i «in vivo» (dvs. i en levende organisme). Men, som vi har sett, kan de informasjoner en får likevel være nyttige. Det vrimler av «kompromissløsninger» i vitenskapen. Lavtemperaturstudier av biologiske systemer er en slik «kompromissløsning».

Bøker

P. M. Chung, L. Talbot, K. J. Touryan: Electric Probes in Stationary and Flowing Plasmas: Theory and Application. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg – New York, 1975, 150 pages. Innbundet DM 48.60.

Dette er 11. bind i en internasjonal serie innen Applied Physics and Engineering, Springer-Verlag. Forfatterne av denne boken har alle arbeidet aktivt med elektriske prober i plasma (ione-prober, Langmuir-prober) i de siste årene. Ifølge forfatterne er boken ment å supplere F. F. Chen's 86 siders kapittel om elektriske prober som finnes i Huddlestone's bok «Plasma Diagnostic Techniques», Academic Press, 1965, og en bok av nyere dato forfattet av Swift og Schwar med tittelen «Electric Probes for Plasma Diagnostics», Iliffe Books, London, 1971. Både teorien for elektriske prober og de rent måletekniske problemer er fortsatt gjenstand for stor interesse. Dette reflekteres i den forholdsvis store litteratur som stadig bli publisert innen dette felt, noe som også fremgår av referanselistene etter hvert kapittel. Innledningsvis tar forfatterne for seg de størrelser som bestemmer det teoretiske utgangspunkt for analysen, nemlig: 1) Debye-lengden, 2) midlere fri veilengde, og 3) probens karakteristiske dimensjon (radius, lengde). Forholdstallene mellom disse størrelser bestemmer hvorvidt teorien kan basere seg på tynn eller tykk ione-kappe med eller uten kollisjoner. Det sier seg selv at overgangsområdene blir de vanskeligste å behandle teoretisk. Forfatterne har tydeligvis lagt vekt på å forsøke å skape en nyttig systematisk inndeling i såkalte «probe regimes» bestemt av de eksisterende ulikheter mellom de lengde-parametre som er nevnt ovenfor under 1), 2) og 3). Disse «probe regimes» danner grunnlaget for den etterfølgende disponering av stoffet i boken, noe som i vesentlig grad gjør det lettere for brukeren å finne frem til de sluttresultater som er anvendbare i hvert enkelt tilfelle.

Boken behandler både rolige (quiescent) og forbistrømmende (flowing) plasma og i slutten av boken tar man også for seg turbulent plasma. Som en innføring i teorien om elektrostatiske prober egner denne tekst seg dårlig. Forfatterne sier da også selv at dette bind er tiltenkt ingeniører og vitenskapsmenn som ønsker en omfattende oversikt over probeteori. Dessuten egner boken seg ypperlig for dem som ønsker å anvende resultatene på spesielle diagnostiske probmer i laboratoriet eller i forbindelse med *in situ* romforskningsoppgaver. Den tidligere omtalte tekst av Chen egner seg meget bedre til undervisningsformål enn den her omtalte bok.

Sikkert for å spare på sidetallet, finnes det over fire sider med Nomenklatur i begynnelsen av boken. Symbolene er som oftest ikke forklart etter hvert som de introduseres i teksten. Dette kan ofte føles som nokså tungvindt og unødig forsinkende. Ellers er illustrasjonene tildels middelmådige med hensyn til klarhet, og papir og trykk er ordinært. Referanselistene må sies å være gode, idet man finner alle de arbeider en slik bok bør referere til. Da det er svært få enhetlige tekster omkring det emnet boken behandler, vil boken sikkert være nyttig for alle som er engasjert i plasmadiagnostikk.

Michael Mentzoni

W. Schultze: Farbenlehre und Farbenmessung. Eine kurze Einführung. Tredje rev. utgave. Springer forlag, Berlin – Heidelberg – New York 1975, 97 sider, 57 figurer, hvorav 4 i farge. Pris heftet DM 32.–.

Den praktiske anvendelsen av fargemetrikken har fått et betydelig omfang i de siste 10 år, og W. Schultze, som har fulgt denne utviklingen på nært hold, har med denne boken gitt en sympatisk og lettlest innføring i fargemetrikkens grunnlag og anvendelser.

Etter en teoretisk innføring, beskriver forfatteren forskjellige metoder og instrumenter som anvendes i industriell fargemåling. Deretter behandles de mest kjente forsøk på å etablere tredimensjonale fargeordninger og noen aktuelle problemer i forbindelse med kvantifiseringen av fargeforskjeller. I kapittelet om praktiske anvendelser av fargemetrikken, beskrives det fysiske grunnlaget for beregningen av fargingsresepter, ekthetsproblemet og toleranser ved fremstillingen av fargestoffer og ved innfargingen av materialer. Kunstige lyskilders fargegjengivelse blir også omtalt. Fluorescensfarger, som har fått større anvendelse med årene bl. a. i form av belegg på lysstoffrør og fjernsynsskjermer, i reklame og gjennom optisk bleking av papir og tekstiler, er viet et eget kapittel.

Mennesket spiller den avgjørende rollen ved bedømmelser av små fargeforskjeller og i fastleggelsen av fargetoleranser, men denne bedømmelsen er avhengig av kontrast og adaptasjon. Beskrivelsen av disse prosessenes betydning for den visuelle bedømmelsen er dessverre noe misvisende. Terminologien kunne ha vært noe mer gjennomført, f. eks. ved å skille konsekvent mellom «bunte» og «ubunte Farben» (kromatiske og akromatiske f.). «Farbenblindheit» kunne med fordel ha vært rettet til «Farbsehdefekt», siden fargeblindhet kan likestilles med total blindhet. Forfatteren er såvidt inne på forskjellen mellom «bezogene» og «unbezogene Farben», de utmerkede tyske betegnelser som ble innført av Willhelm Ostwald, men gjennomfører ikke å skille begrepene i ønskelig grad. Innføring av begrepet «bezogene Farbvalenzen» ville ha lettet forståelsen av begreper som Farbkörper, Körperfarbe, Buntheit og Farbtiefe (Buntkraft).

Boken omtaler ingen teorier for fargesyn eller dets fysiologiske grunnlag, og den gir ikke, slik forlaget hevder, en innføring i en naturvitenskapelig fargelære som søker å bygge bro mellom fysikk og fysiologi. Men den representerer en verdifull innføring i fargemåling og en del av fargemetrikkens praktiske anvendelser i dag.

Arne Valberg

Fra fordums målsystemer til det internasjonale enhetssystem

Del 2.

Jan de Boer

BEGREPET: «SYSTEM AV ENHETER».

De to til tre århundrer som var forløpet før Meterkonvensjonen ble undertegnet, var en tid med gigantisk utvikling av naturvitenskapene. I den epoke ble fysikkens rolle som den mest avanserte eksperimentelle vitenskap stadig tydeligere. Fysikken ble en veritabel målende vitenskap der man introduserte begreper av særpreget matematisk karakter, slik som masse, kraft, tid, osv. Fordi det var fysikere som først satte slike begreper i system for å beskrive fysiske fenomener, fikk disse begreper fellesbetegnelsen «fysiske størrelser». Nå er de oftest kalt «størrelser». Disse størrelser ble definerte på grunnlag av reelle målinger, og introduksjonen av dem førte til at den gjensidige relasjon mellom slike størrelser ble beskrevet ved matematiske ligninger. Det er ligninger som kan betraktes enten som definisjoner eller som fysiske lover, skjønt å gjøre slik distinksjon er i alminnelighet ikke lett. Ifølge Maxwell kunne man uttrykke enhver fysisk størrelse som produktet av et tall og en enhet med enheten som en valgt referansestørrelse ved hvis hjelp man kunne uttrykke enhver størrelse av samme art. Forholdet mellom størrelsen og den tilsvarende enhet er et tall som kalles *måltallet* for størrelsen uttrykt i denne spesielle enhet. Slik som begrepet enhet her er introdusert, har enheten den samme abstrakte matematiske karakter som dertil svarende fysiske størrelse. Følgelig må man skarpt skjelne mellom slike abstrakte *enheter* og deres materielle fysiske realisering, som man vanligvis kaller *normaler*.

Fysikken er blitt prototypen på en eksakt naturvitenskap. Det er klart at det er uhyre viktig hvorledes man gjør valget og definerer enhetene for de forskjellige fysiske størrelser når enhetene skal tilpasses som et system av enheter i hele den matematiske beskrivelse av fysikken. To forskjellige krav gjør seg gjeldende. På den ene side krever det syn som man nå har på eksperimentell metrologi innen fysikk og teknikk at man skal kunne oppnå en stadig økende nøyaktighet. Det medfører at enhetene må være slik definerte at man har mulighet for å forbedre den nøyaktighet som de normaler kan yde som skal representere enhetene. På den annen side krever det teoretiske og matematiske syn på de fysiske vitenskaper at enhetene danner et logisk system som inngår som en nødvendig, formålstjenlig del av hele det matematiske formelsystem som benyttes til å uttrykke relasjonene mellom fysiske størrelser, og til å formulere fysikkens lover. Vi vil her gi et kort resymé av hva som synes å være essensielle etapper i denne lange og ofte kronglete vei som historien har fulgt fra det opprinnelige franske metriske system og til det avanserte internasjonale system av enheter, SI.

