Fra Fysikkens Verden

Nr. 3 – 1998
60. årgang

Utgiver:
Norsk Fysisk Selskap

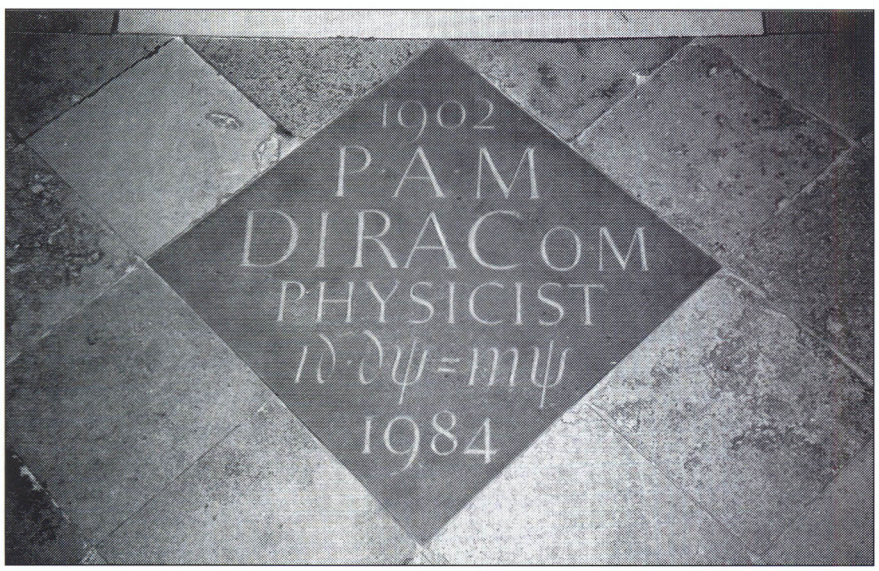
Redaktører:
Øivin Holter
Finn Ingebretsen

Redaksjonssekretær:
Karl Måseide

Innhold

L. Geetha og A. Johansson:
Klokker uten tidssignaler.....69
Johannes M. Hansteen:
Kvantisk teleportasjon.....76
Fra Redaktørene.....66
In Memoriam.....66
Steingrim Skavlem
Øystein Elgarøy
FFV Gratulerer.....68
Thormod Henriksen
Eirik Grude Flekkøy
Trim i FFV.....68
Fysikknytt.....80
Gravitasjonell dra-effekt
Vann i universet
Fysikk i skolen.....81
Fysikklæreren på vei ut?
Konferanser.....82
ICPS '98
Nordisk plasmasymposium
Hva skjer.....84
Nøytronspektroskopi på IFE
Onasagermedaljen til Lieb
Bokomtale.....86
Nye Doktorer.....87
Dr.scient. Heidi A. Espedal
Dr.scient. Bjørn Tore Hjertaker
Dr.scient. Bård Krane
Dr.scient. Anjali B. Riise
Nytt fra NFS.....89
Fysikermøtet 1998
Årsmøtet 1998
Nye medlemmer

ISSN-0015-9247



Minnestenen over Paul Dirac i Westminster Abbey
(Se Fra Redaktørene)

Fra Redaktørene

For første gang i vår karriere har vi streiket; inntil nå har vi faktisk gjort det stikk motsatte. Streik i forbindelse med hovedlønnsoppgjøret er en lovfestet rett, la det være slått fast. Men allikevel, vi vil være blant de første til å ønske en alternativ rasjonell prosedyre velkommen. I alt vesentlig har vi laget "ris til egen bak". Hvem betaler oss overtid for å ta igjen det forsømte; for å få ferdig rapportene, skrive artikkelen, forberede høstens forelesninger, dra på årets konferanse? Alle disse gjøremål legger vi jo gjerne til studentenes ferie.

Uroen og harmen blant landets lærere i alle skoleslag, universitetene inkludert, har vært stor. Det er mange årsaker til dette, men den aller viktigste er det som oppfattes som negative tilbakemeldinger fra samfunnet. Svak personlig lønnsutvikling er en slik melding, men i tillegg kommer stadig dårligere arbeidsforhold, anorektiske budsjetter, og et styringskåt byråkrati hvis disposisjoner det er meget vanskelig å forstå, for å si det veldig mildt. For å sitere en kollega under streiken: "...det offentlige utnytter kynisk vår faglige entusiasme." Det er rett og slett ikke forstått – eller kanskje blir det bare oversett – at vi gjør en samfunnsinnsats. En innsats som bl.a. kan måles ved etterspørselen – og avlønningen – av våre studenter på arbeidsmarkedet.

En hyggelig ferietur til England var en kjærkommen avkobling etter streiken. En rundtur i London førte også til et besøk i Westminster Abbey. I denne kirken har England, sammen med sine konger, også begravet berømte vitenskapsmenn. Og denne ære og anerkjennelse hører ikke bare fortiden til. Som dette blads forside viser, har også Paul Dirac, som døde i 1984, her blitt hedret med et minnesmerke, som Newton og andre storheter før ham.

Vi vil selvsagt ikke gjøre sammenligninger, men bare peke på den oppmerksomhet og den anerkjennelse som dette illustrerer. Her til lands får riktignok Christian Birkeland pryde 200-kronerseddelen, så lenge det varer. Vi har forøvrig en sterk mistanke om at denne ære skyldes hans engasjement i starten av Norsk Hydro, og ikke nødvendigvis hans vitenskapelige innsats.

∞

In Memoriam

Steingrim Skavlem (1915–1998)

Professor Steingrim Skavlem døde 19. januar 1998, 82 år gammel. Han var født 14. oktober 1915 i Krødsherad i Buskerud, og vokste opp der.

Som mange begavede ungdommer på den tiden søkte Skavlem seg til et landsgymnas, og tok artium på Eidsvoll i 1935. Han begynte derpå å studere realfag ved Universitetet i Oslo. I 1942 tok han embetseksamen med fysikk som hovedfag og med innstilling som resultat. Umiddelbart etter eksamen ble han vitenskapelig assistent ved Fysisk institutt, noe som stengningen av Universitetet i 1943 satte en foreløpig stopper for. Skavlem var deretter lektor ved forskjellige skoler i Oslo til 1946. Han ble igjen vitenskapelig assistent ved Universitetet i Oslo i 1947, og i 1950 ble han universitetsstipendiat samme sted. Skavlem kom som dosent i fysikk til Universitetet i Bergen i 1954. Han virket der som professor i teoretisk fysikk fra 1962 til 1985, da han tok avskjed ved oppnådd aldersgrense.

Skavlem er kjent for teoretiske arbeider innenfor flere områder av fysikken, således akustikk, kjernefysikk og elementærpartikkelfysikk. Han har dessuten skrevet en del populære og halvpopulære artikler, særlig om relativitetsteori og kvantefysikk. Spesielt vil vi nevne at flere av hans arbeider innen akustikk og elektromagnetisme er blitt stående og har i ettertid fått rosende omtale i litteraturen. De har gitt støtet til fortsatte studier både på det teoretiske og det eksperimentelle plan.

Skavlem gjorde en betydelig innsats ved Uni-

versitetet i Bergen. Ikke minst gjelder dette oppbygningen av undervisningen til hovedfag. Her måtte han starte på nesten bar bakke. Dette var ikke noen lett oppgave for en enkelt person, men oppgaven ble løst på en god måte som man stadig høster fruktene av.

Skavlem påtok seg også en rekke oppdrag og tillitsverv. Således var han bl.a. styremedlem i Norsk Fysisk Selskap i perioden 1956–62 og medredaktør i Fra Fysikkens Verden. I en årrekke var han norsk representant i styret for NORDITA – Nordisk Institut for Teoretisk Fysik, i København.

Personlig var Steingrim Skavlem en dypt beskjeden mann. Han trengte seg ikke unødig inn på sine medmennesker, hverken kolleger eller andre. Men hadde man først trengt gjennom det ytre skall, var det få som kunne være så positivt imøtekommende som han. Han hadde store kunnskaper både faglig og på de rent menneskelige områder. Mange var de spennende historier og treffsikre anekdoter Skavlem kunne fortelle om adskillige av fysikkens store navn som han hadde vært i kontakt med.

Skavlem nølte aldri med å gi hjelp og oppmuntring til yngre kolleger som gikk med planer om å slå inn på nye veier i forskningen. Hans råd var verdifulle og preget av stor forståelse og humanitet. Skavlem var i det hele en godviljens mann.

I 1993 publiserte Skavlem boken "Fysikk og virkelighet" på Alma Mater Forlag. Den er skrevet med henblikk på lesere som er uten spesielle forkunnskaper i faget, men som måtte ha behov for en dypere innsikt i grunnleggende vitenskapelig erkjennelse. Boken gir et bredt oversyn over både den klassiske og den moderne fysikk uten å stille store krav til matematiske kunnskaper. Fremstillingen er klar, og boken burde være av adskillig interesse for de tiltenkte målgrupper. Den må betegnes om en verdig avrunding på en lang arbeidsdag.

Det er med sorg vi må konstatere at den eldre generasjon i norsk fysikk nå er i ferd med å tynnes ut. Vi bør være takknemlige overfor Steingrim Skavlem og hans samtidige for det grunnlag de har skapt, ofte under meget vanskelige omstendigheter. Dette grunnlag gjør det mulig for nye generasjoner å føre fysikken videre i dette land.

I takknemlighet, respekt og vemod vil vi bevare de gode minner som Steingrim Skavlem etterlater seg både på det menneskelige og det faglige plan.

Johannes M. Hansteen

∞

Øystein Elgarøy (1929–1998)

Vår gode venn og kollega professor Øystein Elgarøy er gått bort, 69 år gammel. Han studerte realfag ved Universitetet i Oslo, ble cand.real. med fysikk hovedfag i 1955, og ble samme år ansatt som vitenskapelig assistent ved Astrofysisk institutt på Blindern. Hans spesialfelt var radiostråling fra solen. Han virket ved Solobservatoriet på Harestua og hadde ett års studieopphold i England. Hans doktoravhandling fra 1961 er enestående. Han deltok i konstruksjon og bygging av apparaturen, gjennomførte et stort observasjonsprogram og analyserte resultatene. Foruten en rekke vitenskapelige avhandlinger utga han i 1976 monografien *Solar Noise storms* som ble et internasjonalt standardverk innen emnet. Forskningen på dette feltet var nå i grunnen kommet til veis ende. Han var i stand til å skifte over til et vitenskapelig mer fruktbart område, og helt i den andre enden av det elektromagnetiske spektrum. Ved hjelp av satelittobservasjoner studerte han røntgen og ultrafiolett stråling fra stjerner. Også på dette felt etterlater han seg en imponerende vitenskapelig produksjon. Han oppnådde stor internasjonl anerkjennelse, var medlem av Den Internasjonale Astronomiske Union og ble innvalgt i Det Norske Videnskaps-Akademi i 1982.

Øystein Elgarøy var meget opptatt av å fylle Universitetets andre store oppgaver, undervisning og vitenskapsformidling. Han forberedte seg grundig til forelesningene og var entusiastisk og inspirerende. Han forfattet flere lærebøker og hadde en egen evne til å formulere seg konsist og enkelt. I de senere år brukte han atskillig tid på, i skrift og tale, å minne om den store betydning institut-

tets grunnlegger, Svein Rosseland, hadde for astrofysikkens utvikling og for forskningen generelt.

Øystein Elgarøy hadde et lyst og vennlig sinn, var samvittighetsfull, hjelpsom, rettskaffen og godt likt av alle. Vi føler oss favorisert over at vi hadde ham som venn og kollega. Han etterlater seg et stort tomrom og er dypt savnet.

Oddbjørn Engvold
Øivind Hauge
Per Maltby

∞

FFV Gratulerer

Formidlingspris til Thormod Henriksen

Professor Thormod Henriksen, avtroppende formann i Norsk Fysisk Selskap, ble på Universitetets årsfest nylig tildelt pris for god formidling av forskning. Vi som kjenner Thormod vet at han alltid har vært en dyktig og entusiastisk formidler av sitt fag. Det var imidlertid ulykken i Tsjernobyl i 1986 som ga startet til noe som nesten kan kalles en formidlingskarriere. Sammen med kolleger tok han initiativet til å skrive populære, men faglig forsvarlige bøker om miljørelaterte emner. Først ut var boka "Radioaktivitet, røntgenstråling og helse", etterfulgt av bøker om CO_2 og ozon. Hefter om de samme emner, utarbeidet sammen med hans doktorgradsstudenter, er i bruk i videregående skole over hele landet. FFV gratulerer Thormod Henriksen med en velfortjent pris!

Forskningspris til Eirik Grude Flekkøy

Professor Eirik Grude Flekkøy er tildelt årets pris fra A/S Norsk Varekrigs-forsikringsfonds pris for yngre forskere, for fremragende vitenskapelig innsats innen sitt område. Flekkøy er en av de yngste professorene ved Fysisk institutt i Oslo, og har i løpet av sin relativt korte vitenskapelige karriere vist en usedvanlig produktivitet og kreativitet. Hans arbeid er innenfor magnetiske feltlinjer i vacuum, blandbare væskers hydrodynamikk, brownske bevegelser i væskeoverflater, strømning i porøse medier, polymerers hydrodynamiske egenskaper og granulære mediers dynamikk. FFV gratulerer Eirik Grude Flekkøy med en høyst fortjent pris!

Trim i FFV

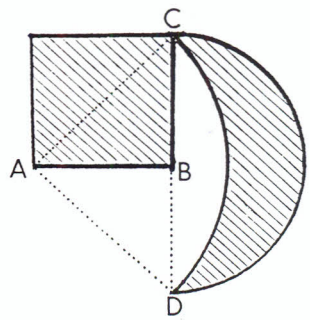
FFVT 3/98

To fysikkstudenter deltar i en sjakkturnering. Alle spiller et parti mot hver av de andre, og i hver runde får alle spille. Det gis ett poeng for vinst, og et halvt poeng for remis. Alle de andre deltagerne ender på samme poengsum. Tilsammen får de to fysikkstudentene 8 poeng. Hvor mange deltok i turneringen?

Løsning FFVT 2/98

Oppgaven ("kvadratets sirkulatur") var: Gitt et kvadrat; konstruer et areal som er begrenset av to sirkelbuer og er like stort.

Figuren viser konstruksjonen: Arealet er begrenset av to sirkelbuer som går gjennom kvadratets hjørne C og har sentra i to av kvadratets andre hjørner A og B.



Arealet av det skraverte området mellom sirkelbuene fås ved å trekke arealet av en kvart sirkel med radius lik kvadratdiagonalen AC fra summen av en halvsirkel med radius lik kvadratsiden BC og trekanten ACD. De to sirkelsektorene har like store areal da forholdet mellom radiene er $\sqrt{2}$. Derfor er arealet mellom sirkelbuene lik arealet av trekanten ACD, lik kvadratets areal.

∞

Klokker uten tidssignaler

L. Geetha og A. Johnsson* **

"Time is out of joint"
Hamlet, 1. Akt

Rytmer er interessante, både for musikkelskere og for forskere. Uten at vi kanskje tenker på det til daglig, er også en rekke biologiske aktiviteter rytmiske av natur og kan uttrykkes som en periodisk funksjon. Disse rytmene er allestedsnærværende og finnes i alt fra encellede organismer til multicellulære organismer, som mennesket.

Kroppen har et utall funksjoner som varierer i døgnet. For eksempel er den daglige temperaturrytmen et velkjent fenomen som kan ses på som en "viser" på en innebygd biologisk oscillator. Kroppstemperaturen vår varierer med ca. 2 °C hver dag; maksimal temperatur opptrer midt på dagen, og minimum når vi ligger i dyp søvn. Temperaturrytmen, som er lett å måle, er imidlertid et resultat av kompliserte, selvgenererende oscillasjoner i kroppen. Oscillasjonene kaller vi biologiske klokker.

Mange rytmer i mennesket er selvfølgelig synkronisert til naturens lys/mørke-syklus. Temperaturrytmen og vår søvn og våkenhet, er synkronisert med naturens 24-timers dag/natt-syklus. Man sier at rytmene under normale forhold er synkronisert, eller "entrained", til jordas lys/mørke-sykluser.

Rytmer i planters bladposisjon var en av de første biologiske rytmene som ble dokumentert. Etter hvert ble det også funnet rytmer i dyr og i mennesket. Vi skal beskrive noen nye eksperimentelle studier av slike biologiske klokker og oscillatorer i noen ulike biologiske organismer. Vi vil hovedsakelig konsentrere oss om noen resultater og uløste spørsmål når det gjelder menneskets biologiske oscillasjoner.

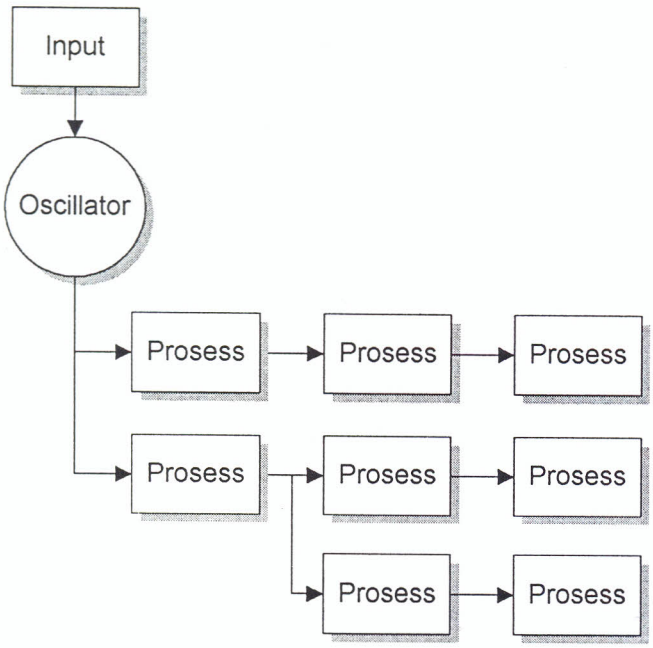
Selvgenererende oscillasjoner

I flere tiår var det litt suspekt å tro at det eksisterte selvgenererte oscillasjoner i et prøverør eller i celler og organismer, til tross for eksemplet med hjertets rytmiske sammentrekninger. Termodynamikken predikerte at isolerte systemer går mot likevekt, og det var vanskelig å anta at oscillasjoner kunne opprettholdes under konstante forhold i et biologisk system, for ikke å snakke om i et uorganisk kjemisk system. Etter hvert fant man imidlertid eksempler på oscillerende kjemiske reaksjoner. Lenge før dette hadde plantefysiologen Erwin Bünning publisert data fra fysiologiske eksperimenter på planter som viste at selvgenererte rytmiske prosesser, med en periode på omtrent et døgn, eksisterte i planter. Slike rytmer med en periode nær, men ikke helt eksakt 24 timer, ble senere hetende *circadianske* (fra latin *circa* + *dies*: omtrent et døgn).

For å bestemme perioden til en oscillator, eller en rytme, på en meningsfull måte, kreves det at rytmen ikke eksiteres av ytre, regelmessige impulser: Det oscillerende systemet må ikke få tidssignaler fra omgivelsene. Uten ytre signaler kommer det oscillative systemets naturlige frekvens til uttrykk. Et circadiansk systems naturlige frekvens på rundt 24 timer, blir kalt dets *frittløpende ("free run") frekvens*; begrepet *"free running period"* brukes også ofte i litteraturen.

Om eksterne rytmiske signaler treffer oscillatoren, vil systemet kunne låses til disse signalene, og perioden til systemet vil kunne bli bestemt av perioden til de eksterne signalene. Dette er akkurat hva som skjer når rytmen blir "entrained", og kan enkelt illustreres som i Figur 1. Oscillatoren kan bli påvirket av, og låses til, de eksterne signalene som kommer inn via blokken "Input". Oscillatoren i sin tur, kontrollerer flere prosesser og reaksjonskjeder der noen blokker er lette å måle eller studere. Oscillatorens periode reflekteres i perioden til de kontrollerte prosessene.

Den frittløpende perioden til en hvilken som helst oscillator – også de biologiske rytmene i kroppen – kan derfor bare bli bestemt om vi måler det periodiske fenomenet under konstante forhold, uten innvirkning fra eksterne rytmer.



Figur 1. *En enkel modell for et circadiansk system.* En biologisk oscillator, en klokke, påvirkes av visse inngangssignaler. Klokken kontrollerer et antall prosesser, som i sin tur styrer andre reaksjoner. Sluttreaksjonene er de observerbare "viserne" på klokken, f.eks. kroppstemperaturrytmen og den åpenbare søvn/våken-syklusen hos mennesket. Gitt at vi har et konstant innsignal, vil oscillatorens naturlige frekvens også avspeiles i frekvensen til de styrte prosessene. Om derimot innsignalet varierer med tiden, kan dette påvirke frekvens og fase hos oscillatoren.

Eksempler på circadianske rytmer

Mange parametre som oppviser circadianske rytmer er blitt registrert under konstante laboratoriebetingelser i encellede alger m.v., flercellede planter, insekter, fugler, pattedyr etc. Dette kan eksemplifiseres ved prosesser som fotosyntese, kroppstemperatur i pattedyr, bladbevegelser i planter, aktivitet til bananfluer osv.

Fra observasjoner vet vi at mennesket også oppviser et antall døgnrytmer i fysiologiske såvel som psykologiske prosesser. Hormonkonsentrasjoner i blodet, sammensetningen av urinen, søvn/våkenhets-mønsteret, arbeidskapasitet, kroppstemperatur etc. varierer gjennom døgnet (Moore-Ede m.fl. 1982). Men som nevnt ovenfor, kan slike variasjoner i det daglige liv vel være forårsaket av daglige eksterne signaler som driver de forskjellige kroppsfunksjonene. *For å studere en hvilken som helst selvgenerert oscillator i menneskekroppen, er man nødt til å isolere mennesket fra alle eksterne, drivende signaler og måle de fysiologiske prosessene under slike konstante forhold.*

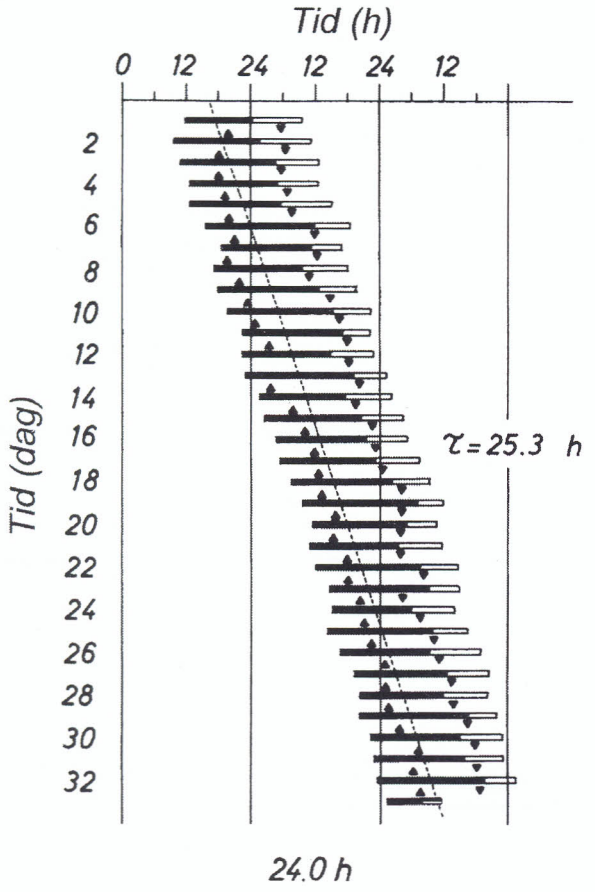
I praksis vil dette si at personen som skal studeres, må isoleres fra alle oppfattbare rytmiske signaler som kan fungere som tidssignaler. Det må overhodet ikke være noen indikasjoner om tid; de må i hvert fall ligge under persepsjonsterskelen. Dette er vanskelig å få til i praksis. Enhver som har slitt med å kontrollere et konstantrom vil ha erfart slike problemer. Temperatur, lys, fuktighet, lyder (ingen døgninformasjon via støy i vannledninger), tidspunkt for måltider, nyhetssendinger på radio osv., skulle ideelt sett være fraværende. I slike omgivelser uten tidsindikatorer, kan de fysiologiske variablene registreres.

Opprinnelig ble forsøkspersoner derfor studert i grotter som sørget for rimelig konstant temperatur og med muligheter til å regulere lysforhold. Mennesker ble også studert i "leiligheter" i bunkere, og professor J. Aschoff, i Erling Andechs i Tyskland, var en pionér i en serie eksperimenter av denne typen. Figur 2 viser registreringer av aktivitets/søvn-mønsteret til et menneske som nyter tilværelsen i et bunkereksperiment. Aktiviteten er markert med fylte linjer, og dagene er ordnet kronologisk under hverandre.

Ett resultat fra registreringen er helt klart, nemlig at denne forsøkspersonen startet aktiviteten sin senere og senere hver dag. Helningen i Figur 2 indikerer at perioden ikke lenger er eksakt 24 timer, men at rytmen løper fritt (er i "free run") med en periode på omtrent 25,5 timer. Dette, i motsetning til normale forhold utenfor bunkeren der den selvgenererte rytmen faselåser til eksterne signaler. Således er den menneskelige biologiske oscillatoren under normale betingelser kontrollert av, eller koplet til, daglige 24-timers signaler fra omgivelsene (bestemt av jordas 24-timers periode). Når rytmen er frakoplet de daglige 24-timers signalene, som i bunkeren, viser den en frittløpende periode på ca. 25,5 timer.

Vi står umiddelbart overfor en rekke spørsmål:

- Hva er den normale, frittløpende perioden til mennesket?
- Kan mennesket ha flere oscillatorer med forskjellige perioder?
- Hvor i kroppen finner vi oscillatoren – eller oscillatorene?
- I hvilket frekvensområde kan mennesket best tilpasse seg?
- Kan perioden til oscillatoren manipuleres fysisk eller kjemisk?



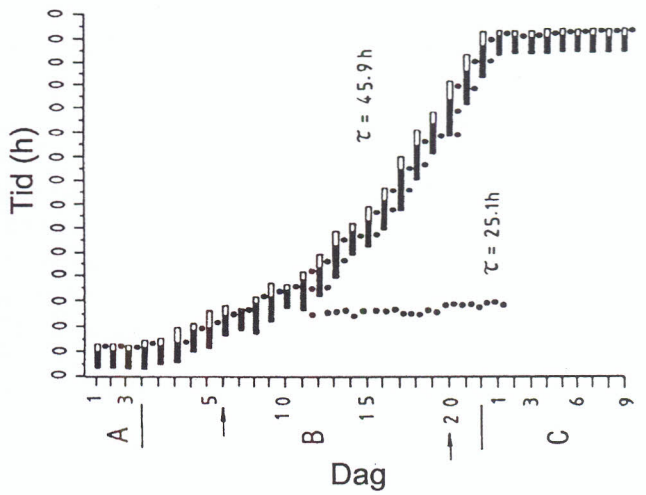
Figur 2. *Registrering fra forsøk i en bunker.* Registreringene er fra en person som sitter i en bunkerleilighet uten ytre tidgivere. Mørke områder angir aktivitet, hvite områder søvn, registrert dag etter dag. Personen går inn i isolasjon klokken 12 den første dagen, går og legger seg klokken 24, og sover til omtrent klokken 10 neste dag. Plottet beveger seg sidelengs, men dupliseres på dag 2 under dag 1. På dag 2 går personen til sengs omtrent en time etter midnatt osv. Forløpet av subjektive dager er dermed plottet suksessivt nedover. Temperaturmaksima og minima (fylte trekanter pekende opp og ned) vises også (Wever, 1979).

- Hvordan fungerer oscillatoren, biokjemisk eller biofysisk?
- Kan vi registrere transienter i rytmene?
- Kan vi anta at oscillatoren er av såkalt grensesyklustype?
- Har den et (stabilt eller ustabilt) singulært punkt?
- Representerer den et kaotisk system?
- Kan den oppvise frekvens-demultiplikasjon?

Noen av disse spørsmålene kan besvares, og er delvis blitt besvart. Vi vil ta opp noen nyere og spennende resultater.

Eksperimenter i Madurai

Under konstante forhold der mennesker er uten informasjon om tid, kan perioden til søvn/våken-rytmen variere mellom 24 og omtrent 48 timer. I noen av eksperimentene som er gjort til nå i et isolasjonsanlegg i Madurai, i India, oppviste f.eks. noen forsøkspersoner en søvn/våkenhets-rytme på 45 timer i gjennomsnitt! Hos de fleste varierer rytmen mellom 24 og 29 timer. Forsøkspersoner som hadde en 45-timers rytme våknet opp annenhver dag og gikk og la seg også omtrent en gang hver annen dag. Dette rytmemønsteret kalles *circabidiansk*. En interessant observasjon er at hos disse personene viste kroppstemperaturen en periode på omtrent 24 timer. Denne perioden beregnes som tiden mellom



Figur 3. *Registreringer fra et eksperiment i en isolert forskningsenhet i Madurai.* Diagrammet er bygget opp som i Figur 2. Personen er faslåst til eksterne 24-timers tidsgivere de første dagene (område A), men tidsisoleres så de neste ukene, område B. I løpet av disse ukene forlenges rytmenes periode dramatisk, og mot slutten synes perioden til aktivitet/søvn-rytmen å stabilisere seg på omtrent 46 timer. Temperaturmaksima hos forsøkspersonen kan derimot plottes slik at de passer inn i en raskere rytme, som vist med fylte sirkler, med en periode på omtrent 25 timer. Til slutt, under den siste delen av registreringen, område C, er personen igjen under påvirkning av eksterne tidgivere. Til venstre i diagrammet indikerer to piler dager for start av menstruasjon hos forsøkspersonen, på subjektive dager nr 6 og nr 20. Intervallet mellom menstruasjonene er dermed omtrent 14 dager, dvs. 14 "subjektive dager" i aktivitet/søvn-rytmen. Teller man antallet perioder ut fra temperaturoscillasjonene, vil de være omtrent 14 x 46/25 dager fra hverandre, dvs. omtrent 26 "temperaturdager".

to påfølgende temperaturminima. En slik tilstand, når to av kroppens oscillatorer oppviser forskjellige perioder, kalles *intern desynkronisering*, se Figur 3.

Av de 4 forsøkene i Madurai der et slikt fenomen ble observert, ble 3 utført på en og samme kvinne. Det var derfor interessant å finne ut om menstruasjonssyklusen fulgte søvn/våken-rytmen eller temperaturrytmen. I disse forsøkene opptrådte menstruasjonssyklusen med et intervall på 28 kalenderdager, og er altså ikke koplet til søvn/våken-oscillatoren (Chandrashekaran m.fl. 1991, Geetha, 1996). Dette resultatet ble bekreftet i alle de 3 forsøkene. De tilgjengelige dataene viser ingen direkte indikasjon på kopling til temperaturoscillatoren; og mange flere forsøk vil være nødvendige for å kunne trekke konklusjoner om sammenhengen mellom de oscillative systemene.