I det nittende århundres annen halvdel spilte Britich Association for the Advancement of Science (B.A.A.S.) en viktig rolle under utviklingen av ideer for enhetssystemene. Særlig var dens Standards' Committee et sentrum for et meget fruktbringende samarbeid mellom et stort antall kjente vitenskapsmenn fra den epoke. Blant disse må særlig nevnes Maxwell. Henimot 1860 behandlet denne Standards' Committee spørsmålet om det beste valg av enheter for de forskjellige fysiske størrslser slik som elektrisk ladning, strøm, resistans, kapasitet og potensial som man hadde innført i teorien for elektrisitet. Standards' Committee presiserte at når man skal velge en enhet for en fysisk størrelse, så er det alltid to spørsmål som må overveies og holdes klart fra hverandre: man må først finne ut hva som er den mest passende enhet, dernæst hva som vil være den beste form og det beste materiale for den *normal* som man i yrkesmessig virksomhet skulle bruke til å representere denne enhet.

Selv om man i prinsippet kunne velge en enhet og tilsvarende normal for enhver størrelse helt fritt, ville det bli meget ineffektivt å velge alle enhetene uavhengig av hverandre. Vi har sett at menneskene allerede i oldtiden hadde følelsen av at f.eks. enhet for areal burde være kvadratet på enhet for lengde. Det var bare av praktiske grunner at der ofte bruktes enkle multipler eller undermultipler av disse enheter istedet for å gjøre et mere systematisk valg. I metersystemet er det logiske valg av enhet for

hastighet meter per sekund, mens kilometer per time som nå for tiden er den mest brukte enhet, ikke er koherent i dette system.

ENHETSSYSTEMET CGS.

Standards Committee understreket nødvendigheten av at et *koherent system* av enheter måtte konstrueres systematisk på basis av et visst antall fundamentale enheter- eller som det nå heter på norsk: *grunnenheter*. Som grunnenheter i mekanikk ble valgt centimeter, gram og det mildere soldøgns sekund. Man foretrakk centimeter for meter fordi en kubikkcentimeter vann har en masse som er omtrent en masseenhet (gram) ved temperaturen for vannets maksimale tetthet. Som de til enhetene svarende primære normaler for lengde og for masse aksepterte man de hovednormaler som var oppbevart i Paris mens definisjonen av tidsskalaen ble overlatt til astronomerne. Dette var opprinnelsen til CGS-systemet, det første system av enheter som var planlagt som sådant, og det er ennå meget anvendt i fysikken.

Det antall grunnenheter som fysikkens *mekaniske* fenomener kunne baseres på ble altså tre, og det valg som derved faktisk var gjort av de tre størrelser lengde, tid og masse som *grunnstørrelser,* stemte overens med det som intuitivt hadde vært valgt og brukt i århundrer. Ofte kaller man et slikt system *tredimensjonalt,* hvor tallet tre refererer seg til de tre uavhengige grunnenheter, eller til de tre grunnstørrelser som systemet bygger på.

Når de tre grunnenheter er valgt, er kravet til koherens tilstrekkelig til å definere alle andre enheter. Til atskillelse fra betegnelsen grunnenheter blir disse andre enheter kalt *avledede enheter*. Når f.eks. den fysiske størrelse hastighet er definert som tilbakelagt vei per tidsinterval, blir i CGS den koherente enhet lik centimeter per sekund (cm/s); og når den fysiske størrelse bevegelsesmengde er definert som produktet av masse og hastighet, blir den koherente enhet gramcentimeter per sekund (g. cm/s). Og når kraft er økningen av bevegelsesmengde per tidsintervall, blir enheten (g.cm/s)/s som er lik g.cm/s^2. Og når arbeid er kraft ganger tilbakelagt vei blir enheten (g.cm/s^2). cm eller g.cm^2/s^2. Altså: Ved å la seg lede av hvorledes en *størrelse* er definert ved andre *størrelser* finner man frem til den koherente *enhet* for vedkommende størrelse. Ethvert system av koherente enheter er på denne måte bygget opp på basis av det system av ligninger som knytter de forskjellige fysiske størrelser til hverandre.

Utviklingen av fysikken til en eksakt vitenskap som er ledet av et system av matematiske ligninger, har derfor konsekvenser med hensyn til valg av enheter. Fritt kan man velge bare et begrenset antall enheter og når dette valg er gjort, kan man på systematisk måte konstruere det hele system av enheter.

Nye problemer oppstod når man skulle ta hensyn til de elektriske fenomener. Allerede i 1832 hadde Gauss i sin berømte publikasjon om det jordmagnetiske felts styrke i absolutte mål uttrykt nødvendigheten av å erstatte målingene av det jordmagnetiske felt med magnetnål med *absolutte* målinger i mekaniske kraftenheter. For dette formål innførte Gauss allerede da for elektriske enheter et system av absolutte enheter bassert på millimeter, milligram og sekund. Gauss ble hjulpet av Weber som utvidet disse ideer til andre elektriske enheter. Og William Thomson, den senere Lord Kelvin, gjorde for det engelske telegrafverk omkring år 1850 endel elektriske målinger og uttrykte resultatene i britiske mekaniske enheter. I 1863 skrev Maxwell: «De elektriske fenomener som vi kjenner, er av mekanisk natur. Følgelig må man måle dem med mekaniske enheter eller normaler».

B.A.A.S.' Standards Committee anbefalte da at man fulgte slike retningslinjer, og især at man skulle utvide CGS-systemet ved å definere hensiktsmessige enheter for alle elektriske størrelser ved å benytte de ligninger som var oppstillet av Faraday, Thomson, Maxwell, Weber og andre, samt å uttrykke enhetene som funksjoner av de mekaniske enheter for lengde, tid, kraft og arbeid. Man kaller disse enheter *absolutte* i betydningen av koherente. Det vil si at enhetene ikke var vilkårlig valgte, men var en følge av de ligninger som var uttrykk for de elektriske og magnetiske fenomener. Uheldigvis kunne man skrive de elektriske og magnetiske fenomener ved to ligningssystemer som var gjensidig uforenlige, – det ene ligningssystem ved å gå ut fra kraftloven mellom to magnetiske poler, det annet ligningssystem ved å gå ut fra kraftloven mellom to elektriske ladninger. Begge lovene uttrykker at kraften er omvendt proporsjonal med avstandens kvadrat. Man kunne bygge opp et *absolutt,* koherent enhetssystem på basis av enten det ene eller det andre av disse to ligningssystemer. Weber kalte disse to *absolutte* CGS-systemer for det «elektromagnetiske» og det «elektrostatiske» enhetssystem. Den elektromagnetiske CGS-enhet for resistans viste seg å være centimeter per sekund, og allerede i 1851 hadde Weber gjennomført *abso-*

lutte målinger for å bestemme resistansen av en elektrisk motstandstråd.

I 1863 ble man i Standards Committee enig om en metode som var foreslått av W. Thomson, for utførelsen av *absolutt* måling av resistans. Og ved denne metode gjennomførte Maxwell, Stewart og Jenkin vellykkede målinger. Takket være disse målinger kunne man konstruere en normal for resistans i form av en motstandsspole. Dens verdi i elektromagnetiske CGS-enheter kunne bestemmes med en relativ nøyaktighet av ca. 1.10^{-4}, som var tilstrekkelig. Når man så hadde funnet frem til denne normal for elektrisk resistans, mente man at det var uten særlig allvårlige vanskeligheter å bestemme elektrisk strøm, spenning, etc, i elektromagnetiske CGS-enheter.

PRAKTISKE ELEKTRISKE ENHETER.

Imidlertid var størrelsesordenen av mange elektromagnetiske CGS-enheter alltfor liten. Derfor anbefalte B.A.A.S. at man skulle anvende visse *praktiske* enheter, således ohm for resistansenhet og volt for spenningsenhet, henholdsvis 10^9 og 10^8 ganger så stor som de elektromagnetiske CGS-enheter. Den første internasjonale elektrisitetskongress i Paris i 1881 godkjente dette vedtak og introduserte nok én praktisk enhet, nemlig ampere for elektrisk strøm, og med 1 ampere lik 1/10 av den elektromagnetiske enhet for strøm. Senere tilføyet man coulomb for elektrisk ladning og farad for elektrisk kapasitet, og flere andre enheter.

Denne serie av praktiske enheter var faktisk også et *system* med den begrensning at det var koherente enheter bare med hensyn til det system av ligninger som kun inneholdt elektriske størrelser og deres gjensidige forhold. Det praktiske system av enheter var ikke koherent med hensyn på ligninger som både inneholdt elektriske og mekaniske størrelser. Således var voltamperesekund lik 10^7 CGS-enheter for arbeid. Disse *praktiske* elektriske enheter hadde ødelagt den fine koherens som det opprinnelige CGS-system var i besittelse av. Det var et begrenset anvendbart praktisk system.

Der meldte seg imidlertid også en annen og mere foruroligende tendens. Inntil da var definisjonene av de praktiske enheter *absolutte* definisjoner idet de praktiske enheter var tierpotenser av de elektromagnetiske CGS-enheter. Men de materielle normaler for ohm (kvikksølvkolonne), for volt (Westonelement) og for ampere (sølvvoltametret), som man brukte som sekundære normaler for praktiske anvendelser, de begynte å føre sitt eget liv. På den internasjonale elektrisitetskongress i Paris i 1881 og ennmere den i Chicago i 1893 ble for legalt bruk *definert* ohm, volt og ampere ved sine materielle *normaler.*

Selv om verdiene av disse materielle normaler ikke avvek svært meget fra tierpotenser av elektromagnetiske CGS-enheter, er det allikevel evident at det prinsipp å definere de elektriske enheter ved hjelp av uavhengige materielle normaler var helt motsatt av den holdning som B.A.A.S. inntil da hadde inntatt med hensyn på prinsippet om koherens. Trots dette stadfestet den internasjonale elektrisitetskongress i London i 1908 disse nye tendenser; og selv vedtok den for legale og metrologiske formål et komplett system av elektriske enheter, som ble kalt *internasjonale enheter,* og som var baserte på materielle normaler for ohm og for ampere. Det skulle gå mere enn 25 år før man tok disse vedtak opp til fornyet debatt. Men la oss her først omtale forskjellige andre saker som var dukket opp med hensyn til beskrivelsen av de elektriske fenomener.