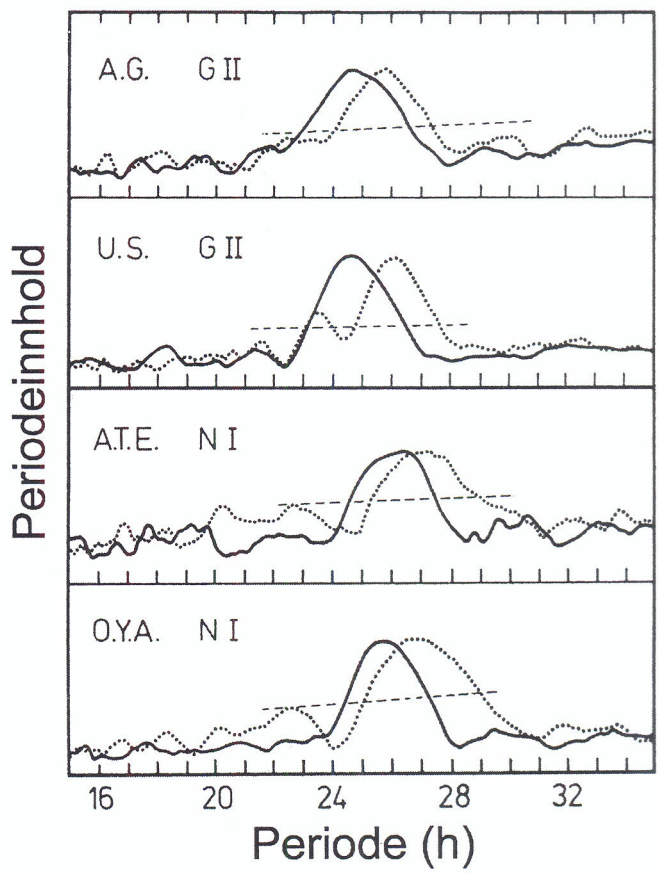
En annen interessant parameter som kan måles hos forsøkspersoner, er evnen til å estimere tidsintervall i isolasjonseksperimenter (dvs. estimere når f.eks. to timer har passert). Aschoff viste i sine tidlige forsøk at evnen til å estimere tid var avhengig av den naturlige "free running"-perioden til personen. Resultater fra Madurai har også demonstrert en korrelasjon mellom den estimerte tiden og personens periode. En person med en "free running"-periode på 24 timer, estimerte 2 timer nesten eksakt. Personer som hadde en periode på omtrent 48 timer, estimerte, overraskende nok, omtrent 6 timer som 2 timer når de var isolert.

Eksperimenter på Svalbard

Fra eksperimenter ikke langt fra ekvator til eksperimenter nær Nordpolen: I et norsk–tysk forsøk på Svalbard i 1979, tidsisolerte vi studenter nær Ny-Ålesund. De bodde i hytter to og to sammen, uten klokker, uten radioer osv. (men med isbjørner i nærheten!). I sin "tidsfrie" isolasjon oppviste de frittløpende rytmer. Muligheten til å lokalisere sola var tydeligvis ikke tilstrekkelig for å synkronisere forsøkspersonene. Mye på samme måten som i en bunker – som ikke var tilgjengelig – sørget Svalbard-naturen for et interessant laboratorium. En av gruppene oppviste en periode-demultiplikasjon, og hadde en aktivitetsrytme på 38 timer. De andre gruppene var "normale" på den måten at de hadde temperatur- og aktivitetsrytmer med en periode på rundt 25–26 timer.

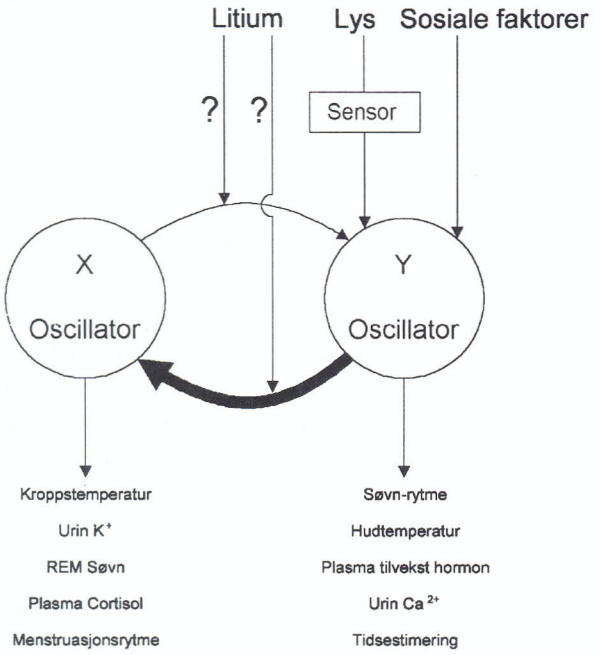
Et hovedmål med eksperimentene var å studere hvorvidt *litium*-ioner påvirket perioden til det humane oscillasjonssystemet. Grunnen til at litium var i fokus, vil vi si mer om senere. Kroppstemperatur og aktivitetsmønstre ble derfor registrert kontinuerlig i flere uker. Hver dag tok studentene en tablett som enten inneholdt et litiumsalt eller et placebo.

Blant mengdene av data fra et slikt eksperiment, kunne noen konklusjoner trekkes. Litiumionene forlenget perioden til flere av forsøkspersonene, men ikke til alle. En typisk frekvensanalyse av rådata fra kroppstemperaturmålinger er vist i Figur 4.



Figur 4. *Analyse av periodeinnhold i circadianske temperaturrytmer.* I flere uker ble kroppstemperaturen registrert på studenter som levde tidsisolert på Svalbard. Forholdene på sommerstid besørget isolasjon uten "tidssignaler", og studentenes rytmer løp fritt "free run". De circadianske rytmene ble registrert med og uten litiumioner i blodet. Periodeinnholdet i "free run"-rytmen vises for fire studenter (heltrukne linjer), og en forskyvning mot lengre perioder kan ses når de går på litium (stiplete linjer). Litiumioner kan derfor virke på det circadianske systemet og forlenge dets periode i mennesker (Johnsson m.fl. 1980).

Analyser av periodeforandringer av transienter og faseforskyvninger, ga oss en råmodell for menneskets circadianske system, som vist i Figur 5. I



Figur 5. *En to-oscillatormodell for menneskets circadianske system.* Hele det circadianske systemet i mennesket synes å være mulig å modellere på en rimelig fullstendig måte ved å kople to selvsvingende oscillatorer, her kalt x og y, jfr. Figur 1. Under normale forhold er oscillatorene koplet (hormonell og/eller nevral kopling), og hele systemet har samme periode. Desynkronisering viser at periodene kan være forskjellige, x-oscillatorens periode kan være omtrent 25,5 timer, og y-oscillatorens periode kan være lengre. Funksjonene som normalt er kontrollert av x- og y-oscillatorene er vist. Temperatur- og søvn/aktivitets-rytmene er lett registrerbare. Inn-signalene er vist med piler, og markerer lyssignaler på netthinnen og gjennom huden, såvel som sosiale tidsgivere. Det er blitt framsatt en hypotese om at litiumioner virker på koplingen mellom oscillatorene (Johnsson m.fl., 1983), der styrken av koplingen i den ene retningen synes å være sterkere enn i den andre retningen (Moore-Ede, 1982).

denne figuren er det nå *to* oscillatorer. De er som oftest synkronisert, men under noen forhold, og i noen individer, dekopler de. En av dem regulerer hovedsaklig aktivitetsrytmen, den andre temperaturrytmen. Litiumionet ser ut til å virke på koplingen mellom oscillatorene. Modellen kan nå utvides på grunnlag av Madurai-dataene: Menstruasjonssyklusen synes å være kontrollert hovedsakelig av temperaturoscillatoren, tidsestimeringsrytmen av aktivitetsoscillatoren.

Det bør nevnes at virkningen av litiumioner er av stor medisinsk interesse. Manisk-depressive pasienter får ofte litiumklorid som medisin, og dette forbedrer deres tilstand. Den detaljerte virkningen av ionet i denne sammenhengen er derimot, ikke klarlagt. Siden det circadianske systemet til manisk-depressive pasienter ofte synes å ha brutt sammen (frekvensspektrum med mye mer utydelige signaler), kan faktisk ionet virke direkte på det circadianske systemet. For eksempel kan koplingen mellom oscillatorer som har sluppet hverandre (dekoplet) bli påvirket og resultere i mer stabile svingninger, noe som medfører en forbedring for pasienten.

Egenskaper til biologiske klokker

I noen circadianske systemer er det blitt vist at oscillatorene har *singulariteter* som kan nås med passende lyspulser. Den singulære tilstanden til oscillatoren er en faseløs tilstand, mye på samme måten som at Nordpolen er et lengdegradsfritt geografisk punkt som ikke tilhører noen av tidssonene. I enkelte tilfeller indikerer eksperimenter at det cirkadianske systemets singularitet er stabil – når det først er der, starter ikke oscillatoren spontant opp igjen. Klekkingsrytmen til bananfluer (Winfree, 1980) og blomsterbladrytmen i en plante (Engelmann m.fl. 1978) er blitt vist å ha slike stabile singulariteter. I denne singulære tilstanden kan organismenes klokke(r) trygt sies å være "out of joint"!

Faseforskyvning av circadianske oscillatorer kan oppnås med eksterne signaler, som f.eks. lyspulser. Faseforskyvning – og dets tvillingfenomen *faselåsing* – av oscillatorsystemet i mennesket er ekstremt viktig rent praktisk. Eksperimenter indikerer at mennesker kan faselåses i periodeområdet mellom omtrent 22 og 29 timer slik at de kan følge eksterne signaler på en stabil måte i dette tidsområdet. Dette området er selvsagt avhengig av styrken på signalene inn til den circadianske rytmen – akkurat som for elektroniske oscillatorer som låser til elektriske inngangssignaler.

Faseforskyvning av circadianske rytmer innbefatter kompliserte prosesser, ikke overraskende siden oscillatorene er ikke-lineære og gjensidig vekselvirkende, og trolig basert på et multicellulært system der hver celle kan ha sin egen oscillator. Transienter opptrer når fasen forskyves, hvilket betyr at den nye fasen ikke oppnås momentant. Dette er av praktisk betydning for skiftarbeidere, og for flypassasjerer som forflytter seg raskt mellom tidssoner.

Skiftarbeidere burde forsøke å justere sine oscillatorer til faseforskyvninger i de eksterne signalene (lys/mørke, sosiale tidgivere osv.). Beregningen av deres naturlige periode gjør det lettere å utnytte deres arbeidspotensiale til riktig tid. Tilsvarende

vil "jet lag"-fenomenene, som oppleves av folk som reiser over tidssoner og som er nødt til å omstille sin indre oscillator-klokke, kunne løses om man hadde bedre kunnskap om personens klokke. Den optimale strategien for slike faseforskyvninger synes å være avhengig av mange faktorer, som tidspunkt for flyreisen (dvs. fase i forhold til tidssoner), antallet tidssoner som passeres, tidspunkt for måltider, perioden til hver enkelt passasjers kroppsklokke etc. Alle disse typene av fasejusteringer er viktige å studere og beherske.

Nyere fremskritt

Tidlige forsøk fokuserte mer på hvordan sosiale faktorer virket på menneskets biologiske klokke enn hvordan lys/mørke-sykluser virket. Lenge trodde man at lys/mørke-sykluser spilte en heller liten rolle for mennesker. Czeisler m.fl. (1981), derimot, demonstrerte i isolasjonsforsøk at menneskets circadianske rytmer kan faselåses av lys/mørke-sykluser og faseforskyves av *kraftige* lyspulser (omtrent 2000 lux). I alle disse studiene brukte han temperaturdata som fasemarkør, og det ble bevist at følsomheten til menneskets temperaturrytme for lys varierte avhengig av i hvilken fase lyspulsen ble gitt.

Czeisler m.fl. (1989) kunne dermed studere hvordan menneskets temperaturrytme ble faseforskjøvet av lyspulser med en styrke på 7000–9000 lux. Videre har Jewett m.fl. (1991) rapportert at eksponering for så kraftig lys kan dempe amplituden til den indre circadianske rytmen og drive den nær det singulære punktet, uten at man ennå kjenner konsekvensene av dette. Det kreves at pulsen gies rundt et kritisk tidspunkt da menneskets circadianske klokke er mest følsom for lysinduserte faseforskyvninger (omtrent midt på natten).

SCN (supra-chiasmatic nuclei) er to små kjerner i hjernen til hvirveldyr som antas å være selve "klokken" i hvirveldyrene. Når disse kjernene blir skadet, blir dyret uten klare rytmer (arytmi). Et interessant poeng: Stoffet metamfetamin kan gjenopprette arytmier i rotter der SCN er blitt tatt bort (Honma m.fl. 1992). Derimot blir denne metamfetamin-induserte rytmen *ikke* "entrained" av lys/mørke-sykluser, men av forings-sykluser. Dette tyder igjen på at det kan være mer enn én oscillator (trolig to, om ikke flere) i rotter, én som hovedsaklig kontrolleres av lys/mørke-sykluser og en annen (muligens flere) som ikke påvirkes av disse. Nå prøver man å utvide disse resultatene til menneskets circadianske rytmer også, der oscillatorer ser ut til å desynkroniseres under forskjellige forhold (Honma og Honma, 1993).

Lyset virker trolig på SCN via en nevral vei fra øynene; mange eksperimentelle resultat viser dette. SCN i sin tur, påvirker så epifysen (også kalt pinealorganet) der *melatonin* skilles ut i blodbanen. Melatoninkonsentrasjonen er en "viser" på vår "klokke" i SCN, og er på sitt høyeste når vi sover. Den circadianske rytmen til melatoninkonsentrasjonen i blodet er nært knyttet til vårt circadianske system. Dette stoffet kan kjøpes omtrent hvor som helst, og brukes også for å oppnå raskere faseforskyvninger etter f.eks. flyvninger over Atlanteren.

Vi har drøftet lyssignalers evne til å påvirke klokken, men det er også slik at sosiale faktorer spiller en viktig rolle i påvirkningen av menneskets circadianske rytmer, og altså kan fungere som "tidssignaler".

Implikasjoner og applikasjoner

Circadiansk rytmeforskning på mennesker har allerede ført til svært gode resultater i vår forståelse av menneskelig atferd og fysiologi. Det er for tidlig å si at vi kjenner klokkemekanismene i mennesker – vi kjenner dem ikke engang i enkeltceller. Men de to siste tiårene har vi tatt store skritt framover i forståelsen av biologiske klokkers matematikk, biofysikk og biokjemi. Man har greid å lage mutanter av flere arter med forskjellige klokkeegenskaper (f.eks. forskjellig periode), og molekylærbiologien til klokken i noen organismer studeres intenst. Den matematiske karakteristikken til klokker i forskjellige organismer tiltrekker seg mye oppmerksomhet, og oppførselen til rytmene – noen ganger kaotisk – er fascinerende.

En ny måte å frambringe faseforskyvninger på er nylig blitt publisert. Belysning av huden kan faseforskyve menneskets rytmer – vi trenger ikke å faseforskyve via netthinnen, som man tidligere har antatt (Campbell og Murphy, 1998). Hvordan denne lysledningen virker på pinealorganet, er ikke kjent, men det skjer kanskje via fotoreseptorer i blodet. Det kan være at dette vil gjøre bruken av melatonintabletter overflødig; og kanskje kan det resultere i nye metoder for å bruke lys til behandling av enkelte typer depresjoner hos mennesker.

Artikkelen er oversatt av Marit Pedersen, NTNU.

Referanser

1. Campbell, S.C. and Murphy, P.J.: *Extraocular circadian phototransduction in humans.* Science **279,** 396–399 (1998)
2. Chandrashekaran, M.K., Geetha, L., Marimuthu, G., Subbaraj, R., Kumarasamy, P. and Ramkumar, M.S.: *The menstrual cycle in a human female under social and temporal isolation is not coupled to the circadian rhythm in sleep-wakefulness.* Current Science **60,** 703–705 (1991)
3. Czeisler, C.A., Richardson, G.S., Zimmerman, J.C., Moore-Ede, M.C. and Weitzman, E.D.: *Entrainment of human circadian rhythms by light-dark cycles: A reassessment.* Photochemistry and Photobiology **34,** 239–247 (1981)
4. Czeisler, C.A., Kronauer, R.E., Allan, J.S., Duffy, J.F., Jewett, M.E., Brown, E.N. and Ronda, J.M.: *Bright light induction of strong (Type 0) resetting of the human circadian pacemaker.* Science **244,** 1328–1333 (1989)
5. Engelmann, W., Johnsson, A., Karlsson, H.G., Kobler. R., and Schimmel, M.L.: *Attenuation of the petal movement rhythm in Kalanchoe with light pulses.* Physiol. Plantarum **43** 68–76 (1978)
6. Geetha, L.: *Time in a time-less environment. My life in a bunker.* Resonance. Journal of Science Education, **1,** 66–78 (1996)
7. Honma, S, Kanematsu, N. and Honma, K.: *Entrainment of methamphetamine-induced locomotor activity rhythm to feeding cycles in scn-lesioned rats.* Physiology & behaviour **52,** 843–850 (1992)
8. Honma, S. and Honma, K.: *SCN-independent rhythms induced by methamphetamine, an animal model of sleep-wakefulness rhythm.* In: "Sleep-wakefulness", (Eds. V. Mohan Kumar, H.N. Mallick and U. Nayar). Wiley Eastern Limited, New Delhi (1993) pp. 78–84.
9. Jewett, M.E., Kronauer, R.E. and Czeisler, C.A.: *Light-induced suppression of endogenous circadian amplitude in human.* Nature **350,** 59–62 (1991)
10. Johnsson, A., Engelmann, W., Pflug, B. and Klemke, W.: *Influence of lithium ions on human circadian rhythms.* Zeitschr. f. Naturforsch. **35c,** 503–507 (1980)
11. Johnsson, A., Engelmann, W., Pflug, B. and Klemke, W.: *Period lengthening of circadian rhythms in humans by lithium carbonate – A prophylactic for depressive disorders.* Int. Journ. of Chronobiol. **8,** 129–147 (1983)
12. Moore-Ede, M.C., Sulzman, F.M. and Fuller, C.A.: *The clocks that time us.* Harvard University Press (1982)
13. Wever, R.A.: *The circadian system of man. Results of experiments under temporal isolation.* Springer-Verlag, NewYork/Heidelberg/Berlin (1979)
14. Winfree, A.T.: *The geometry of biological time.* Springer-Verlag, New York/Heidelberg/Berlin (1980)

Se også:

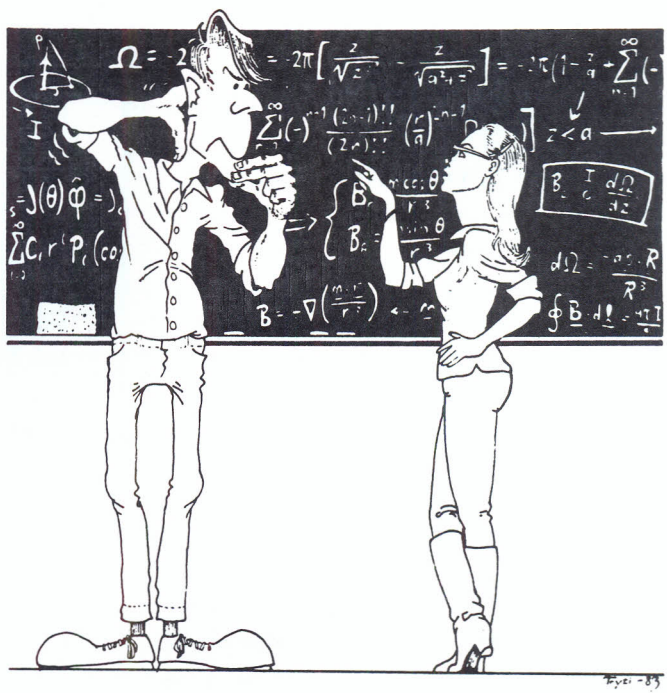
15. Johnsson, A.: *Biologiske klokker – Livets døgnrytmer.* Universitetsforlaget, Oslo (1978)

---

*Animal Behaviour Unit, Jawaharlal Nehru Centre for Advanced Scientific Research, Bangalore, India; og Department of Physiology, Hokkadio University, Sapporo, Japan.

**Institutt for fysikk, NTNU, Trondheim.

∞



Kvantisk sammenfiltring og teleportasjon – verifiseringer med implikasjoner

Johannes M. Hansteen *

Kvantisk teleportasjon er nylig demonstrert eksperimentelt. Ved bruk av kvanteoptiske metoder, sammenfiltrede fotoner og et klassisk transportert budskap er kvantetilstander blitt overført over prinsipielt vilkårlige avstander. Betydningen for kvantemekanisk grunnlagsforskning og eventuell kvantisk kommunikasjon må antas å være stor.

Introduksjon

Allerede i 1935 innførte Schrödinger begrepet "entanglement" i kvantefysikken.[1] Han påpekte at de generelle prinsipper for kvantebeskrivelsen innebærer at kvantetilstanden for et mangepartikkelsystem godt kan være *"entangled"*, i den betydning av ordet at tilstanden ikke kan skrives som et produkt av enkeltpartikkeltilstander. Dette kvantefysiske helhetstrekk betegnes også som *ikke-separabilitet*. Schrödinger karakteriserte ikke-separabiliteten, "the entanglement", som vel det viktigste særtrekk ved kvantemekanikken. Han oppfattet således sammenfiltringen som en direkte årsak til bruddene med den klassiske fysikks begreper og begrensningen av de visuelle forestillinger.[1]

På norsk vil vi foreslå å bruke uttrykket *"sammenfiltring"* for begrepet *"entanglement"*. Meget tyder på at slike sammenfiltrede kvantetilstander vil få økende oppmerksomhet i tiden som kommer. Aktuell kvanteoptikk demonstrerer dette på en overbevisende måte.[2]

Utnyttelsen av to-legemes sammenfiltring for en eksperimentell realisering av kvantisk teleportasjon er i øyeblikket av spesiell aktualitet,[3,4] og vil være hovedemnet for denne redegjørelse.

To sammenfiltrede objekter med langtrekkende kvantiske korrelasjoner kalles nå i litteraturen for Einstein–Podolsky–Rosen (EPR)-par.[5] Dette er egentlig en uheldig betegnelse fordi Einstein selv i denne sammenheng sterkt kritisk talte om "telepati" og "spuckhafte Fernwirkungen".[6] Ikke desto mindre er det sterke grunner til å anta at eksperimenter av denne type, altså utnyttelse av sammenfiltring, primært kan ventes å gi ny og dypere innsikt i forståelsen av kvantemekanikkens teoretiske fundament og dens forutsigelser. Dette gjelder ikke minst når disse forutsigelsene synes å være direkte kontra-intuitive, altså i motstrid med våre tilvante klassiske bilder for tolkning av fysiske fenomener. Mulighetene for fremskritt innen kvantekommunikasjon er også til stede som følge av de nevnte eksperimenter; dette selv om fremragende forskere er skeptiske til nettopp dette siste punkt.[7]

Teoretisk bakgrunn

Teorien bak den kvantiske teleportasjon baserer seg på anvendelse av standard kvantemekanikk. Den ble publisert i 1993 av C.H. Bennett og medarbeidere.[5]

Anta at en avsender som vi vil kalle "Alice" får i hende et kvanteobjekt som for eksempel kan være et foton eller en partikkel med spinn lik $\frac{1}{2}$. Objektet tenkes å være i en tilstand $|\phi\rangle$ som vel å merke er ukjent for Alice:

$$|\phi_1\rangle = a\,|\uparrow_1\rangle + b\,|\downarrow_1\rangle \qquad (1)$$

hvor konstantene a og b tilfredsstiller

$$|a|^2 + |b|^2 = 1 \qquad (2)$$

Tilstandene $|\uparrow\rangle$ og $|\downarrow\rangle$ er her ortonormale spinn-egenvektorer. Indeksen "1" betegner at objektet i tilstanden $|\phi\rangle$ er hos Alice.

Den prosessen vi betegner som teleportasjon, skal bety at tilstanden karakterisert ved $|\phi\rangle$ overføres fra Alice, og at en nøyaktig kopi dukker opp et vilkårlig annet sted hos en mottager som vi døper "Bob". Vi understreker at denne form for teleportasjon ikke vil krenke noen fysiske lover. Den samlede prosessen foregår ikke instantant fordi den

*Fysisk institutt, Universitetet i Bergen.

krever at informasjon sendes fra Alice til Bob, og således er begrenset av lyshastigheten.

Vår form for teleportasjon foregår altså via to kanaler, en ikke-klassisk og en annen rent klassisk.

I den ikke-klassiske delen gjør man bruk av de langtrekkende korrelasjonene mellom et EPR-par i en EPR-singlett hvor partiklene symboliseres ved indeksene 2 og 3:

$$|\Psi_{23}^{(-)}\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|\uparrow_2\rangle\,|\downarrow_3\rangle - |\downarrow_2\rangle\,|\uparrow_3\rangle) \qquad (3)$$

Én EPR-partikkel (partikkel 2) i dette hjelpesystemet blir gitt til Alice, mens den andre (partikkel 3) blir gitt til Bob. Det totale systemet, bestående av Alices ukjente objekt 1 og EPR-paret, er nå i en ren produkttilstand.

$$|\Psi_{123}\rangle = |\phi_1\rangle\,|\Psi_{23}^{(-)}\rangle \qquad (4)$$

Det bør understrekes at objektene 1,2 og 3 godt kan være av forskjellig slag, for eksempel kan ett eller flere av dem være fotoner; dette fordi polarisasjonsfrihetsgraden følger samme type algebra som et egenspinn.

Det lar seg vise at de fire såkalte "EPR-Belltilstandene" eller bare "Belltilstandene"

$$|\Psi_{12}^{(\pm)}\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|\uparrow_1\rangle\,|\downarrow_2\rangle \pm |\downarrow_1\rangle\,|\uparrow_2\rangle) \qquad (5)$$

$$|\Phi_{12}^{(\pm)}\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|\uparrow_1\rangle\,|\uparrow_2\rangle \pm |\downarrow_1\rangle\,|\downarrow_2\rangle) \qquad (6)$$

danner et fullstendig ortogonalt basissett for objektene 1 og 2.[8] Dette impliserer at en vilkårlig tilstand av systemet (1,2) kan dekomponeres etter disse såkalt maksimalt sammenfiltrede tilstandene.

Alice tenkes nå å utføre en måling på systemet bestående av partikkel 1 og hennes EPR-partikkel 2. Målingen går prinsipielt ut på å dekomponere tilstanden $|\Psi_{123}\rangle$ etter basissettet angitt i ligningene (5) og (6), altså bestemme i hvilken av de fire mulige EPR-tilstandene systemet befinner seg. Man taler om å projisere systemet (1,2) inn i en av de fire basis-Belltilstandene $|\Psi_{12}^{(\pm)}\rangle, |\Phi_{12}^{(\pm)}\rangle$, se ligningene (5) og (6), eller uttrykt på en annen måte: Alice foretar en fullstendig Bell-tilstandsmåling. Ved elementær manipulering med symbolene lar det seg vise at den samlede tilstandsvektoren for de tre kvantiske objektene kan skrives som[5]

$$|\Psi_{123}\rangle = -\frac{1}{2}\{|\Psi_{12}^{(-)}\rangle\, I\,|\phi_3\rangle + |\Psi_{12}^{(+)}\rangle\,\sigma_z\,|\phi_3\rangle + |\Phi_{12}^{(-)}\rangle(-\sigma_x)\,|\phi_3\rangle + |\Phi_{12}^{(+)}\rangle i\sigma_y\,|\phi_3\rangle\} \qquad (7)$$

hvor $\sigma_{x,y,z}$ betegner Paulimatrisene, og I er $2*2$ enhetsmatrisen. Uavhengig av den ukjente tilstanden $|\phi_1\rangle$ vil utfallet av de fire mulige målingene være like sannsynlige, og hver av dem vil forekomme med en sannsynlighet lik 1/4. I ligning (7) er all kvanteinformasjon om tilstanden $|\phi\rangle$ etter Alices måling overført fra partikkel 1 til Bobs partikkel 3. Denne overføring er foregått via EPR-paret (2,3). Vi konstaterer at enhver av de fire mulige resultattilstandene for Bobs EPR-partikkel på en enkel måte er forbundet med den opprinnelige tilstand $|\phi\rangle$ som Alice søker å teleportere. Er således første ledd i ligning (7) enerådende, betyr dette at Bobs partikkel 3, bortsett fra en uvesentlig fasefaktor, er i den opprinnelige tilstand $|\phi\rangle$. Når det gjelder de tre siste leddene i ligningen, må Bob anvende den inverse av den aktuelle Paulimatrise for å overføre sin EPR-partikkel 3 til en kopi av den originale tilstand $|\phi\rangle$ som opprinnelig var hos Alice. Dette svarer til en rotasjon på 180° om henholdsvis z-, x- eller y-aksen.[5]

En nøyaktig teleportasjon kan så oppnåes ved at Alice sender en beskjed (pr. telefon, radio eller på annen klassisk måte) til Bob om hvilken av de fire mulige basistilstandene systemet befinner seg i. Bob kan så anvende den nødvendige rotasjonsoperator slik at tilstanden til hans partikkel 3 transformeres over i en fullstendig identisk kopi av $|\phi\rangle$. Alice sitter så igjen med partiklene 1 og 2 i en av tilstandene $|\Psi_{12}^{(\pm)}\rangle$ eller $|\Phi_{12}^{(\pm)}\rangle$. Dette er sammenfiltrede tilstander som ikke inneholder noe som helst spor av den opprinnelige tilstand $|\phi\rangle$.

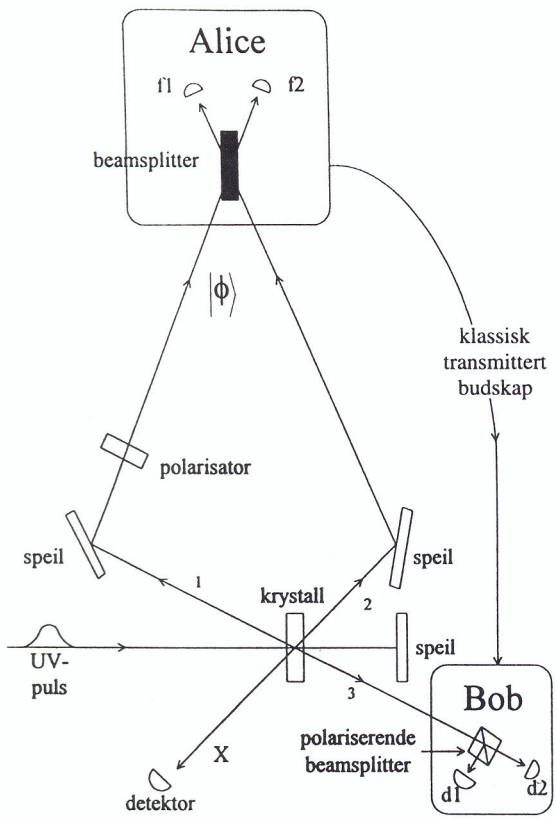
Resultatet av teleportasjonen kan beskrives prosaisk slik: Tilstanden $|\phi\rangle$, opprinnelig fra Alice, overføres og dukker opp hos Bob.