GIORGI's FORSLAG.

Nye og meget viktige ideer fremkom i begynnelsen av det 20. århundre med hensyn til den teoretiske presentasjon av de elektriske og magnetiske fenomener og m.h.t. konstruksjonen av enhetssystemene. Disse ideer førte til slutt til valget av et nytt, koherent enhetssystem som var i stand til å dekke alle elektriske, magnetiske og mekaniske fenomener.

Alt i 1901 hadde Giorgi gjort oppmerksom på at elektrisk enhet for arbeid – 1 joule = 1 voltamperesekund – som var lik 10^7 CGS-enheter for arbeid, = 10^7 $g.cm^2/s^2$, også kunne skrives på formen 1 $kg.m^2/s^2$. Det var en påvisning av at elektrisk enhet for arbeid var lik enhet for arbeid i et system MKS med grunnenhetene meter, kilogram, og sekund. Uheldigvis ville den operasjon å erstatte centimeter og gram overalt med meter og kilogram i de *absolutte* definisjoner av de elektriske enheter ikke gi de praktiske enheter. Men Giorgi påviste at når det gjalt områdene mekanikk, elektrisitet og magnetisme, kunne man løse denne vanskelighet ved å bruke fire istedet for tre grunnenheter. Slike enheter kunne være meter, kilogram, sekund og én elektrisk grunnenhet f.eks. ampere eller ohm. Men koherensen av et slikt enhetssystem med hensyn til det ligningssystem som forbinder de fysiske størrelser til hverandre, ville da kreve at antallet av grunnstørrelser også

måtte økes fra tre til fire slik at man til lengde, tid og masse også måtte innføre en størrelse av elektrisk natur som grunnstørrelse. Det betød at elektriske størrelser måtte defineres ved fire grunnstørrelser, et avvik fra det prinsipp som lå til grunn for Maxwells elektromagnetiske teori som bygget bare på de tre mekaniske størrelser lengde, tid og masse. Og dette medførte at loven for magnetisk kraftvirkning som Maxwell hadde brukt som utgangspunkt både for elektriske og magnetiske størrelsers definisjoner og for de elektromagnetiske enheter, der måtte det innføres en proporsjonalitetsfaktor, det tomme roms permeabilitet. Av uavhengig valg av elektriske enheter fulgte at nevnte proporsjonalitetsfaktor måtte bli lik 10^7 MKS-kraftenheter per ampere i annen.

Dette måtte gå en tid før de ideer som Giorgi var kommet med ble akseptert av fysikere og elektroteknikere. Den Maxwell'ske formulering av teorien slik den opprinnelig var med fundament i bare tre mekaniske størrelser, hadde og har fremdeles sine aktive tilhengere. Men der er dog meget av intuitiv logikk i kravet om å øke antallet av grunnstørrelser fra tre til fire ved overgangen fra mekanikk til beskrivelsen av elektriske fenomener. Man kan si at det som er felles for all fysisk teori er grunnstørrelsene lengde og tid, og at det som karakteriserer mekanisk dynamikk er begrepet masse, som er den størrelse som forbinder kraft og akselerasjon og som er bestemmende for gravitasjonsfenomener. Fundamental karakter har i elektrisitet en lignende størrelse nemlig elektrisk ladning. Så lenge det ikke er blitt påvist at denne størrelse er av mekanisk natur, så spiller ladning i elektrisitet samme rolle som masse i mekanikk. Man kan derfor hevde at antall grunnstørrelser må være fire; antall grunnenheter altså også fire.

Der er også andre indikasjoner på at de Maxwell'ske uttrykk for størrelser og enheter ikke er særlig tilfredsstillende. Således inneholder de formelmessige uttrykk for enhetene brøkeksponenter (således $cm^{\frac{1}{2}}g^{\frac{1}{2}}s^{-1}$ for enhet for elektrisk strøm), eller de antar rare former (slik som cm/s for elektrisk resistans). Også dette viser at man har valgt et for lite antall av grunnstørrelser. Og også dette førte til at man omskrev de Maxwell'ske ligninger til en firedimensjonal form i overensstemmelse med Giorgi's forslag av 1901.

I tillegg til dette ble vitenskapsmennene mer og mer overbeviste om at det ville være logisk å gjennomføre en annen modifikasjon av de Maxwell'ske ligninger. Denne modifikasjon, som er blitt kalt «rasjonalisering», medførte at tallfaktoren 4π ble sløyfet på enkelte steder i ligningene og innført på andre steder. Da enhetssystemet er koherent *forandrer dette ikke* de konvensjonelle navn på enhetene, men det forandrer størrelsen av visse av de korresponderende normaler.[3] Og det modifiserer faktisk også verdien av det tomme roms permeabilitet, som blir $4\pi.10^{-7}$ MKS-kraftenheter per ampere i annen.

Nå skrives alltid det firedimensjonale system av ligninger for elektrisitet i *rasjonalisert* form.

Etter lange diskusjoner i mange internasjonale organisasjoner vedtok Den Internasjonale Elektrotekniske Kommisjon på møte i Scheveningen i 1935 det forslag som Giorgi i sin tid hadde fremkommet med, men dog uten å ta standpunkt til valget av den fjerde størrelse som skulle danne grunnlaget for systemet og dens enhet.

Med hensyn til dette valg er det viktig å bemerke at Giorgi, og flere vitenskapsmenn med ham, ønsket at man skulle velge som fjerde enhet den internasjonale ohm, definert ved en uavhengig prinær normal. Andre derimot ville foretrekke én av de praktiske enheter, definert på det *absolutte* grunnlag, som foran er forklart. Valget forble stillet i bero inntil man hadde fått uttalelser fra Den Internasjonale Komite for Vekt og Mål (C.I.P.M.) så vel som fra Kommisjonen S.U.N. (Symboles, Unités, Nomenclature) som står under Den Internasjonale Union for Ren og Anvendt Fysikk. Med Sir Richard Glazebrook som president hadde S.U.N. i tiden forut ydet viktige bidrag til formuleringen av de nye ideer.

Det som den gang gjorde diskusjonene så vanskelige og hindret avgjørelser, var de mange forskjellige synspunkter som vitenskapsmenn hadde med hensyn til filosofisk oppfatning av

3. Oversetterens bemerkning om standardisert terminologi: Professor de Boer har her åpenbart foretrukket å si tingene på denne måte for å unngå å bli missforstått. På fransk som på norsk brukes ordet størrelse tvetydig. Grandeur physique så vel som «fysisk størrelse» er på begge språk standardisert betegnelse når man vil angi en fellesbetegnelse for lengde, tid, masse, osv. Det er et abstrakt begrep som betyr noe mer enn bare det å være stor. Snevrere betydning har ordet *størrelse* i daglig tale. Også attributtet «fysisk» er på flere måter uheldig. I en artikkel som den foreliggende hvor det er lagt vekt på å få frem forskjellen på immaterielle enheter (som er fysiske størrelser) og dertil svarende normaler (som er materielle representanter for enhetene) kan ordet «fysisk» virke forvirrende siden man i vanlig moderne språkbruk ofte bruker ordet «fysisk» for å pointere at noe er materielt.

hva som kunne føre til oppstillingen av et system av enheter.

På den ene side hadde man de vitenskapsmenn som fremhevet de måletekniske synspunkter og som hevdet at man måtte for enhver fysisk størrelse definere en normal og primærnormaler for et visst antall grunnenheter som var uavhengige av hverandre. Den enkleste løsning etter slikt synspunkt var det opprinnelige forslag fra Giorgi, med en uavhengig grunnenhet for resistans representert ved en primærnormal. Derimot mente disse vitenskapsmenn at det var fremmedartet for vanlige metrologiske regler å definere de elektriske størrelser ved å gi permeabiliteten for tomt rom måltallet $4\pi.10^{-7}$ Det ville være som å definere enhet for masse ved å kreve verdien 10^3 kg/m^3 for tettheten av vann ved temperaturen for vannets største tetthet. Slikt prinsipp hadde man forsøkt å bruke ved metersystemets innførelse, men det var blitt oppgitt idet man tok hensyn til metrologisk praksis som fordret normaler både for lengde og for masse.

På den annen side hadde man de vitenskapsmenn som fremhevet et systematisk synspunkt. De tok særlig i betraktning de algebraiske regler som et system av enheter måtte adlyde for å være koherente med hensyn til et system av størrelsesligninger. Dette krevet et system med en fjerde uavhengig størrelse og dertil svarende enhet. Som foran anført er begrunnelsen for dette dels av teoretisk, dels av algebraisk, og dels av mer filosofisk art.