Men hverken Alice eller Bob har noen som helst informasjon om $|\phi\rangle$. De vet bare at et ombytte (av spinn eller polarisasjon) har funnet sted.

Innsbruck-eksperimentet

Ideene fra forrige avsnitt har latt seg verifisere eksperimentelt i den aller seneste tid. Ett slikt teleportasjonseksperiment er utført i Innsbruck,[3] et annet i Roma.[4] Begge eksperimentene tar utgangspunkt i arbeidet til Bennett og medarbeidere.[5] Vi skal nøye oss med å skissere hovedtrekkene av Innsbruck-eksperimentet. Man benytter her kvanteoptiske metoder. Således brukes parametrisk nedkonvertering av fotoner i et ikke-lineært krystall til å generere sammenfiltrede tilstander.[2] Den mest krevende del av

eksperimentet er å foreta en fullstendig Bell-tilstandsmåling på de to aktuelle fotonene, cf. ligning (7). Det har da heller ikke Alice i Innsbruck-eksperimentet gjort. Hun har bare skilt ut den antisymmetriske Bell-tilstanden $|\Psi_{12}^{(-)}\rangle$ fra de andre tre tilstandene. Det impliserer at teleportasjon maksimalt kan oppnås i 25 % av tilfellene. I figur 1 gir vi en sterkt forenklet prinsippskisse av apparaturen i Innsbruck-eksperimentet. Teleportasjonsavstanden i dette forsøket var av størrelsesorden 1 meter.



Figur 1. En ultrafiolett puls passerer en ikke-lineær krystall to ganger og lager ved parametrisk nedkonvertering et sammenfiltret par (2, 3) som går til høyre, og et par (1, X) som går til venstre på figuren. Tilstanden $|\phi\rangle$ som skal teleporteres, prepareres ved fiksering av polarisasjonen til foton 1. Alice kombinerer dette fotonet med sitt EPR-foton 2 ved den indikerte beamsplitteren. Innretningen er slik at når begge detektorene f1 og f2 klikker samtidig, betyr dette at fotonparet er i Belltilstanden $|\Psi_{12}^{(-)}\rangle$ hvor polarisasjonene er ortogonale. Deteksjon av fotonet X bekrefter at fotonet 1 er sent til Alice.

I tilslutning til figur 1 vil vi påpeke at Alice er en formidlende part i eksperimentet. Siden Alices hjelpefoton 2 og Bobs foton 3 fra starten er sammenfiltret, betyr dette at ved Alices Bell-tilstandsmåling vil foton 3 projiseres inn i den tilstanden foton 1 var i til å begynne med, altså til $|\phi_3\rangle$, som følge av tilstandenes ortogonalitet i $|\Psi_{23}^{(-)}\rangle$. Bob kan så analysere sitt foton 3 ved hjelp av den polariserende beamsplitter og sine detektorer. Han vil da kunne kontrollere at teleportasjonen er korrekt gjennomført.[3]

Man har i Innsbruck klart å teleportere fotoner i forskjellige polarisasjonstilstander: horisontalt, vertikalt, +45° og −45° og sirkulært polariserte fotoner.

Det bør nevnes at i Roma-eksperimentet, som ble publisert sist, var man i stand til å skille simultant mellom alle de fire Belltilstandene.[4] For ytterligere eksperimentelle detaljer henvises til originalpublikasjonene.[3,4]

Konklusjon og fremtidsvyer

Man har klart å teleportere polarisasjonstilstander fra ett foton til et annet. Men teleportasjonsfenomenet er ikke begrenset til fotonsystemer. Nylig er det påvist sammenfiltrede atomer.[9] Man kan også tenke seg muligheten av å sammenfiltre fotoner med atomer, eller fotoner med ioner osv. Hertil kommer de mange mulige konsekvenser for en eventuell kvanteinformasjon, "quantum computation", kvantekryptografi etc.[3]

Vi vil sterkt understreke den mulige betydning kvanteteleportasjonen kan få for fremtidige eksperimenter angående selve grunnlaget for kvantemekanikken. En nærliggende mulighet er å utføre en test av de Bell- og Bell-lignende ulikheter for kvanteobjekter som ikke har hatt en felles fortid.[10] Et slikt ombytte skulle kunne gjennomføres ved ombytte av sammenfiltring, "entanglement swapping".[3] Dette vil kunne foregå ved at man gir Alice (se figur 1) en av partiklene i et sammenfiltret par som den partikkelen som skal teleporteres. Teleportering av denne partikkels tilstand overfører tilstanden til Bobs partikkel. Det vil si at Bobs partikkel blir sammenfiltret med partneren til den teleporterte partikkelen. Dette skjer på tross av at partiklene hverken har vekselvirket eller har noen felles fortid. Det er fristende å teste Bells teorem[10] på disse to partiklene som ikke har vekselvirket tidligere. Innenfor rammen av Innsbruck-eksperimentet vil et slikt ombytte av sammenfiltring enkelt la seg gjennomføre ved å unnlate å polarisere fotonet 1 (cf. figur 1). Fotonet X vil da bli sammenfiltret med fotonet 3 hos Bob når Alices Bell-tilstandsmåling av fotonene 1 og 2 er vellykket utført.

Under nedskrivningen av denne redegjørelse rapporteres det at et slikt eksperiment nettopp er utført.[11] Resultatet er ikke forbausende i lys av det allerede vellykkede teleportasjonseksperimentet;[3] det må likevel betegnes som et løfterikt skritt fremover, ikke minst rent eksperimentalfysisk.

Selv om kvantisk teleportasjon nå er eksperimentelt verifisert av minst to uavhengige grupper, må man være fullt oppmerksom på de teknologiske begrensninger som i øyeblikket gjør seg gjeldende. Det bør utvises varsomhet med urealistiske spådommer om umiddelbare praktiske anvendelser i makroskopisk målestokk. Kvantiske systemer er uhyre følsomme overfor de helt uunngåelige koblinger med omgivelsene. Det kan med rette spørres om ikke dette er en avgjørende hindring for blant annet konstruksjonen av en kvantisk regnemaskin, "a quantum computer". Slike kritiske synspunkter er utdypet i en tankevekkende artikkel av Haroche og Raymond.[7] Men det skal ikke nektes at meningene om dette i høy grad er delte.[12] På den annen og mer fundamentale side, er det verd å legge merke til at forskere ved Universitetet i Genève nylig har påvist at kvantiske korrelasjoner lar seg bevare over avstander av størrelsesorden 10 km.[13]

Til avslutning vil vi omtale en særlig interessant mulighet, nemlig å etablere sammenfiltring mellom tre eller flere partikler. Klarer man å realisere dette, vil det være mulig å utføre en "alt eller intet" test av gyldigheten av de Einsteinske realitetselementer.[14] Man kan bruke kvantemekanikkens regneregler på et system av tre partikler med spinn $\frac{1}{2}$. Under gitte forutsetninger skal da produktet av de tre partiklenes x-spinnkomponenter, $m_x^{(1)} \cdot m_x^{(2)} \cdot m_x^{(3)}$, være lik -1. Bruk av Einsteins realitetskriterium tilsier resultatet $+1$.[15] Det vil være nok med én måleserie, og svaret må forventes å være entydig. Man har altså muligheten til i nær fremtid å kunne få dypere innsikt i naturens eventuelle lokalrealistiske karakter, eller mer sannsynlig: mangelen på en sådan. En slik forfinet innsikt vil og bør kunne få ringvirkninger langt utenfor fagfysikernes krets.

Vi konkluderer med at spennende nyvinninger kan være i emning innen denne gren av fysikken.

Jeg vil rette min beste takk til Kristoffer Gjötterud for stimulerende diskusjoner under utarbeidelsen av denne teksten.

Litteratur

1. E. Schrödinger: *Discussion of probability relations between separated systems.* Proc. Cambridge. Phil. Soc. **31**, 555 (1935)
2. D.M. Greenberger and A. Zeilinger, Eds.: *Fundamental Problems in Quantum Theory: A Conference Held in Honor of Professor John A. Wheeler.* Ann. New York Acad. of Sciences, 755 (1995)
3. D. Bouwmeester, J.-W. Pan, K. Mattle, M. Eibl, H. Weinfurter, and A. Zeilinger: *Experimental quantum teleportation.* Nature **390**, 575 (1997)
4. D. Boschi, S. Branca, F. De Martini, L. Hardy, and S. Popescu: *Experimental Realization of Teleporting an Unknown Pure Quantum State via Dual Classical and Einstein–Podolsky–Rosen Channels.* Phys. Rev. Lett. **80**, 1121 (1998)
5. C.H. Bennett, G. Brassard, C. Crípeau, R. Jozsa, A. Peres, and W. Wootters: *Teleporting an Unknown Quantum State via Dual Classical and Einstein–Podolsky–Rosen Channels.* Phys. Rev. Lett. **70**, 1895 (1993)
6. A. Einstein, in: *Albert Einstein, Philosopher-Scientist.* Ed. P.A. Schilpp. Library of Living Philosophers, (1949) p. 85.
7. S. Haroche and J.-M.Raimond: *Quantum Computing: Dream Or Nightmare?* Physics Today, August 1996, p. 51.
8. P.G. Kwiat, K. Mattle, H. Weinfurter, and A. Zeilinger: *New High-Intensity Source of Polarization Entangled Photon Pairs.* Phys. Rev. Lett. **75**, 4337 (1995)
9. E. Hagley, X. Maître, G. Nogues, C. Wunderlich, M. Brune, J.M. Raimond, and S. Haroche: *Generation of Einstein–Podolsky–Rosen Pairs of Atoms.* Phys. Rev. Lett. **79**, 1 (1997)
10. D.M. Greenberger, M. Horne, and A. Zeilinger: *Going beyond Bell's theorem.* in: Bell's Theorem, Quantum Theory, and Conceptions of the Universe. Ed. M. Kafatos. Kluver Academic, Dordrecht (1989) p. 69.
11. J.-P. Pan, D. Bouwmeester, H. Weinfurter, and A. Zeilinger: *Experimental Entanglement Swapping: Entangling Photons That Never Interacted.* Phys. Rev. Lett. **80**, 3891 (1998)
12. B.E. Kane: *A silicon-based nuclear spin quantum computer.* Nature **393**, 133 (1998)
13. A. Zeilinger, privat meddelelse, juni 1997, og W. Tittel, J. Brendel, B. Gisin, T. Herzog, H. Zbinden and N. Gisin: *Experimental demonstration of quantum correlations over more than 10 km.* Phys. Rev. **A57**, 3229 (1998)

14. A. Einstein, B. Podolsky, and N. Rosen: *Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality be Considered Complete?* Phys. Rev. **47**, 777 (1935)

15. N.D. Mermin: *Quantum mysteries revisited.* Am. J. Phys. **59**, 731 (1990)

∞

Fysikknytt

Gravitasjonell dra-effekt verifisert

Den gravitasjonelle dra-effekten er endelig verifisert – åttifem år etter at den ble prediktert.

En vanlig pendel kalles en Fouceaultpendel når det er svingeplanets orientering vi er interessert i å observere, og ikke f.eks. pendelens periode. Svingeplanet til en Fouceaultpendel opphengt på Nordpolen roterer i forhold til jorden i motsatt retning av jordrotasjonen med en periode på ca. 24 timer. Merkelig nok er svingeplanet i ro i forhold til stjernehimmelen. Et tilfeldig sammentreff? Et tilsvarende 'sammentreff' har man når det gjelder satelittbevegelse. Banen til en satelitt definerer et plan som har en fast retning i forhold til stjernehimmelen. Og bare i et referansesystem som ikke roterer i forhold til stjernehimmelen, oppleves ingen treghetseffekter, ingen sentrifugalkraft og ingen coriolisakselerasjon.

Et godt utgangspunkt for vitenskapelige undersøkelser er å anta at tilsynelatende sammentreff har en dyp årsak. Allerede for over hundre år siden antydet den østerrikske fysiker Ernst Mach at treghetseffekter måtte være en gravitasjonsvirkning som skyldes den kosmiske massen. Men Newtons gravitasjonsteori ga ingen holdepunkter for en slik oppfatning.

Høsten 1915 hadde Einstein ferdig den generelle relativitetsteorien. To år før skrev Einstein et brev der han omtalte en effekt som skulle eksistere ifølge hans uferdige gravitasjonsteori. Masse i bevegelse skulle gi opphav til et ekstra gravitasjonsfelt på samme måte som ladning i bevegelse forårsaker et magnetisk felt. Omkring 1920 ble denne effekten grundig analysert som en konsekvens av den generelle relativitetsteorien, av to østerrikske fysikere, Lense og Thirring. Effekten kalles derfor ofte for Lense–Thirring-effekten. Andre betegnelser er 'treg dra-effekt' ('inertial dragging effect' eller 'frame dragging') samt 'gravito-magnetisk effekt'.

Effekten minner om det som skjer når en fotball roterer i en seig væske. Væsken vil rotere samme vei som ballen, og legemer i væsken vil rotere sammen med den. Rommet rundt f.eks. en roterende nøytronstjerne, en pulsar, blir dratt med av stjernens rotasjon. Hvis man f.eks. slipper en stein i nærheten av pulsaren (vi ser nå bort fra alle former for friksjon), sier Einsteins teori at steinen ikke faller rett inn mot pulsarens sentrum, slik den ville ha gjort ifølge Newtons teori, men den bøyes av i pulsarens rotasjonsretning og faller i en spiralbane inn mot pulsaren.

Også jorden roterer, riktignok ganske langsomt sammenlignet med en pulsar. Men en gravitasjonell dra-effekt i nærheten av jorden skal det være. La oss betrakte banen til en satelitt som går over begge polene. Tenk deg at du betrakter satelittens bevegelse fra et punkt ute i verdensrommet ovenfor Nordpolen. Ifølge relativitetsteorien vil jordrotasjonen gjøre at baneplanet ikke er helt i ro i forhold til stjernehimmelen, men roterer langsomt i samme retning som jorden roterer. Baneplanet roterer bare 3 hundredels buesekund pr. år. Det svarer til at banens skjæring med jordens ekvatorplan forskyves med ca. 4 m pr. år. Denne effekten er nå observert.

En italiensk–amerikansk gruppe har de siste 4 årene gjort meget nøyaktige laserbaserte observasjoner av banene til to satelitter, Lageos og Lageos II. Ved hjelp av disse observasjonene har de greid å subtrahere vekk enormt mye større rotasjonseffekter som skyldes andre egenskaper ved jordens gravitasjonsfelt, og de har målt virkningen av Lense–Thirring-effekten på satelittenes baner med 20 % nøyaktighet. Resultatet stemmer med det en venter ut fra relativitetsteorien. Dermed er eksistensen av den gravitomagnetiske effekten påvist direkte.

Øyvind Grøn

∞

Mye vann i universet

Den europeiske romforskningsorganisasjonen (ESA) sendte i 1995 opp et romlaboratorium (Infrared Space Observatory, forkortet ISO) som skulle foreta observasjoner i det infrarøde spektralområdet. ESA var spesielt interessert i å studere forekomsten av vann i universet. For å foreta denne type observasjoner må detektorene som måler den infrarøde strålingen, avkjøles til ca. 2 kelvin. For å oppnå

så lave temperaturer benyttet ISO flytende helium. Det var beregnet at heliumet ville fordampe i løpet av ca. 18 måneder. Men det gikk faktisk nesten ett år lenger enn beregnet før så skjedde. ISO sluttet å fungere i vår.

ISO-eksperimentet ble en stor suksess. For det første fikk man 75 % lenger observasjonstid enn forutsatt. Vann ble påvist på eller i atmosfæren til alle de ytre planetene i vårt solsystem, samt på Mars. Det viste seg dessuten at vann forekommer i store mengder i universet, og da oftest i lave konsentrasasjoner i de såkalte "tåkene", f.eks. i Oriontåken. Melkeveien inneholder faktisk flere titusener solmasser med vann. En aktiv del av Oriontåken har vist seg å være rene "vannfabrikken". Her blir det hvert døgn dannet 60 ganger så mye vann som det finnes på jorda. Vann er sammen med organiske molekyler selve forutsetningen for forekomsten av liv. ISO-satelitten bekrefter at hverken vann eller organiske molekyler er noen mangelvare i universet. (Fra London Press Service.)

Se også: Harald Møllendal: Molekylene i verdensrommet. Fra Fysikkens Verden, 2/98, side 46.

Harald Møllendal

∞

Fysikk i skolen

Fysikklæreren på vei ut av skolen?

Den videregående skolen har i dag en godt kvalifisert lærerstand i fysikk sammenliknet med andre fag. I dag finner vi mange hovedfagsfysikere i skolen, noe rekrutteringen på slutten av 60-tallet og i begynnelsen av 70-tallet sørget for. Problemet er at disse stort sett er jevngamle og har en gjennomsnittsalder som øker med nesten ett år pr år. Det er i dag svært få med fysikk i fagkretsen, og enda færre med fysikk hovedfag, som velger å bli lærere etter endt fagutdanning. Denne utviklingen har vart i flere år, men har til nå ikke vært særlig problematisk i videregående skole, fordi den virkelig store avgangen først kommer om 8–10 år. Selv om situasjonen er alvorlig i andre realfag også, er rekrutteringen av fysikklærere kritisk, dersom ikke denne trenden snur i løpet av noen få år.

I FFV nr 1/98 hadde redaksjonen tatt med informasjon på siste side, som viser rekrutteringen av realister til den praktisk-pedagogiske utdanningen våren 1998. En rundspørring til de fire universitetene viser følgende tall for høsten 1998:

UNIVERSITET:	UiO	NTNU	UiB	UiT
Antall realister:	39	16	22	7
Fysikk:	6	1	4	1
Matematikk:	24	5	9	2
Kjemi:	18	6	4	3
Informatikk:	4	2	1	0
Biologi:	13	9	12	5

Antall realister viser det totale antall studenter i realfagene, mens tallene forøvrig viser antall studenter som har faget i fagkretsen. En student har minst to fag, og kan derfor telles to eller flere ganger på "faglista".

Erfaringen tilsier at noen av fysikkstudentene slutter før fullført praktisk-pedagogisk utdanning.

Hva er årsaken til denne svake rekrutteringen? Og hva kan gjøres? Det er klart at fysikere som utdannes fra universitetene i dag er mer ettertraktet i industri og næringsliv enn for 20–30 år siden. Og gledelig er det! Men når en student som er ferdig cand.scient. lett får arbeid med en lønn som ligger langt over begynnerlønn for lektorer i skoleverket, og i tillegg må ta et ekstra studieår med praktisk-pedagogisk utdanning for å bli lærer, så er vel ikke valget særlig vanskelig.

Formelt kan alle studenter i dag la et halvt år av den ettårige praktisk-pedagogiske utdanningen inngå i cand.mag.-graden. På den måten kan studiet forkortes. Men vi kjenner også til fagtrengselen innenfor cand.mag.-studiet for å skaffe seg det nødvendige faglige grunnlaget for et hovedfag.

Jeg vil advare mot lettvinte løsninger som å avskaffe eller redusere den praktisk-pedagogiske utdanningen. Da tror jeg man definerer seg ut av den offentlige debatten om en styrket lærerutdanning. En vei å gå, er å legge til rette for studieveier som ikke gir økt studielengde og som gir gode kombinasjoner for yrket som realfaglærer. Et annet tiltak som kan avhjelpe noe av problemet på det økonomiske området, er å innføre lønn/stipendordninger i hovedfagstiden eller i det året som praktisk-pedagogisk utdanning varer. Et annet tiltak dreier seg om økt lønn, men det kan ikke vi gjøre så mye med.

Eller er det kanskje slik at det ikke frister å være lærer i fysikk i skolen lenger? Jeg tror at omtalen av skolen og reformene kan ha gitt læreryrket et lite skudd for baugen. I tiden framover blir det viktig å motivere for læreryrket innen realfag og få fram at skolen er en spennende arbeidsplass for den som er glad i faget sitt og i elever.

En ting er i hvert fall sikkert: Noe må gjøres for å øke rekrutteringen av realfaglærere, og spesielt av fysikklærere. Hvis ikke, blir det tynt med godt kvalifiserte fysikklærere i framtida i den videregående skolen. Fysikklærerforeningen vil følge utviklingen nøye og ta initiativ overfor myndighetene.

Anders Isnes
Leder av Fysikklærerforeningen

∞

Konferanser

ICPS'98 i Coimbra, Portugal

Den internasjonale konferansen for fysikkstudenter, ICPS'98, fant sted ved Universitetet i Coimbra, Portugal, fra 9. til 15. august. Hovedårsaken til at ICPS'98 ble lagt til Portugal, var at landets hovedstad, Lisboa, var vertsby for verdensutstillingen EXPO'98. Universitetet i Coimbra er et av Europas eldste, og dets historie går helt tilbake til begynnelsen av det 12. århundre.

Universitetets avdeling for fysikk har 14 forskningsgrupper som er organisert i fem hovedområder:

- Avd. for data og numerisk fysikk
- Avd. for teoretisk fysikk
- Avd. for materialer studert vha. røntgendiffraksjon
- Avd. for materialer og strålingsfysikk
- Avd. for instrumentell fysikk

Mer informasjon om ICPS'98 finnes på internett: http://www.fis.uc.pt/~icps98/

Blant 362 deltagere var Norge representert med 3: Jo Smiseth (NTNU), Christian Brekken (NTNU) og Eva Bjørklund (UiO). Jo Smiseth har studert ved NTNU i to år, og i høst overtar han presidentstillingen i Norske Fysikkstudenters Forening (NoFFo) etter Kjetil Kjernsmo. Christian Brekken starter nå sitt tredje år som doktorgradsstudent innen biofysikk ved NTNU, hvor han studerer transport av makromolekyler i kreftvev. Eva Bjørklund har nettopp avsluttet sin hovedoppgave i biofysikk ved UiO, hvor hun studerte pH-effekter innen fotodynamisk terapi av kreft.

Program og sosiale aktiviteter

Åpningsseremonien

Konferansen ble åpnet av et panel av 10 personer: Portugals forskningsminister, inviterte foredragsholdere og universitetets rektor.

Forskningsministeren la i sin tale vekt på vårt ansvar for å bringe fysikk ut til folk og ikke la politikk skape barrierer. Han oppfordret oss til å *"go where science goes"*, og nevnte som eksempel at fysikere i sterkere grad bør finne sin plass i den rivende utviklingen innen biologi og medisin.

Den norske delegasjonen utenfor Universitetet i Coimbra (fra v. Jo Smiseth, Eva Bjørklund og Christian Brekken)

Professor Maurice Jacob fra CERN/DSU, understreket viktigheten av å popularisere fysikken og dens anvendelser for å tegne et nyttig bilde av fysikken i opinionen. Han mente at vi "internt" har fordommer mot fysikere som bruker tid på å popularisere og informere om sin aktivitet, at vi ser på slike som B-fysikere. Jacobs avsluttet med å si at det er vårt ansvar å ta i bruk dagens kanaler ut til folk flest for å oppnå større forståelse og motivasjon for vår virksomhet.

Foredrag av de norske deltagerne

Eva Bjørklund: *The pH-effect in Photodynamic Therapy of Cancer.*

Fotodynamisk terapi er en selektiv behandlingsmetode for kreft. Metoden er basert på injeksjon av et tumorlokaliserende og fotosensibiliserende stoff etterfulgt av belysning av tumorområdet, vanligvis med en laser. Under belysningen dannes det giftstoffer som dreper celler og vev. Det er antatt at fysiologiske forskjeller mellom tumorvev og normalvev er ansvarlig for det selektive opptaket av fotosensibiliserende stoffer i kreftcellene. En slik fysiologisk forskjell er tumorvevets lave pH-verdi. Det ble derfor undersøkt hvilken betydning pH-verdien har for fettløseligheten av to fotosensibiliserende stoffer, 3-THPP og Hp. Økt fettløselighet er antatt å gi økt cellulært opptak. Det ble funnet at fettløseligheten og det cellulære opptaket av Hp økte ved avtagende pH, mens 3-THPP ikke viste noen respons på pH-endringer. Siden 3-THPP lokaliseres mer selektivt i tumorvev enn Hp, antyder dette at tumorvevets lave pH ikke kan gi noen generell forklaring på det selektive opptaket av disse stoffene i kreftceller.

Christian Brekken: *Battling the Barriers of Systemic Cancer Therapy: The Effect of a Hyaluronidase Injection on the Interstitial Fluid Pressure in Solid Tumor Xenografts.*

Et økende antall nye kreftterapier involverer bruk av makromolekyler eller partikler, mot tumorer. Felles for disse nye medikamentene er at de er store sammenlignet med konvensjonelle kjemoterapeutika. Dette kan være en fordel der tumorens kapillærer er spesielt permeable, men er et problem der man er avhengig av tilstrekkelig transport inn i tumorvevet. Forhøyet hydrostatisk trykk (IFP) i den ekstracellulære væsken i vevet er et karakteristisk trekk ved tumorer. Dette medfører redusert gjennomstrømning av væske med makromolekyler gjennom kapillæråreveggene. Et studium av IFP-responsen i tumorer i mus, har vist at en kan redusere IFP med opptil 50 % ved injeksjon av enzymet hyaluronidase.

Christian og Eva forbereder internasjonal aften

Statistikk

Det ble holdt 83 foredrag av studenter innen følgende fagområder:

- Astrofysikk (15)
- Teoretisk/Elementærpartikkelfysikk (27)
- Elektronikk/Optoelektronikk/Halvledere (20)
- Kjernefysikk (4)
- Strukturfysikk (4)
- Biofysikk (6)
- Populærvitenskapelige (4)
- Presentasjon av universiteter etc. (3)

Generalforsamling for IAPS

Jo Smiseth representerte Norge på generalforsamlingen der avstemningen om neste ICPS skulle avgjøres. Universitetet i Helsinki, Finland, ble den heldige vinneren, og ICPS'99 vil bli holdt i Helsinki 14–20. august. Norske fysikere oppfordres til å delta. Mer informasjon om ICPS'99 finnes på: http://www.physics.helsinki.fi/iaps/icps99/.

Sosiale aktiviteter

Internasjonal aften

Hver delegasjon skulle servere mat som var typisk for sitt land samt utføre et underholdningsbidrag der litt av landets kultur ble vist. Den norske delegasjonen disket opp med snitter med røkelaks og eggerøre, kjeks med brunost og melkesjokolade. Etter 5 minutter var to svære fat tømt, så norsk mat falt tydeligvis i smak. Som underholdning fremførte vi hallingdans, til stor begeistring. Dette var en særdeles hyggelig kveld der vi ble kjent med mange mennesker og deres kulturer.

EXPO'98 – The Oceans, a Heritage for the Future

Det var satt av en hel dag for verdensutstillingen i Lisboa. Der avla vi et besøk i den norske paviljongen som var veldig populær. Vi besøkte også akvariet, hvor fem farvann var representert. Over 100 land deltok på EXPO'98, og over 8 millioner besøkende er forventet.

Fotball VM

Det ble avholdt en VM-turnering i fotball mellom de ulike landene. Lagene besto av 50 % jenter og 50 % gutter. På grunn av tidsmangel ble det aldri noen finale, men artig var det uansett.

Middag i Figueira da Foz

Siste konferansekveld var det middag i havnebyen Figueira da Foz. Der ble vi servert grillede sardiner, salat og sangria (en typisk drikk fra Portugal). Det var også anledning til å ta et forfriskende bad på den nydelige sandstranden.

Diverse besøk

Avdeling for fysikk, Fysikk-museet, Joanina-biblioteket, Astronomisk observatorium, Pedro Nunes instituttet og Det Portugisiske Institutt for onkologi i Coimbra, ble også besøkt.

Vi takker for at NFS sendte oss til ICPS'98, og stiller oss gjerne til disposisjon for ytterligere opplysninger om konferansen.

Eva Bjørklund og Christian Brekken

∞

Det 33. Nordiske Plasma- og Gassutladningssymposium

Det årlige plasma- og gassutladningssymposiet ble holdt på Geilo Hotell i tiden 25–28. januar, 1998. Symposiet samlet 24 deltagere fra Norge, Sverige og Danmark, noen færre enn tidligere år. Særlig svenskene sviktet symposiet dette året. Møtet ble som vanlig arrangert i regi av Norsk Fysisk Selskap, Gruppen for Plasma- og Gassutladningsfysikk. Den praktiske delen av arrangementet tok Plasma- og romforskningsgruppen ved Universitetet i Oslo, seg av.

Som hovedforelesere hadde vi invitert dr. Gøran Marklund fra KTH, Stockholm, dr. Fritz Primdahl og dr. J. L. Jørgensen fra Det Tekniske Universitet, Lyngby, Danmark. Det ble i alt holdt 21 foredrag, de fleste innenfor romforskning, men også en del fra den rene plasmafysikk.

Symposiet ble støttet økonomisk av Norges forsknigsråd med 15 000 kr, Fysisk institutt, UiO, med 10 000 og Norsk Fysisk Selskap med 8000 kr. Tilbakemeldinger tyder på at møtet var vellykket.

Asbjørn Kildal

∞

Hva skjer

Nøytronspektroskopi på IFE

I fjor sommer ble pulverdiffraktometret PUS ved nøytronkilden JEEP II på Kjeller, innviet. I den sammenheng ble det planlagt å "spre det glade budskap" til mulige brukere ved å holde et kurs innen nøytronspredning for hovedfags- og doktorgradsstudenter i kjemi og fysikk.

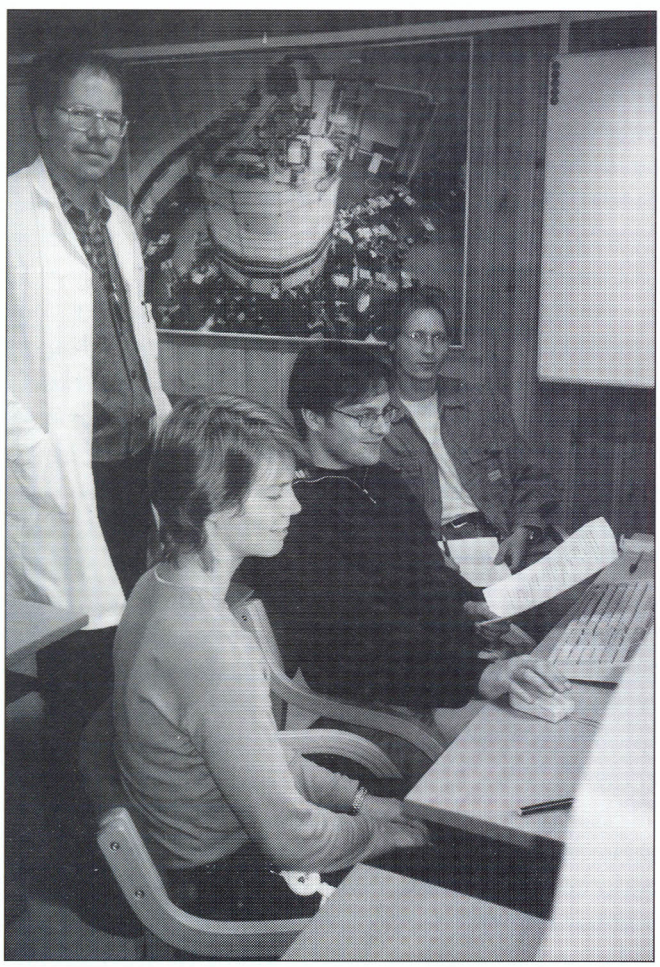
Kurset gikk over 5 dager, og hadde 23 deltakere. De to første dagene ble avsatt til innføringsforelesninger. De tre siste startet med forelesninger og fortsatte med eksperimenter. Første dagen ble nøytroners egenskaper, produksjon og spredning fra krystallinske materialer og væsker, gjennomgått. Nøytronspredningens likhet med, og forskjell fra, røntgenspredning ble forklart, og magnetisk spredning ble omtalt. Den andre dagen ble pulverdiffraksjon og småvinkelspredning gjennomgått. Dessuten

var det seminarer om aerogeler, metallhydrider og aluminiumslegeringer studert med nøytroner. Tredje dagen sto nøytronspredning på programmet før en begynte øvelsene ved JEEP II.