I kampen mellom disse synspunkter seiret systematikerne. Og i 1935 besluttet Den Internasjonale Komite for Vekt og Mål at:

1. I den rasjonaliserte form for ligningene defineres det tomme roms permeabilitet som $4\pi.10^{-7}$ newton per ampere i annen, hvor newton er navnet på MKS-enheten for kraft.
2. Man anser at en definisjon av ampere på basis av kraften mellom to parallelle ledere, er et egnet grunnlag for å kunne definere alle avledede praktiske elektriske enheter.

Men for å kunne foreta omregningen fra de «internasjonale» enheter som man således forlot, til elektriske enheter som var *absolutt* definerte, måtte man først fremskaffe nøyaktige omregningsfaktorer. Den endelige avgjørelse av dette ble utsatt som følge av den annen verdenskrig. Og med fullmakt fra Generalkonferansen for Vekt og Mål av 1933 bekreftet Den Internasjonale Komite for Vekt og Mål i 1946 sine tidligere beslutninger, og vedtok at de praktiske *absolutte* elektriske enheter skulle introduseres per 1. januar 1948.

DET INTERNASJONALE SYSTEM AV ENHETER SI.

Etter den annen verdenskrig hersket det en allminnelig tendens til mere intenst internasjonalt arbeid for å revidere den eksisterende situasjon i den hensikt å forbedre internasjonal forståelse. Særlig var dette tydelig på vitenskapelige og tekniske områder og i industri og handel.

Denne generelle tendens hadde avgjørende innflytelse på iverksettelsen av et internasjonalt system av enheter som allerede i vidt omfang var akseptert.

Det eksisterte da et stort antall systemer. Meter-tonn-sekund systemet var i 1919 innført ved lov i Frankrike. I tekniske miljøer anvendte man et system med meter-kilogramkraft-sekund. Til stor forvirring var her at kilogram ble brukt som enhet for kraft, ikke for masse. Og fysikerne brukte CGS-systemet. I USA og i Storbritania brukte man systemer som bygget på foot, pound og sekund.

Den Internasjonale Union for Ren og Anvendt Fysikk og dens Kommisjon S.U.N. anså det som nødvendig å komme frem til et «praktisk og internasjonalt system av enheter» for internasjonalt samkvem og på basis av meter, sekund, kilogram og én elektrisk enhet fra det praktiske absolutte system. Den franske regjering fremsatte et analogt forslag. Og på oppfordring fra Den 9. Generalkonferanse for Vekt og Mål i 1948 foretok Den Internasjonale Komite for Vekt og Mål en enquête i vitenskapelige og tekniske organer som hadde med utdannelse og undervisning å gjøre. På grunnlag av de mottatte opplysnninger vedtok den 10. Generalkonferanse for Vekt og Mål i 1954 at et slikt praktisk, internasjonalt system skulle baseres på seks grunnenheter, meter, kilogram, sekund, ampere, kelvin[4] og candela. De fire først nevnte enheter var i overensstemmelse med systemet MKSA som var vedtatt allerede i 1948.

Innføringen av kelvin og candela trenger en nærmere omtale:

De fysiske fenomener som foran er omtalt og som man hadde uttenkt enhetssystemer for, var utelukkende av mekanisk, elektrisk og magnetisk natur. For disse kunne en beskrivelse baseres på fire grunnstørrelser lengde, tid, masse og elektrisk strøm. Når det gjelder termiske fenomener måtte man av systematiske og måle-

4. den gang kalt grad kelvin.

tekniske grunner innføre en ny grunnstørrelse, den termodynamiske temperatur. Forholdet mellom to legemers termodynamiske temperaturer er bestemt ved termodynamikkens bruk av Carnot's syklus, og bestemmes ved forholdet mellom to varmemengder eller energier. Etter den fremgangsmåte som er anvendt for å definere enheter for andre grunnstørrelser, er det derfor tilstrekkelig å gi *ved en definisjon* en viss verdi for den termodynamiske temperatur av en spesifisert fysisk tilstand. Trippelpunktet for vann var for dette formål den særegne fysiske tilstand som i 1948 ble valgt av Generalkonferansen. Og ved definisjon vedtok Generalkonferansen av 1954 at denne tilstands termodynamiske temperatur skulle ha verdien 273, 16 kelvin.

La oss så gå over til fotometri. Når det gjelder beskrivelsen av de fenomener som synlig lys frembyr i lysteknisk henseende, fant man at tre grunnstørrelser var tilstrekkelig: lengde, tid og én fotometrisk størrelse. Man valgte lysstyrke. Enhet for lysstyrke, candela, ble definert som lysstyrken perpendikulært på en spesifisert flate av et svart legeme som er i en spesifisert temperatur-tilstand. Denne definisjon ble vedtatt av Generalkonferansen i 1948 og en revidert formulering ble gitt i 1967.

Det system av seks grunnenheter som allerede var blitt introdusert i 1954, ble av Generalkonferansen av 1960 gitt navnet *Det Internasjonale Enhetssystem.* Avledede enheter for andre størrelser kan uttrykkes ved hjelp av grunnenhetene. I mange tilfeller har man dog gitt avledede enheter spesielle navn og symboler.

Fordi det var svært mange avvikende meninger når det gjaldt de to størrelser *plan vinkel* og *romvinkel,* tok Generalkonferansen ingen beslutning om hvorvidt det for disse to størrelser dreiet seg om avledede størrelser eller grunnstørrelser. De dertil svarende enheter, radian og steradian satte Generalkonferansen i en tredje klasse, kalt *supplementenheter.* Man står fritt med hensyn til om man vil behandle dem som grunnenheter eller som avledede enheter. Grunnenheter, avledede enheter og supplementenheter har fått fellesnavnet *SI-enheter.* SI som skal være allment brukt forkortelse på alle språk, står for *Système International.* SI-enhetene er et koherent system av enheter i den mening som foran er gitt i denne fremstilling. Systemet er knyttet direkte til den mengde av algebraiske ligninger som på det nåværende tidspunkt danner grunnlaget for fysikk, kjemi og teknikk. Som en tilføyelse har man også en rekke av symboler for prefikser som anvendes for å få desimale multipler av og undermultipler av SI-enhetene.

Det er evident at hele strukturen av det internasjonale enhetssystem er strengt knyttet til de fysiske fenomeners matematiske beskrivelse slik denne beskrivelse nå presenteres som grunnlag for moderne vitenskaper. Man må forstå at et slikt enhetssystem ikke er vedtatt for å vare evig. Med vitenskapens utvikling må følge en utvikling av SI. Man må innføre forbedringer av systemet for å holde det på høyde med vitenskapens fremmarsj. Allerede dengang da systemet ble vedtatt, var man klar over følgende forhold:

Skjønt begrepet masse var velegnet i mekanikk, var masse slett ikke tilpasset kjemiens behov. I kjemien er det molekylær struktur og især *antallet* av molekyler i et system som har større betydning enn systemets samlede masse. Av den grunn har man i kjemien introdusert begrepet *stoffmengde* som nyttig og nødvendig grunnstørrelse. Enheten for denne størrelse er grunnenheten mol. Den er definert som den stoffmengde som inneholdes i 0,012 kg av karbon 12. I 1971 føyet Generalkonferansen denne grunnstørrelse og dens enhet til det internasjonale enhetssystem SI.

Det internasjonale enhetssystem SI har gitt en viktig impuls såvel til vitenskap og teknikk som til det internasjonale samband mellom nasjoner, til det daglige liv og til utdannelse og undervisning på alle trinn. Selvsagt har den jevnt stigende utvikling av dette system ikke straks skaffet av veien alle andre systemer, likesålitt som den har fått de mange og varierende enheter som ikke er med i SI til plutselig å forsvinne. Noen av dem har man måtte beholde for allminnelig bruk. Andre vil forsvinne etter hvert.

Generelle regler og anbefalinger angående SI er gitt i en brosjyre med tittel «Le Système International d'Unités» som er publisert av Det internasjonale byrå for vekt og mål under C.C.U.'s auspisier. C.C.U. står for konsultativ komite for enheter, og er én av underkomiteene som er oppnevnt av C.I.P.M. I brosjyren finner man fullstendige definisjoner av de syv grunnenheter i SI, ekstra forklaringer til den praktiske realisering av enhetene og deres desimale multipler og undermultipler. Videre er i brosjyren angitt den logiske struktur av SI og forskjellige regler for enhetenes representering ved hjelp av symboler. Disse er hovedregler for å inkorporere SI i den komplette matematiske struktur som tillater en beskrivelse av hva vi nå

vet på eksakte vitenskapers og teknikks områder.

Jeg ønsker å avslutte med å uttrykke håpet om at det fruktbare samarbeid som eksisterer mellom de mange internasjonale organisasjoner vil fortsette for enda mere å forbedre SI. Det internasjonale enhetssystem er et virksomt verktøy for vitenskap og teknikk, og et viktig bånd mellom folkene i en verden som stadig øker i kompleksitet.

Møte i EPS Advisory Committee on Physics Education, Brügge, Belgia, 21.–22. mars –77.

En del av oversiktene over fysikkpensa som ble fremlagt på møtet i Leipzig i april i fjor, foreligger nå trykt i Europhysics Education News, nr. 3, mars 1977. Det gjelder landene Bulgaria, Tsjekkoslovakia, Danmark, Frankrike, Øst-Tyskland, Hellas, Nederland, Norge, Romania, Sverige, Sveits, Storbritannia og USA. Til slutt i heftet vil man også finne en mer generell artikkel om fysikkundervisning i USSR.