Eksperimenter

Ved småvinkelinstrumentet SANS kan en studere miceller og mikroemulsjoner. (Miceller er små "øyer" av såpeliknende molekyler i f.eks. vann, mens mikroemulsjoner gjerne består av små oljedråper omgitt av en kappe av såpemolekyler i vann). Et stoff som danner miceller i vann sammen med propanol, ble undersøkt. Ved å tilpasse en matematisk–fysisk modell av micellenes spredningsegenskaper til målingene, kan en si noe om form og størrelse av micellene. Spektra av et fraktalt stoff som sement, ble også undersøkt.

Ved treaksespektrometret TAND viste en hvordan en kunne måle fononers dispersjonsforhold i en énkrystall av kopper. (Fononer er kvanter av termiske atombevegelser i krystaller som har karakter av lyd.) I en monokromatisk nøytronstråle ble transmisjonen av nøytroner gjennom plater av forskjellige stoffer undersøkt, og et nytt polaroid-nøytronkamera ble demonstrert.



Geir Helgesen underviser interesserte kursdeltakere. Nøytronkilden JEEP II på bildet bak.

Ved flygetidsspektrometret TOF gikk en inn i et løpende eksperiment på et molekylærkrystallinsk stoff som inneholder kationer av CH_3-NH_3-typen. Ved lave temperaturer er disse molekylene "frosset" fast, men vil begynne å rotere rundt "stilken" mellom gruppene ved tilstrekkelig høy temperatur. De kan vekselvirke med de innkommende nøytronene. Den spredde nøytronskya rundt prøva inneholder derfor informasjon om tidsforløpet av hydrogenatomenes runddans.

Ved PUS var en prøve av MnS montert i en kjøleenhet. Ved en temperatur på ca. 165 K er de atomære magnetiske momentene på Mn-atomene i uorden og en får bare koherent kjernespredning fra stoffet. Under 150 K ordner de magnetiske momentene seg i et mønster, og en observerer også koherente magnetiske refleksjoner som gir informasjon om mønstret.

Den andre oppgaven med PUS gikk ut på å bestemme posisjonen av hydrogen i et metallhydrid. Målingene var utført på TiH_x og TiD_x, og studentenes oppgave var å bruke måledata i et program til å modellere og plassere hydrogen/deuterium-atomene i hydridet.

IFE 50 år

Nøytronspredning tas nå i bruk som verktøy innen flere områder slik som biologi, medisin, farmasi og geologi, og vi planlegger flere liknende kurs ved IFE i åra som kommer. Dessuten vil det i nærmeste framtid bli holdt et kurs i pulverdiffraksjon med hovedvekt på bruk av PUS, som kan måle seg med de beste pulverdiffraktometre i verden. Kurset er en del av jubileumsarrangementene i samband med IFEs 50-årsfeiring under mottoet: "Forsking i 50 år". Dessuten vil det i høst bli arrangert "Åpen dag" på IFEs avdelinger, både på Kjeller og i Halden. Halden er først ute, den 10. oktober, og Kjeller har åpen dag 17. oktober; begge steder fra kl 10 til 15. *Vel møtt!*

Olav Steinsvoll

∞

Onsagermedaljen til Lieb

Elliott H. Lieb, professor i fysikk og matematikk ved Princeton-universitetet, var årets Lars Onsager-foreleser ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet. Forelesningen ble holdt 7. september.

Lieb er en glimrende matematisk fysiker, som ved hard matematisk analyse har kastet lys over mange fysiske problemer. I statistisk fysikk er han bl.a. kjent for i beste Onsager-stil å ha løst eksakt flere vanskelige mangepartikkel-problemer, og for beregning av nullpunktsentropien av en modell for is. Han har også vist hvorledes Thomas-Fermi-modeller, med og uten magnetfelt, gir eksakte resultater for tunge atomer, og for ulike regimer av magnetfelt. Ikke minst er han kjent for rigorøse bevis for når "stoff", en samling av vekselvirkende kjerner og elektroner, er stabilt. Stabilitet betyr bl.a. at stoffets indre energi er en ekstensiv størrelse (Se *The stability of matter: From Atoms to Stars (Selecta E. H. Lieb)* (Springer, 1997)).

Lieb har mottatt andre æresbevisninger, som Heineman-prisen fra American Physical Society og Boltzmann-medaljen 1998 fra IUPAPs kommisjon for statistisk fysikk. Han er for tiden president for The International Association of Mathematical Physics.

Onsager-forelesningen, med påfølgende overrekkelse av en sølvmedalje med Onsagers kontrafei til foreleseren, er en årlig tradisjon. Tidligere Onsager-forelesere er Michael Fisher, Ben Widom, Walter Ebeling, Russell Donnelly og Pierre-Gilles de Gennes.

Per Chr. Hemmer

∞

Bokomtale

W. Manheimer, L. E. Sugiyama, T. H. Stix (Eds.): Plasma Science and the Environment. American Institute of Physics, New York, 1997 (328 sider)

Bogen er opdelt i en introduktion og 3 dele indeholdende ialt 12 kapitler, der omhandler forskellige aspekter ved anvendelsen av plasmafysikk i blandt andet industrielle sammenhænge. Flere af kapitlerne er skrevet av ledende eksperter indenfor deres speciale. De tre dele omhandler: 1) Globale miljøforhold, 2) Energi, og 3) Behandling av affald, med hovedvægten lagt på praktiske anvendelser af de seneste års forskningsresultater indenfor plasmafysikk.

Bogens tyngde ligger i første del, med 6 specialkapitler. Indholdet af disse er meget spredt og spænder fra forslag til fjernelse af CFC-gasser fra ionosfæren ved hjælp av lasere, til en diskussion av konvektionstårne for elektrisk kraftproduktion. Af særlig interesse for en Norsk forskningsaktivitet er et specialkapittel om modifikation af Jordens lavere ionosfære ved intense elektromagnetiske bølger i radiofrekvensområdet. En del av forslagene og diskussionerne kan virke noget spekulative og vidtløftige, men indeholder på den anden side et element af realisme, der er tilstrækkelig til at fastholde interessen hos en engageret læser.

Anden del indeholder 2 specialkapitler om produktudvikling og energiøkonomisering. Kapitlerne dækker meget forskellige anvendelsesområder, som f.eks. effektivisering av elektriske pærer ved passende valg af gas i fluorescerende lamper, og en diskussion af energitab (varmetab) gennem vinduer.

Tredie del indeholder 4 specialkapitler, der beskriver processering og deponering av affald. Dette er særdeles aktive forskningsområder i f.eks. USA og Japan, hvor plasmakemi (kemiske prosesser for materialer helt eller delvis i plasmatilstanden) er et forskningsfelt i ekspansion. I Europa, og Norge spesielt, er aktiviteten på dette område yderst begrenset. Disse 4 kapitler giver en introduktion til et interessant og vigtigt fagområde. Også her er emnerne for de forskellige kapitler meget springende og omhandler f.eks. overfladebehandling ved elektronbombardement, neutralisering af giftige kemikalier ved gasudladninger og endelig anlæg til processering af radioaktivt affald fra f.eks. kernekraftværker. Det kan være interessant at bemærke at en del af emner-

ne fra disse kapitler også var diskuteret ved den 9-ende Birkelandforelæsning i 1995, hvorfra en udmærket opsummering er tilgængelig fra Det Norske Videnskabs-Akademi.

Bogen fremstår stærkt usammenhængende, med en stor spredning både i kvalitet og vanskelighedsgrad i de forskellige kapitler. Det virker derfor usandsynligt at nogen kan have glæde af at anskaffe bogen privat. På den annen side er den en opplagt anskaffelse for et bibliotek, idet den kan være et udmærket oppslags og reference værk. De fleste kapitler har en relativt detaljeret referenceliste, som kan være værdifuld for læsere med speciell intresse i et selvstudie af de omhandlede problemer. Boken har et brugbart index.

Hans Pécseli

∞

Nye Doktorer

Heidi A. Espedal

Cand.scient. Heidi A. Espedal disputerte 1. juli 1998 for dr.scient.-graden ved Universitetet i Bergen med avhandlingen: *Detection of oil spill and natural film in the marine environment by spaceborne Synthetic Aperture Radar.*

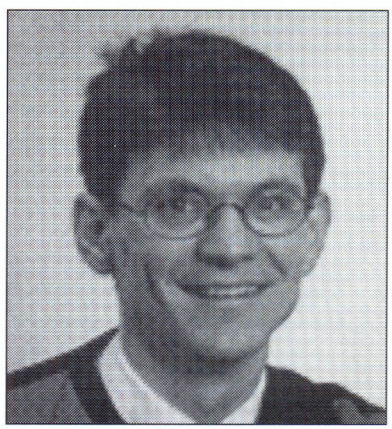
Hovedmålsettingen med avhandlingen var å utvikle metoder for å bruke satelittbasert Syntetisk Aperture Radar (SAR) til deteksjon av oljesøl og naturlig film på havet. Fordelen med å bruke SAR i miljøovervåkning er at den kan avbilde jordoverflaten med detaljert romlig oppløsning uavhengig av skydekket. Ulempen er bl.a. at oljesøl og naturlig film gir like signaturer i radarbildene. Espedals arbeid har bestått i å analysere radardata fra de europeiske satelittene ERS-1 og ERS-2. To felteksperiment hvor det ble tatt prøver av naturlig film samtidig med radardekning fra satelitt, er også gjennomført. Undersøkelsene har ført til resultater som samlet gir en økt forståelse av hvordan en kan skille ulike fenomener i satelittbaserte radarbilder.

Et verktøy til hjelp i analyse av satelitt SAR-bilder er under videreutvikling ved Nansen Senteret for Miljø og Fjernmåling. Resultatene fra Espedals avhandling viser at i tillegg til å detektere oljesøl, kan radarsatelitter brukes til å estimere mengden av naturlig film på havoverflaten. Dette er viktig for globale klimastudier siden opphopning av naturlig film reduserer havets evne til å ta opp klimagasser, som f.eks. karbondioksyd (CO_2).

Heidi A. Espedal startet sin utdanning ved Universitetet i Bergen i 1987, studerte 1 år i Frankrike, og tok i januar 1993 cand.scient.-graden i atomfysikk ved Fysisk institutt, UiB. Siden har hun arbeidet ved Nansen Senteret for Miljø og Fjernmåling i Bergen.

∞

Bjørn Tore Hjertaker



Sivilingeniør Bjørn Tore Hjertaker disputerte 8. mai 1998, for dr.scient.-graden ved Universitetet i Bergen, med avhandlingen *Multiphase flow imaging by dual mode tomography.*

Produksjon av olje og gass er inne i et trendskifte hvor flere brønner knyttes til en og samme produksjonsenhet der olje, vann og gass separeres og måles. Driftskostnadene blir da redusert slik at det også blir lønnsomt å utvinne felt med lite olje og gass. Dette innebærer teknologiske utfordringer på flere områder, bl.a. måling av flerfasestrømning fra hver enkelt av brønnene.

En flerfasemåler skal ideelt sett samtidig kunne måle strømningsmengdene av olje, vann og gass uavhengig av hvordan disse er blandet. Flerfasetomografi, eller tverrsnittsavbildning av flerfasestrømning, er et nyttig hjelpemiddel i utviklingen av slike flerfasemålere. Data fra en strømningstomograf gir også verdifull innsikt i strømningsdynamikken, som bl.a. er nødvendig for utvikling av strømningsmodeller.

Industriell tomografi har mye til felles med medisinsk røntgentomografi (CT), ved at den indre sammensetningen av et objekt bestemmes fra matematisk rekonstruksjon av data fra utvendige målinger i flere retninger. En sanntids strømningstomograf må hurtig kunne fange opp endringer i strømningen. For å kunne fremskaffe tverrsnittsfordelingen av de nevnte tre strømningskomponentene, kombineres data fra to forskjellige sensorsystemer. Det ene måler gammastråling, og er følsomt for gass/væske-fordelingen i strømningstverrsnittet (røret). Det andre systemet måler elektrisk kapasitans, og er følsomt for vannfordelingen i strømningen. Det presenterte arbeidet viser for første gang resultater fra en flerfase kombinasjonstomograf.

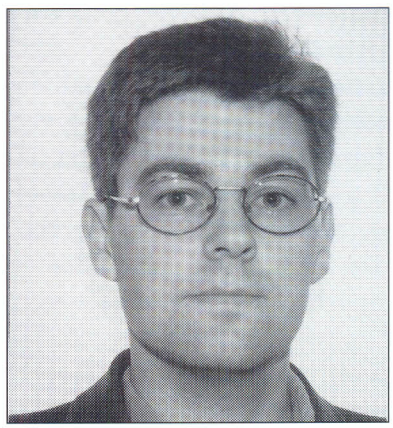
Doktorgradsarbeidet er utført ved Fysisk institutt, UiB, i samarbeid med Chr. Michelsen Research AS. Førsteamanuensis Geir Anton Johansen har vært faglig veileder, og arbeidet har vært finansiert av Norges forskningsråd og Norsk Hydro ASA.

Bjørn Tore Hjertaker ble i 1989 utdannet siv.ing. ved College of Electrical and Computer Engineering, University of California at Santa Barbara, USA. Etter to år som avd.ing. ved Fysisk institutt, UiB, ble han i 1991 tatt opp som doktorstudent samme sted. Siden 1995 har Hjertaker vært ansatt som forsker ved ABB Corporate Research Norway.

∞

HUSK Å MELDE ADRESSEFORANDRING

Bård Krane



Cand.scient. Bård Krane forsvarte 16. januar 1998 sin avhandling *Electrostatic Fluctuations in Low-β Plasmas*, for dr.scient.-graden ved Universitetet i Oslo.

Avhandlingen bygger på numeriske simuleringer av to- og kvasi tre-dimensjonale væskemodeller. Et felles trekk ved disse er selvorganisering og forekomsten av robuste virvler med lang levetid. Fra tilnærminger via enkle hamiltonske systemer er det påvist selvsimilære løsninger hvor virvlene kollapser til et punkt innen en endelig tid. Simuleringer av det fulle sett av væskeligninger indikerer en sammensmelting av virvlene, men de har en endelig størrelse når kollapsen stopper opp.

Det er i avhandlingen også undersøkt hvordan et påtrykt elektrisk felt kan modifisere og eventuellt fjerne, koherente virvler av en gitt polaritet. Dette er av spesiell interesse i f.eks. tokamak-plasma hvor det eksperimentelt er påvist at påtrykte elektriske felter reduserer den radielle transporten av partikler. Normalt er turbulent transport i tokamaker kjennetegnet av lange perioder med liten radiell transport avbrutt av korte perioder med stor transport, noe som kan korreleres med tilstedeværelsen av koherente strukturer og virvler.