Til møtet i College d'Europe, Brügge, hadde 16 av deltakerne fylt ut et detaljert spørreskjema på 13 sider som var delt inn i 5 avsnitt: Generell organisering av undervisningen i Den videregående skolen, fysikkens plass i undervisningen, fysikk-pensum, fysikklæreren og elevene. På denne måten hadde vi fått samlet inn et stort statistisk materiale som vi delvis fikk bearbeidet på møtet. Den videre bearbeidelsen vil foregå i små grupper, og det vil bli samlet inn en del tilleggsopplysninger. Spørreskjemaene vil til slutt samarbeides til en publikasjon.

Til møtet i Leipzig hadde jeg skaffet til veie noen oversettelser av norske eksamensoppgaver til artium, fordi jeg mente det ga et godt inntrykk av nivået i fysikk i våre skoler. De andre deltakerne var enige i dette, og det er nå meningen at vi alle skal få oversatt oppgaver fra våre respektive land til engelsk til møtet i Helsinki i mars 1978. Er det økonomisk grunnlag for det, vil også denne samlingen bli trykt. Det vil være å håpe at den kan være en gjensidig inspirasjonskilde for fysikklærere i de forskjellige land. Jeg har også tenkt å foreslå at det blir tatt kopier av eksamensbesvarelser med ulike karakterer, for om mulig å se litt nærmere på hvordan evalueringen eventuelt varierer fra land til land. Men det er nok litt langt frem. En komité med representanter fra så mange land, må nødvendigvis bli litt tungrodd.

Av saker som ble kort omtalt på møtet, kan jeg nevne: post-graduate-undervisning, lærerutdannelse, European Journal of Physics, Einstein-jubileet i 1979, internasjonale fysikkolympiader og publikasjonsvirksomhet.

Det vil antakelig glede alle fysikkpedagoger at Advisory Committee on Physics Education vil arbeide for at Jean Piagets idéer blir tatt opp til drøftelse på EPS Fourth General Conference i York, England, 25.–29. september 1978.

Vårt neste møte vil som før omtalt bli i Helsinki i mars 1978, men det er mulig at undergrupper må møtes i Geneve i løpet av høsten for å behandle spesielle problemer.

Knut Jostein Knutsen

Bøker

R. S. Saltzman, L. Zinn and R. Sims (ed.): Analysis Instrumentation, Vol. 13. John Wiley & Sons Ltd. 1975. 154 sider. Pris heftet £ 8.25.

Man får her presentert Proceedings of the 21 st annual ISA (Instrument Society of Amerika) Analysis Instrumentation Symposium som ble holdt i Philadelphia, Pennsylvania i mai 1975. Manuskripter til 23 foredrag som ble holdt på denne konferansen foreligger nu samlet i bokform. Dette er artikler som favner over et vidt spektrum av instrumentering og måleteknikk, og det er her umulig å gå særlig i detalj.

En artikkel om instrumentering for fuktighetsmåling med beskrivelse av de nyeste typer følere er grundig og velskrevet, når man ser bort fra begrep som Fahrenheit og trykkenheten inches Hg. Ellers får man f. eks. detaljert informasjon om DUPONT 463 Emission Monitoring System for overvåking av SO_2 og NO_x-utslipp, en artikkel omhandler en chemiluminescense metode til å bestemme NO_x, man får beskrevet et instrument for «Trace gas analysis by Photoionization», strømningsmåling ved hjelp av radiotracere nevnes, et par kortere artikler omtaler bruk av pH-elektroder og en artikkel behandler energidispersiv røntgenfluorescens. Nevnes kan også en artikkel om bestemmelse av «size of airborne particles», hvor prinsippet er elektrostatisk oppladning av partiklene med påfølgende mobilitetsanalyse. For fysikere er det jo interessant å se at målemetodikken ligner mistenkelig på det Thomson og Millikan i sin tid strevde med.

Boken har vel kanskje først og fremst interesse for folk i industrien som arbeider med prosesskontroll, overvåking av utslipp og ellers instrumentering i sin alminnelighet. Den er nok for avansert og for spesialisert for de fleste studenter, men for mange som driver eksperimentelt arbeid hvir fysikalske eller kjemiske måleprosesser er involvert vil boken kunne gi nyttige opplysninger.

Figurene og billedmaterialet er utmerket.

Kaare Stegavik

Pris for forskningsarbeid ved fysikkseksjonen, NTH

Prisen for yngre vitskapsmenn fra A/S Norsk Varekrigsforsikrings Fond vart i år tildelt to instituttingeniørar ved fysikkseksjonen. Det gjeld dr.philos Kristian Fossheim og Bjørn J. Slagsvold, Ph.D. Dei er kvar for seg ansvarlege for to ulike forskingsprosjekt på området faste-stoff-fysikk. Dr. Fossheim arbeider med ultra-lyd-studium av materialeigenskapar av stoff som gjennomgår faseforandringar. Dr. Slagsvold studerer ultra-reine metalloverflater ved hjelp av ultrafiolett lys. Og prisen fekk dei på deling for forskingsinnsats av ultra-høg, internasjonal kvalitet.

Kristian Fossheim er cand.real. frå Universitetet i Oslo 1964. I 1964–65 og 1967–68 var han vit.ass. ved Fysisk Institutt der. I to år 1965–67, var han ved Universitetet i Maryland, USA først som NTNF-stipendiat, seinare som forskingsmedarbeidar. Så hadde han NAVF-stipend ved Universitetet i Oslo i to år til han kom til NTH i 1970 som førsteamanuensis. I 1972 forsvarte han doktorgraden i fysikk i Oslo. Han har i dei siste åra arbeidd i nær kontakt med forskarar frå IBM, og var to somrar, 1973 og 1975, i Zürich, og året 1975–76 var han ved IBM på Yorktown Heights i New York, USA.

Eg skal no prøve å gi ei forenkla skisse av det arbeidet Fossheim fekk prisen for.

Han tar ein bit av stoffet han vil studere og sender ultralyd (frekvensar 10–300 MHz) igjennom. Han får to opplysningar: kor fort lyden går og kor sterkt lyden blir dempa ved gjennomgangen. Dette kan han studere for ulike retninger i stoffet sitt, og under ulike ytre forhold, t.d. ved å endre temperatur eller sette på magnetfelt.

I metall vil ultralyden vekselverke med elektrona, og han kan få ut opplysingar om korleis *farts-fordelinga* det har. Fysikarane kallar dette «å kartlegge Fermi-flata», og Fossheim har utført slikt arbeid i metalla Al og In. Mellom anna har han studert kva innverknaden er av deformasjon av metallet.

Mange metall mister all elektrisk motstand når ein kjøler dei ned til –270 °C eller deromkring. Dei blir då «supra-leiande», seier ein, og ein veit at koplinga mellom elektrona og lyd-svingingane i stoffet er viktig for dette fenomenet. Supraleiingstilstanden kan ein studere ved hjelp av ultralyd, og Fossheim har her gjort ein banebrytande innsats, både teoretisk og eksperimentelt.

Spesielt har han studert effekten på ultralyd skjær-bølgjer. Innsatsen hans her er av høyeste internasjonale klasse.

Ein del stoff endrar struktur når ein endrar temperaturen eller trykket, t.d. vil eit fast stoff kunne smelte, men vil også kunne oppvise overgangen mellom ulike faste fasar. Ein kjenner såleis til i allefall seks ulike former for is.

Slike fase-endringar er eit fascinerande problem å studere for fysikaren, fordi ein ønsker å vite «kva som eigentleg skjer». Ein vet i dag ein god del om desse fenomena, og Fossheim og medarbeidarar har ytt betydelege bidrag til dette feltet ved sine ultralyd-studie av faseovergangen i ein del perovskittar(ein type krystallstruktur), mellom anna ved målingar som viste at strukturelle faseovergangar ikkje kan beskrivast korrekt ved klassiske teoriar.

For tida arbeider Fossheim med eit nytt fenomen: Han studerer ultralyd- «ekko». To ultralyd-pulsar blir sende inn i (eit piezoelektrisk) materiale. Det vil oppstå eit interferens-fenomen i stoffet som skapar ein puls identisk med den eine av dei to inn, berre at han går i motsett retning. Ein «reverserer tida» på eit vis, og det er dette ein kallar ekko. Fossheim seier at fenomenet kan nyttast for holografisk lagring av informasjon; sjøl vil han nytte det for måletekniske formål.

Bjørn J. Slagsvold er sivilingeniør frå NTH, linje for teknisk fysikk 1962. Han var eitt år forskar ved SINTEF, og reiste i 1963 til Vancouver i Canada der han var i tre år ved Universitetet til Britisk Colombia. I 1966 tok han doktorgraden der. Så vart han stipendiat ved Fysikkseksjonen, NTH til 1968, då han vart tilsett som førsteamanuensis. I året 1970–71 var han igjen i Vancouver, denne gongen som gjesteprofessor ved universitetet.

Bjørn J. Slagsvold sitt arbeidsfelt er på studiet av metalloverflater. Metalloverflater er interesssante av to hovedgrunnar: å prøve å forstå dei mekanismane som ligg bak overflate-reaksjonar ved kjemisk katalyse og adsorpsjonar og å studere korleis fysikk i overflata skil seg ut frå fysikk i det indre av stoffet. Medan «det indre» er tre-dimensjonalt, har ei overflate ei to-dimensjonal karakter, som kan føre til fundamentelt endra energetiske og geometriske forhold. Det skulle vere klart nok at eit grep om den siste problemstillinga vil vere av største betydning for å forstå det første problemet.

Første vanske i overflate-studie er å gjere overflatene reine. Når dei seinaste 10–15 åra har ført til sterk utvikling i studiet av overflata, skyldast det at ein har utvikla høgvakuumteknikken til trykk ned i 10^{-10} Torr. Slike låge trykk er det ikkje trivielt å oppnå, og Slagsvold måtte bygge opp sit høgvakuum-laboratorium frå grunnen. Der er ein imponerande Reodor-Felgenkonstruksjon å skode for interesserte i 2. etasje i Nye Fysikkbygg.

Mot slike ultra-reine metall-flater (av Cu, Mo, Al og andre) sender Slagsvold og medarbeidarane hans ultrafiolett lys som dei kan endre bølgjelengda på. Når bølgjelengda blir liten nok (energien stor nok) vil lyset rive ut elektron frå overflata, og ut i vakuumet. Dei har kopla ei variabel elektrisk spenning til metallstykket slik at desse elektrona blir bremsa ned. Med eit amperemeter kan dei måle kor mange som når fram til ein oppsamlingsskjerm. Frå registreringar av denne «foto-straumen» mot spenningsfall for ulike lys-bølgjelengder henta forskarane så fram opplysingar om kva energiar elektrona i overflata hadde og kor stort «frigjeringsarbeid» dei har.

Slagsvold si forskingsgruppe fann at frigjeringsarbeideter avhengig av kva for ei geometrisk atomstabling metallflata har. Dette uttrykker dei ved å seie at det er forskjell på frigjeringsarbeidet for t.d. flatene (100) og (111) i eit og same metall. Seinare målte dei denne forskjellen nøyaktig og fann samsvar med (kompliserte) teoretiske berekningar.

Det viktigaste resultatet er truleg likevel påvisinga av at elektrona i overflata har ei anna energifordeling enn inne i stoffet. Slagsvold og medarbeidarane hans var her i fremste linje då dei gjorde den første påvisinga av denne effekten i koppar. Det er ein effekt som spesifikt er knytt til ei fundamental ulikskap mellom overflata og det indre, det er ein «overflate-fysisk effekt» i eigentleg forstand, som fysikarane hadde vore på leiting etter.

Om desse spesielle «overflatetilstandane» er viktige for kjemiske reaksjonar og adsorpsjonar er det enno for tidleg å vite. Studie av denne typen er krevande. Men det er eit felt i sterk utvikling, særleg på den eksperimentelle sida, og det er godt å vite at vi i vårt eige miljø har folk som er med her.

E. Samuelsen.

Elektrisitetslære

(*mel:* fra Hakkebakkeskogen: Når en liten mus –)

Når en ladning q vil ut og gå
må en spenning dra og dytte på
med et arbeid qU feltet får
både fart og energi i denne ladning vår.
Er effekten svær
mange volt-ampere
blir det fort nok varmt nok her.

Gjennom blankt metall i muntre hopp
elektroner strømmer uten stopp
etter loven som han Ohm fant på:
I blir U på resistansen i den hele tråd.
Deler tråden seg
deler strømmen seg
etter denne enkle lov.

I elektrolyttens suppe sur
med et jon drar q på svømmetur.
H^+-jonet til katoden stren
får sitt elektron, blir redusert til hydrogen.
Energiens fall
blir til gass med knall,
her er polarisasjon.

Går vår ladning i fortynnet gass
får den fart og plutsli sier det klass.
Et atom er blitt så eksitert
det har fått sin hf som må bli realisert.
Et foton blir tødt
kanskje blir det rødt
av det mere slappe slag.

Og hvis B er på med feltet – åja
som et regn av piler ovenfra
qvB vil nå få litt å si,
elektronet som en Aftenpost får høyrevri
og en ledning l
kan gå av seg selv
styrt av F lik IlB.

I det kraftverk vi får strømmen fra
spinner hjul med farten omega.
Magnetismens flux tar aldri hvil
men forandrer seg, d fi/dt får sinusstil,
dytter strøm til meg
dytter strøm til deg
lager lys og mat og kos.

H. Ruge

Bøker

M. Alexanian, A. Zepeda (Ed.): Particles, Quantum Fields and Statistical Mechanics. Springer. Berlin, Heidelberg 1975. Heftet DM 18,–

Springers Lecture Notes in Physics er viet «beretning om nye utviklinger innen fysikalsk forskning og undervisning – hurtig, uformelt og på høyt nivå». Boken er nr. 32 i denne serien og baserer seg på forelesninger holdt ved 1973 Summer Institute in Theoretical Physics i Mexico, men tekstene tar også hensyn til utviklinger som er skjedd etter sommerskolen. Den inneholder 4 oversiktsartikler som delvis er uformelle og ligger på meget høyt nivå.

Innholdet er broket.

R. Blankenbecler diskuterer en modell for hadron-hadron spredning ved stor impulsoverføring. Modellen er essensielt av bootstrap-typen der hadron-hadron kraften skyldes utveksling av felles komponenter. Modellen gir gode resultater i diverse situasjoner og har den fordel å være forholdsvis enkel og tilgjengelig for ikke-spesialister.

K. Symanzik diskuterer felteorier ved korte avstander v.h.a. teknikker fra renormeringsgruppen og operator-produktutviklinger. Temaet er meget aktuelt og spesialistene finner mye og ganske fullstendig informasjon. For ikke-spesialister er materialet tungtfordøyelig, delvis p.g.a. stilen som er myntet på de innvidde.

Y. Frishman omtaler en modell i et 2-dimensjonalt Minkowskirom (tid + 1 romdimensjon) som beskriver vekselvirkning av et elektromagnetisk felt med et masseløst fermion. Foton-propagatoren får en ny pol for $k^2 \neq 0$ mens polen for $k^2 = 0$ forsvinner. Modellen ble brukt av Casher, Kogut og Susskind som et verktøy for å studere kvarkenes gåtefulle oppførsel: de manifesterer seg som struktur ved dypt uelastisk spredning men kan ikke påvises isolert. Dog diskuterer Frishman ikke dette aspektet. Han gir i stedet en ny løsning til modellen og diskuterer gjenstående problemer. Presentasjonen er forholdsvis enkel og tilgjengelig for ikke-spesialister.

B. J. Alder gir en meget bred oversikt over numerisk evaluering av partisjonsfunksjoner og korrelasjonsfunksjoner for forskjellige systemer. Den er først og fremst et abstrakt på ca. 50 sider som kan brukes som innføring i Alder et al.'s livsverk. Resyméet er fengslende og som inngangsport til denne viktige grenen av statistisk mekanikk er den meget verdifull.

Springers Lecture Notes in Physics burde jo i sin helhet finnes ved alle fysikalske biblioteker men hva gjelder det foreliggende bind er det vanskelig å komme med en anbefaling utover dette. Bd. 32 eksemplifiserer ikke felles metoder i partikkelfysikk, feltteori og statistisk mekanikk men inneholder artikler om lite eller ikke overlappende spesialiteter. Bortsett fra de ytterst få som behersker disse 4 felt må bokens verdi for privat bruk bedømmes ut fra om artiklene er lett tilgjengelige i tidsskrifter ellers. Symanziks og Alders oversikter er nokså enestående og baserer seg på et stort tall publikasjoner. Fysikere som seriøst ønsker å arbeide i feltteori ved korte avstander eller numerisk evaluering innen statistisk mekanikk vil ha nytte av dette bindet. Materialet i de andre to artikler finnes stort sett i form av noen få artikler i tidsskrifter.

J. J. González

Egil M. Ophus: Opptaksmåter, belastning og sykelighet av bly i bymiljøer. Tapir forlag, Universitetet, Trondheim. Pris kr. 19,–.

For oss som arbeider med effekten av blypåvirkning på forskjellige typer organismer eksisterer det ikke noen tvil om at spredningen av bly gjennom bensin burde stoppes. Ophus bok tar for seg virkningen av bly fra bilavgasser og av forskjellige andre typer blyforbindelser på den menneskelige organisme og gir inngående informasjon fra de siste års forskning. Han gjennomgår de biokjemiske og cellulære effekter av bly, hvordan spredningen gjennom eksos skjer og hvilket akkumuleringsmønster man får i menneskekroppen. Han gir litt ekstra spalteplass til det som i det siste har vært hans eget spesialområde nemlig opptak og retensjon i lungene.

Det må være særlig viktig at leseren legger merke til avsnittet om bly og barn. Først må man da ta i betraktning påvirkningen under fosterutviklingen. En del blyforbindelser (og for den saks skyld også forskjellige kvikksølvforbindelser) passerer plasentabarriæren og kan derfor innebære en risiko for fosteret. På samme måte kan noen bly- (og kvikksølv-)forbindelser passere hjerne/blodbarriæren. Bly er en uspesifikk gift, som angriper de fleste metabolske prosesser på cellenivå. Man bør allikevel spesielt peke på den hemmende effekt det har på celledeling i meget lave konsentrasjoner (ned til 0.05 ppm for noen organiske bly- og kvikksølvforbindelser). I tillegg bør man vite at gjennomsnittsverdier av blyinnholdet hos nyfødte barn, på grunn av dårligere utskillelse under fosterutviklingen enn etter fødselen, kan ligge på samme nivå som morens verdier f. eks. 22 μg/100 ml blod dvs. ca. 0.2 ppm. I den undersøkelsen fra Boston som er blitt referert i Ophus bok ligger verdiene noe høyere når mødrene røyker, f. eks. fra dem som er bosatt inne i bykjernen på 24μg/100 ml blod. Når man ser disse tallene må man huske at relativt lite av det bly som finnes i cellen er til stede som frie ioner men i steden er bundet til proteiner i reversible likevektsreaksjoner. Allikevel ligger grensen for innvirkning på celledelingen så lavt at det er trolig at den i uheldige situasjoner får innvirkning på fosterutviklingen. Det eksisterer undersøkelser av blyinnholdet av dødfødte barn og barn som døde kort etter fødselen som peker på hva som kan være letal dose for fosteret. Verdiene fra nyfødte barn ligger altså på høyde med dem man finner i den voksne befolkning og disse på sin side ligger ca. 100 ganger høyere enn hva som kan ha vært vanlig før bilisme og industrialisering.

Når det gjelder blypåvirkning på eldre barn går Ophus meget forsiktig over de undersøkelser som peker på bly som evt. årsak til hyperaktivitet hos barn og fanger. Jeg tror man burde gitt disse bedre plass og flere litteraturhenvisninger (f. eks. «Lead, and Behaviour Criminality» av Bryce-Smith og Waldron, i the Ecologist, 4 nr. 10, 1974).

Boken er skrevet som en review-artikel der Ophus sparer sine egne vurderinger til konklusjonen, som også den bærer preg av nøkternt trøndersk understatement. Anmelderen har trukket frem noen eksempler på mekanismer som hun tror er spesielt viktige i dette kompliserte bilde. Da bly sannsynligvis er den miljøgift som ligger nærmest opp til å gi forgiftningssymptom hos spesielt utsatte befolkningsgrupper er det meget viktig at boken blir spredt til mange, lest, forstått og brukt som grunnlag for å påvirke myndighetene.

Barbro Gullvåg

Ø. Holter, F. Ingebretsen, H. Parr: Fysikk anvendt på energiproblematikk. Kurshefte for F–161. 245 s (kr. 20,– Fysisk Institutt, Universitetet i Oslo, Blindern)

Etter oljekrisa i 1973 er det oppstått en sann syndeflod av utenlandske bøker som tar for seg de ulike sider ved energiproblematikken, slik som ressursenes omfang, utnytting, omformingseffektivitet osv. Kursheftet ovenfor føyer seg inn i rekka av slike bøker, men siden kurset er tenkt for fysikere, har en sett seg istand til å presentere stoffet med mer matematikk og flere fysiske resonnementer enn vanlig. Etter å ha gått gjennom de fysiske grenser for energiforbruket, slik som omfanget og mulig virkning på klimaet, blir varmelærens første og annen hovedsetning gjennomgått. Boka har et jordnært, praktisk tilsnitt så et avsnitt om hvordan en skal bruke termodynamiske tabeller eller regne ut isolasjonsevnen til vegger er meget nyttig. Etter et kapittel om utnytting av solenergi og kretsløpsressurser følger et kapittel om kjernefysikk som gir grunnlag for å forstå fisjons- og fusjonsreaktorer. Den biologiske virkning av radioaktiv stråling blir så gjennomgått. Strålingsøkologi og miljøvirkninger ved energiutvinning ved kjernekraftverk blir behandlet nøkternt og saklig.

Språket er enkelt og lettfattelig. Jeg har oppdaget noen trykkfeil, bl. a. i kapitlet om energiøkonomi (likn. A2–6 og A2–12). Ett sted er indeksen t for termisk effekt blitt satt i parentes og kan forveksles med tid. Litt omstokking av sider fins også: Etter å ha lest s. 41 må en fortsette på side 44 og så lese s. 42 og s. 43. Kjedereaksjonen i den fossile Okloreaktoren fant sted for 1.8 milliarder år tilbake (ikke millioner). På en prinsipptegning av en varmepumpe fant jeg ordet «strupeorgan». Dette er et ord fra medisinsk terminologi, den vanlige betegnelsen er vel ekspansjonsventil.

Avsnittene om energiproduksjonens virkning på klimaet er interessante. En enkel modell for jordas temperaturjamvekt viser at det nåværende energiforbruk gir en heving av den gjennomsnittlige bakketemperatur på .005 grader. Dersom verdens folkeøkning fortsetter og først stabiliseres rundt 15 milliarder, og samtidig også energiforbruket per capita øker, kan en for åra 2050 til 2100 finne at temperaturen vil øke flere grader på den nordlige halvkule. En dobling av CO_2 innholdet i atmosfæren kan gi en temperaturøkning på nesten 3 grader i følge noen teorier. I tillegg kommer virkningene fra freon og nitrøse gasser på ozonlaget. Når en så vet hvor ustabilt klimaet er med innviklede tilbakekoplings- og forsterkningsmekanismer, er det en usikker framtid menneskeheten går i møte.

Boka egner seg ypperlig for fysikk- og geografilærere og andre interesserte som vil sette seg inn i energiproblemene og hvordan miljø og klima kan modifiseres av menneskenes sysler. Det lille bidraget hver enkelt av oss yter kan synes ubetydelig i forhold til landsmassenes, sjøens og lufthavets utstrekning, men blir vi mange nok og setter store materielle krav, er det tydelig at summen av menneskelig aktivitet vil kunne bringe den skjøre balansen i uorden. Mennesket er kanskje ett av naturens feilskjær, men ved å øke sin viten om sin rolle i verden vil det kunne ha sjanse til å overleve. Boka ovenfor vil yte sitt bidrag til dette. Det er et prisverdig tiltak at det undervises i så livnær og anvendt fysikk på høgskolenivå.

Olav Steinsvoll

H. G. Schuster (red.): One-Dimensional Conductors. Lecture Notes in Physics 34 (Springer-Verlag, Berlin 1975) 371 sider. Pris DM 32.

Endimensjonale ledere er noen få spesielle stoff som fenomenologisk er karakterisert ved en ekstremt anisotropisk ledningsevne, i den favoriserte retning over 10 000 ganger så stor som i de ortogonale retninger. Ved å senke temperaturen forsvinner den store ledningsevnen pltuselig, som om en faseovergang skulle finne sted. Mkiroskopisk struktur av disse stoffene kan skjematisk karakteriseres som lineære kjeder svakt koplet til hverandre. – Endimensjonale systemer har en magisk tiltrekningskraft på teoretikere, og i de seneste år har det vært et stort oppbud av teoretiske studier over ledningsmekanismer i lineære modeller.

Den foreliggende bok er en samling av 24 bidrag – eksperimentelle og teoretiske – til en tredagers konferanse som det tyske fysikerselskap arrangerte i Saarbrücken sommeren 1974. Flere av artiklene er velskrevne og gir en rimelig bra presentasjon av de problemer og metoder foredragsholderne arbeider med. Øyensynlig er de teoretiske problemer på ingen måte avklart. En slik samling konferanseforedrag kan ikke gi en enhetlig og pedagogisk vellykket innføring i feltet (såvidt vites finnes inen i det hele tatt). Boka er derfor i første rekke av interesse for fysikere som selv arbeider med éndimensjonale ledere.

P. C. Hemmer

H. M. Nussenzveig: Introduction to Quantum Optics. Gordon and Breach, London 1974. 246 sider. Pris innb. £ 8,70.

Dette er en velegnet introduksjon til kvanteoptikk. Boken er tredelt: 1) koherensegenskapene til det elektromagnetiske felt, 2) laseren og 3) kollektive (koherente) effekter hos atomer. Under 1) diskuteres særlig de koherente tilstandsvektorene (Glauber); siden disse eksakt representerer et kvantisert felts klassiske (høyintensitets-) grense, får de også etter hvert betydning i andre deler av teoretisk fysikk. Laseren introduseres i form av et atomært to-nivåsystem (i hovedsak beskrevet ved en tetthetsmatrise) i vekselvirkning med hhv. a) et klassisk felt og b) et kvantisert felt; i siste tilfelle omtales også alternative framgangsmåter (Fokker-Planck, Langevin etc.). Kollektive atomære effekter oppstår når lys blir absorbert og/eller emittert koherent av et stort antall atomer, eksempler er superradians, foton-ekko (en analog til spin-ekko) og selvindusert transparens. Slike fenomener utgjør i dag et fascinerende forskningsområde, og har gitt ny innsikt i vekselvirkningen mellom lys og materie.

Det taler til forfatterens kredit (han er matematisk fysiker, ingen laser-mann) at han har gjennomført en lettlest, enhetlig og moderne (Dirac) formalisme overfor emner som vanligvis behandles svært ulikeartet. På grunn av omfanget i stoffutvalget er boken likevel først og fremst en introduksjon, for detaljer henvises man til en utførlig og god liste av referanser. Boken burde appellere til både eksperimental- og teoretisk-fysikere med sans for en fysikalsk og samtidig matematisk vakker eksponering av et sentralt felt i dagens fysikk; den tør være nær ideell for et videregående universitetskurs.

Svein Otto Olsen

J. C. Dainty (ed.): Laser Speckle and Related Phenomena (Topics in Applied Physics, Vol. 9). Springer-Verlag, Berling–Heidelberg–New York 1975, 286 sider. Pris innbundet DM 94,80.

«Speckle» er romlige intensitetsfluktuasjoner som oppstår p.g.a. tilfeldig interferens når mer eller mindre koherent lys spres fra diffuse objekter. Etter å ha vært en kuriositet i snart 100 år har effekten fått en renessanse etter laserens inntog i optikken. Med denne boka gis det for første gang en samlet oversikt over dette feltet som fortsatt er i rivende utvikling.

Boka består av 6 oversiktsartikler som tar for seg ulike områder hvor speckle i dag har interesse. Innledningsvis gir Dainty et historisk tilbakeblikk sammen med en oversikt over feltets stilling i dag. Som en innføring vil nok Goodmans oversikt over speckle statistikken (kap. 2) og Ennos' artikkel om maletekniske anvendelser (speckle interferometri, kap. 6) ha størst interesse. De andre kapitlene behandler mer spesielle emner: Speckle i delvis koherent lys (Parry), glatting av speckle støy (McKechnie), informasjonsbehandling v.h.a. speckle (Françon) og astronomisk speckle interferometri (Dainty). Av disse er de astronomiske anvendelsene mest fascinerende: De samme atmosfæriske forstyrrelsene som vanligvis degraderer et teleskops oppløsning, gir også opphav til speckle. Dermed kan man bruke speckle interferometri til å nå den teoretiske oppløsningsgrense for teleskopet. Metoden er beslektet med Michelsons stjerneinterferometri og Hanbury Brown og Twiss' intensitetsinterferometri, men den synes mere lovende enn begge de «klassiske» metodene: Man har bl.a. løst opp detaljer i Betelgeuse.

Artiklene inneholder fyldige referanser til litteraturen, og helt ferske referanser er tatt med som tillegg. Bortsett fra en del unøyaktigheter i beskrivlsen av TV speckle interferometri (kap. 6) som vesentlig skyldes at litteraturen er mangelfull, har jeg funnet få feil. Hovedinnvendingen mot boka er den ublue prisen (ca. 230 kr.). Forøvrig anbefales den på det varmeste.

Hans M. Pedersen

T. S. Huang (ed.): Picture Processing and Digital Filtering. (Topics in Applied Physics, Vol. 6). Springer, New York 1975. 113 figurer, 289 sider. Pris: US $ 32,80 (ib.)

Begrepet «Picture Processing» må vel nærmest oversettes med «Billedbehandling», og er ment å dekke de operasjonene som anvendes for å restaurere forvrengte bilder eller bilder som er druknet i støy, samt å «sile ut» spesiell informasjon fra bilder. Også på dette området er digitale teknikker blitt dominerende i den se nere tid, på grunn av sine fordeler med hensyn til fleksibilitet og hurtighet. Det viktigste anvendelsesområdet er utvilsomt behandling av bilder fra jordsatelitter og ubemannede romsonder. Forskjellen mellom de «rå» og de behandlede bildene er både forbløffende og overbevisende.

Restaurering eller korreksjon av degraderte bilder forutsetter at en enten vet hvordan objektet ser ut, eller en kjenner degraderingens art. Ved overføring av bilder fra Mars vet en relativt lite om objektet, men en vet en hel del om overføringsprosessens enkelte ledd, og på den basis kan det optimale korreksjonsfilteret konstrueres. Samtidig er en interessert i mest mulig effektiv billedkoding for å lette overføringen. Disse problemene prøver en å løse under ett. En annen anvendelse av filtrering er «objektgjenkjennelse» (object recognition) der formålet er å avsløre hvorvidt bildet inneholder bestemte, på forhånd definerte detaljer. I dette tilfellet er behandlingsteknikken en annen.

Den foreliggende boka behandler stort sett de forannevnte problemene. Den har et meget illustrerende og lettlest innledningskapittel hvor problemstillingene oppsummeres, og deretter kommet et kapittel om aktuelle billedtransformasjoner og billedkoding, også oversiktlig og lettlest. De to påfølgende kapitlene om analyse og syntese av ulike digitale filtre er atskillig mer spesialiserte og en savner her eksempler på anvendelser. Kapittel 5 gir en meget god oversikt over aktuelle metoder for adskillelse av overlagrede data i bilder, samt eliminering av støy. Siste kapittel tar spesielt for seg støykildene ved digital billedbehandling.

Grunnlaget for billedbehandlingen er den vanlige optiske systemanalysen. Digital-teknikken har gjort det overkommelig å operere med såvel ikkelineære som lineære filtreringsprosesser, og både variante og invariante filtre blir brukt. Anvendelsen av regnemaskiner gjør en også uavhengig av operasjon i frekvensplanet, og i tråd med det som etter hvert er blitt vanlig i elektrisk systemanalyse, foregår i signalbehandlingen også i optikken i stor grad med hjelp av matrisealgebra i romplanet.

Det finnes riktignok allerede en hel del litteratur på dette spesielle området av optikken, men denne boka har utvilsomt sin berettigelse, fordi den er lagt opp på en pedagogisk sett tiltalende måte. Fordi den tar for seg emnene såpass grundig fra det relativt elementære plan og deretter fører leseren fram til dagens problemstillinger, er den egnet såvel til grunnlag for undervisning som til selvstudium. Den krever ikke spesielt mye optikk-kunskaper, men derimot godt kjennskap til matrisealgebra og generell lineær signalbehandlingsteori.

Bjørn Brekke

R.J.Finkelstein: Thermodynamics and Statistical Physics. A Short Introduction. W.H.Freeman & Co., San Fransisco 1970, 249s.

Bedre aldri enn for seint, sier Olav Duun. Men anmelderen, som fikk boka i hende 1. oktober 1976, er i alle fall uskyldig i forsinkelsen denne gangen.

Boka gjør et tiltalende førsteinntrykk. Rimelig omfang, behagelig typografi, fornuftig stoffvalg med vri mot moderne emner som faseoverganger, flytende helium og supraledning. Kanskje er dette nettopp den korte introduksjonsboka som kan anbefales dagens fysikkstudenter?

Nei, dessverre. Enkelte deler er sant nok gode, kjappe og greie i formen. Men antallet forvirrende, misvisende og direkte gale avsnitt er så stort at helhetsinntrykket blir negativt.

For en garvet lærer vil boka stykkevis kunne virke stimulerende. Men den var jo tenkt som byggende føde for studenter i vekst. Med en slik varedeklarasjon er det ikke annet å gjøre for næringsmiddelkontrollen enn å slå alarm. Synd, som sagt, for oppskriften er appetittvekkende.

E. H. Hauge

DEN NEDERLANDSK-NORSKE REAKTORSKOLEN

Institutt for Atomenergi, Kjeller

KURS I DATABEHANDLING HØSTEN 1977

29/8 — 2/9	Grunnkurs i databehandling
5/9 —23/9	FORTRAN
26/9 — 7/10	Assembly programmering — MIXAL
7/11—11/11	Videregående programmeringsmetodikk i FORTRAN
21/11—22/11	INTERCOM
23/11—24/11	UPDATE
28/11— 2/12	Filbehandling
5/12— 9/12	PASCAL

ANDRE KURS

14/8 —19/8	International Symposium on Hydrides for Energy Storage (Bardøla Høyfjellshotell, Geilo)

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

Utgiverpoststed: 7034 Trondheim — NTH

Norsk Fysisk Selskap

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

Styre: Professor dr. philos. Arnfinn Graue, Universitetet i Bergen.
Amanuensis Ove Bratteng, Universitetet i Tromsø.
Førstelektor T. Engeland, Universitetet i Oslo, Blindern.
Dosent R. S. Sigmond, Universitetet I Trondheim, Norges tekniske høgskole.

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

Postgirokonto: 5 88 38 89 **Bankgirokonto: 5102.20.16001**

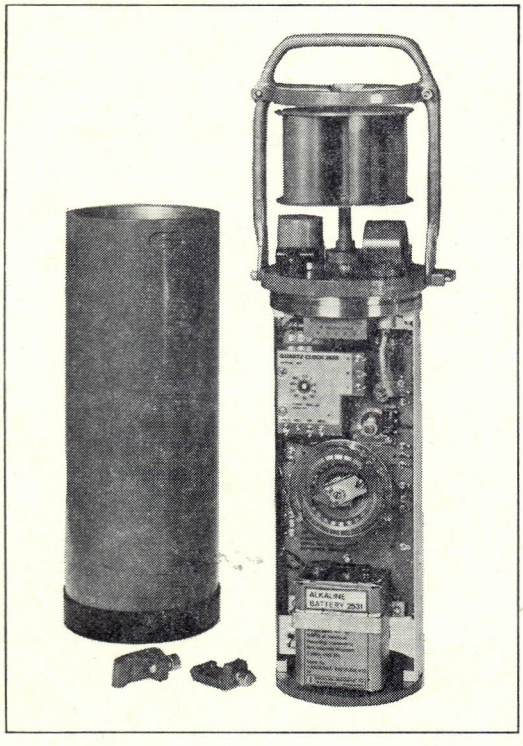
Fra Fysikkens Verden

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

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

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

Postgirokonto: 5 10 47 24 **Bankgirokonto: 8601.36.12279**



STRØMMÅLERE

For registrering av styrke, retning og temperatur av havstrømmer. Instrumentene kan også utstyres med følere for registrering av dybde og ledningsevne.

TEMPERATUR MÅLERE

For registrering av temperatur profiler i sjø og vann.

VANNSTANDSMÅLERE

For nøyaktig registrering av vann-nivå.

KLIMASTASJONER

For montasje på land eller bøye.

HYDROFONMOTTAKER

For akustisks overføring av data under registrering.

DATALESINGSUTUTYR

For oversetting av registrerte data til EDB media.

AANDERAA INSTRUMENTS
DATA COLLECTING INSTRUMENTS FOR LAND, SEA AND AIR

Fanaveien 13, 5050 Nesttun, Tel. (05) 27 40 30, Telex 40049aan

Aktietrykkeriet i Trondhjem