Bård Krane ble utdannet cand.scient. ved Universitetet i Tromsø i 1994. Doktorgradsarbeidet er utført ved Fysisk institutt i Oslo med professor Hans Pécseli og professor Jan Trulsen som veiledere. Under studiet har Krane hatt forskningsopphold ved University of Iowa i USA. Han er nå ansatt som førsteamanuensis ved Universitetet i Oslo.

∞

Anjali B. Riise

Cand.scient. Anjali B. Riise forsvarte 9. juni sin avhandling *Levitation force and magnetization in bulk and thin film high T_c Superconductors* for dr.scient.-graden ved Fysisk institutt, Universitetet i Oslo.

Det er lett å få en permanent magnet til å sveve i luften over en høytemperatur superleder. Dette kan gjøres ved å legge et stykke superledende materiale i en beholder med flytende nitrogen. En magnet som slippes ned på superlederen vil da sveve stabilt over denne. Ved siden av å være et av vitenskapshistoriens mest demonstrerte eksperimenter, har superlederlevitasjon vekket stor interesse for mulige anvendelser av dette fenomenet. En av disse er bruk av superlederlevitasjon ved konstruksjon av lagringer i roterende maskineri. De viktigste fordelene ved slike konstruksjoner er at maskindelene ikke berører hverandre. Dermed får man et lavere energitap, og kan oppnå betydelig høyere hastigheter enn med konvensjonelle lagringer. For optimal utnyttelse av dette fenomenet er det en utfordring for fysikere å kunne avsløre alle egenskaper ved levitasjonskraften eksperimentelt, og å utvikle et teoretisk fundament for en detaljert forståelse av vekselvirkningen mellom magneter og superledere. I avhandlingen er noen studier av de ulike aspekter ved levitasjonskraften beskrevet. Eksperimenter er blitt utført med høy presisjon for å måle den løftende kraft, og tynne prøver av superledende materialer er undersøkt. Tilhørende teoretiske beregninger for disse størrelsene er gjort ved introduksjon av nye modeller. Det ble funnet et meget godt samsvar mellom modellberegningene og eksperimentelle resultater. Arbeidet som er gjort i denne avhandlingen, spesielt med tynne superledende filmer, kan bidra til nye anvendelser av magnetisk levitajson i mikromaskiner.

∞

Nytt fra NFS

FYSIKERMØTET 1998

Årets fysikermøte ble holdt i Oslo 10. til 12. juni, og streiken ved UiO rammet møtet med full tyngde. Lederen for møtet, Steinar Stapnes, var i streik, og det samme var en rekke av hans medhjelpere. Arrangementskomiteen måtte derfor ha møter ute på plassen foran Fysikkbygningen fordi Steinar og noen flere ikke hadde adgang til bygningen. For ikke å provosere unødig, ble Fysikermøtet flyttet fra Blindern og opp til Norges idrettshøgskole på Sogn.

Det ble en hektisk "mail-virksomhet" for å gi alle påmeldte deltagere beskjed. Vi hadde svært mange påmeldte denne gang, og vi hadde videre invitert representanter fra Nordita, EPS og alle de nordiske og baltiske landenes fysiske selskaper til å være med – og alle kom til tross for streiken og vansker med fly.

Alle som kom til Fysikermøtet første dagen, ble vel en smule forbauset da de fant streikevakter ved inngangen som skulle hindre streikende fysikere i å delta. Streikevakt var blant andre, arrangementskomiteens formann Steinar Stapnes. Han skulle altså hindre sine kolleger i å delta på det møtet som han hadde strevet i et helt år med å få i stand, og som vi hadde store forventninger til. Vi lurte på om dette ville gå bra, men det gjorde det.

Til alle dere som ikke fikk anledning til å være med på Fysikermøtet i år, kan vi fortelle at vi hadde glimrende plenumsforedrag av Bengt Gustavsson (Uppsala), Jon Magne Leinaas (Oslo), Bjørn Wiik (DESY, Hamburg) og Jens Feder (Oslo). Desverre hindret streiken Carlo Rubbia fra å komme. Plenumsforedragene hadde fortjent at alle medlemmene hadde fått del i dem.

Vi hadde en meget god avslutningssesjon som hadde tittelen "Fysikkfagets stilling i Norge". Vi hadde to engasjerte innledere: Eivald Røren (Veritas) og Einar Stensnes (parlamentarisk leder i KrF). Både de og den etterfølgende diskusjon burde hatt en større tilhørerskare. Dette er jo et emne som engasjerer oss alle.

Arrangementskomiteen ville denne gang prøve noe nytt (eller kanskje heller vende tilbake til noe gammelt), og arrangerte en lang rekke påmeldte foredrag, 71 i alt, i parallellsesjoner. De aller fleste av disse foredragene var av studenter som presenterte sine hovedoppgaver. Vi hadde på forhånd lovet

at de to beste studentforedragene skulle belønnes med en reise til Portugal for å delta i "XIII International Conference for Physics Students", som fant sted i Coimbra, i Portugal, 9. til 15. august.

Lederne av de faglige gruppene og styremedlemmene, var til stede på alle sesjoner, og det ble valgt ut et par studenter fra hver sesjon som skulle gå til "neste runde". Vi bestemte videre at det skulle taes ut én jente og én gutt. Det endelige uttak, som ble gjort ved loddtrekning, foregikk under middagen i Videnskaps-Akademiet. De lykkelige vinnere ble Eva G. Bjørklund (Fysisk institutt, UiO) og Christian Brekken (NTNU). De har nå vært i Portugal, og de har også skrevet en rapport fra reisen som er trykket i dette nummer.

Selve årsmøtet i NFS var ikke rammet av streiken, og enkelte av de streikende fant veien til møtet og til middagen i Videnskaps-Akademiet. Det viktigste som skjedde på årsmøtet var at Steinar Stapnes ble valgt til ny president i NFS. Han begynner sin virksomhet 1. januar 1999.

I forbindelse med årets fysikermøte hadde vi møte i "Nordic-Baltic contact group". Møtet var vellykket, men det oppsto store problemer med å få deltakerne hjem igjen. De 3 fra de baltiske statene og Finlands representant, måtte til slutt sendes med leiebil til Arlanda.

Streiken ved Universitetet førte, som nevnt, til en masse ekstra arbeid for arrangementskomiteen og møtet ble også mer kostbart for NFS enn vanlig. Når det er sagt, kan vi slå fast at Fysikermøtet 1998 ble vellykket takket være alle de ildsjeler som hjalp til. Norsk Fysisk Selskap vil få takke alle de som var med og dro lasset og som løste alle problemer som etter hvert tårnet seg opp. I første rekke takker vi *Heidi Bruvoll, Tove Svendby* og *Steinar Stapnes*. Neste år skal vi samles i Bergen.

Thormod Henriksen

∞

ÅRSMØTET 1998

Årsmøtet i Norsk Fysisk Selskap ble holdt på Norges idrettshøgskole i Oslo, 11. juni 1998. Møtet ble ledet av presidenten. Ca. 40 medlemmer var til stede.

Sakliste:

1. Godkjenning av innkalling og sakliste
2. Årsmelding
3. Regnskap og budsjett for NFS og FFV
4. Valg
   a) president
   b) styremedlem
   c) 1 varamedlem
   d) revisor med vararepresentant
   e) 4 medlemmer av Norsk Fysikkråd
5. Norsk Fysikkråd
6. Fysikermøtet 1999
7. Eventuelt

Pkt. 1
Innkalling og sakliste ble godkjent uten kommentarer.

Pkt. 2
Thormod Henriksen orienterte om Årsmeldingen 1997–1998 (den er å finne på internett: http://www.fys.uio.no/~tovesv/aarsmeld/aarsmelding98.htm).

Det ble redegjort for NFSs viktigste prosjekter og arbeidsoppgaver i året som gikk. Det ble bemerket at Leni Grant trekker seg fra NFSs styre, og at det måtte velges en ny representant i hennes sted.

Årsrapporten for 1997–1998 ble godkjent uten innvendinger fra salen.

Pkt. 3
Thormod Henriksen presenterte regnskap og budsjett for både Norsk Fysisk Selskap og Fra Fysikkens Verden. NFSs inntekter i 1997 var på ca. 363 000 kr, mens utgiftene beløp seg til ca. 350 000 kr. På inntektssiden ga medlemskontingenten det viktigste bidraget.

Fra Fysikkens Verden hadde et lite overskudd i 1997. Øivin Holter bemerket at den økonomiske situasjonen kan bli vanskeligere etter 1999, ettersom Norges forskningsråd har gitt signaler om å inndra støtten til tidsskriftet.

Pkt. 4

Norsk Fysisk Selskap:

Valgkomiteen har bestått av Tore Amundsen, Ove Havnes og Johannes M. Hansteen. Tore Amundsen presenterte valgkomiteens innstilling til nye medlemmer i NFSs styre og revisjon:

President:	Steinar Stapnes, UiO
Styremedlem:	Olav Gaute Hellesø, UiT
Varamedlem:	Richard Armstrong, UiT
Revisor:	Bjørn Berre
Vararevisor:	Geir Helgesen

Valgkomiteens innstilling fikk enstemmig tilslutning.

Norsk Fysikkråd:

NFS oppnevner fire medlemmer til Norsk Fysikkråd: én fra regionale høgskoler, én fra videregående skoler, én fra universitetsmiljøet og én fra de øvrige forskningsinstitusjoner. Styrets forslag var:

Regionale høgsk.:	Annik M. Fet
	Hans Grelland (varamedl.)
Universiteter:	Jan Petter Hansen
	Steinar Stapnes (varamedl.)
Videregående sk.:	Anders Isnes
	Karl T. Hetland (varamedl.)
Forskningsinst.:	Bjørn Hauback
	Heidi Espedal (varamedl.)

Det ble bemerket at Anders Isnes ikke jobber i den videregående skole, men som nyvalgt leder av Norsk Fysikklærerforening ble han likevel foreslått som representant fra skolesektoren. Valgkomiteens forslag ble enstemmig vedtatt.

Pkt. 5

På grunn av streiken i AF var Torgeir Engeland fraværende. Orienteringen om Norsk Fysikkråd (NF^YR) ble derfor utelatt.

Pkt. 6

Neste års fysikermøte vil bli holdt i Bergen. Jan Petter Hansen ønsket alle fysikkinteresserte velkommen til neste års arrangement.

Pkt. 7

Aktivitet i faggruppene:

Det ble etterlyst større aktivitet i NFSs faglige grupper. Det ble ytret ønske om at styret "pusher på" gruppelederne og pålegger regelmessig møtevirksomhet.

Priser:

Fysikkpriser er en inspirasjonskilde for mange som jobber innen fysikkfaget, og det ble foreslått å innføre flere priser i regi av NFS. De kan omfatte faglig arbeide eller belønning for god journalistikk. I dag deler NFS ut to priser: Undervisningsprisen og Simrad Optronics fysikkpris. IBMs fysikkpris ble delt ut for siste gang i 1996, og det har foreløpig ikke kommet noen erstatning for denne.

Tidspunkt for Fysikermøtet:

Fra salen ble det bemerket at tidspunktet for årets Fysikermøte har vært noe uheldig for lærere i den videregående skole grunnet undervisning og eksamensarbeid. Det ble foreslått å legge møtene til et senere tidspunkt, men samtidig unngå St. Hansaften.

Tove Svendby

∞

Nye medlemmer tatt opp 10. juni 1998:

Arne Rødvik
Grimstadgt. 23 G, 0464 Oslo

Stein Westad Ødegård
Fysisk institutt, UiO, Pb. 1048 Blindern, 0316 Oslo

Inger Lise A. Delphin
Kunnskapsforlaget, Pb. 6736, 0130 Oslo

Otto Svorstøl
Cappelen undervisning, vgs. Pb. 350, 0101 Oslo

Kragerø v.g. skole, v/ Arne-Fred Solbekk
3770 Kragerø

Sigurd Njerve
Idrettsvn. 34, 5032 Minde

Jørgen Nyhus
Inst. f. fysikk, NTNU, Sem Sælandsv. 9, 7034 Trondheim

Kristin Fanebust
Breistølen 34, 5035 Bergen-Sandviken

Thomas Gjesteland
Liljevegen 29, 4060 Kleppe

Eyvind Aker
Fysisk institutt, UiO, Pb. 1048 Blindern, 0316 Oslo

∞

C-BLAD

Returadresse:
Fra Fysikkens Verden,
Fysisk institutt, Universitetet i Oslo,
Boks 1048 Blindern, 0316 Oslo

DE 10 SPRÅKVETT-REGLENE

1 Det er ingen skam å sette punktum
En leservennlig periode har sjelden mer enn 22 – 25 ord.

2 Har du flere ting på hjertet, så si én ting om gangen
Prøv ikke å si to ting samtidig. Server momentene porsjonsvis, og avslutt gjerne setningen før du begynner på en ny.

3 Vær høflig mot leseren
Tenk på leseren når du skriver, og velg ord som du vet han forstår. Må du bruke et vanskelig ord, skal du huske på at det ikke er forbudt å forklare det.

4 Bli ikke smittet av substantivsjuken
Skriv ikke: Kari foretar innhøsting av epler – når du like gjerne kan skrive: Kari høster (inn) epler.

5 Vær gjerne høyrevridd når du skriver
Sørg for at (hoved)verbet kommer langt ut til venstre i setningen, og spre resten av setningsinnholdet ut til høyre.

6 Du skal ikke pynte deg med ord
Motstå fristelsen til å bruke sjeldne fremmedord, moteord eller vitenskapelig klingende «påfugl-ord».

7 Vær ikke redd for den konkrete uttrykksmåten
Mener du en spade, så skriv en spade – ikke arbeidsredskap.

8 Sløs ikke med ord og bokstaver
En kort uttrykksmåte er i regelen bedre enn en lang. Skriv ikke: Idrettslaget er en trivselsfremmende faktor i relasjon til lokalmiljøet – når du like gjerne kan skrive: Idrettslaget skaper trivsel i bygda.

9 Vær ikke redd for det personlige tonefallet
Personord som du, De, dere, jeg, vi er tillatt i skrift også.

10 Bruk ørekontrollen
Venn deg til å lese høyt for deg selv det du har skrevet. Det kan hjelpe deg til å sile bort de mest papirknitrende uttrykkene.

Vis språkvett!

GRAFISK PRODUKSJON OG TRYKK: OSLO SATS, REPRO & MONTASJE A/S

Norsk Fysisk Selskap

STYRE

President:
Professor Thormod Henriksen,
Fysisk inst., Univ. Oslo.
E-post: thormod @fys.uio.no

Visepresident:
Professor Kristian Fossheim,
Inst. for teknisk fysikk, NTNU, Trondheim.

Styremedlemmer:
Stipendiat Leni Grant,
Nordlysobs., Univ. Tromsø.
Førsteaman. Jan Petter Hansen,
Fysisk inst., Univ. Bergen.
Førsteamanuensis Anders Isnes,
ILS, Univ. Oslo.

Selskapets sekretær:
Stipendiat Tove Svendby,
Fysisk institutt, Universitetet i Oslo,
Boks 1048 Blindern, 0316 Oslo.
Tlf.: 22 85 56 41, Fax.: 22 85 56 71
E-mail: tove.svendby@fys.uio.no
Postgiro: 0802 5883889
Bankgiro: 5102.05.42806

Fra Fysikkens Verden

Redaktører:
Professor Øivin Holter,
Professor Finn Ingebretsen,
Fysisk inst., Univ. Oslo.

Redaksjonssekretær:
Overingeniør Karl Måseide,
Fysisk inst., Univ. Oslo.

Redaksjonskomité:
Professor Noralv Bjørnå,
Inst. f. mat. realfag, Univ. Tromsø.
Professor Anne Grete Frodesen,
Fysisk inst., Univ. Bergen.
Lektor Ingerid Hiis Helstrup,
Langhaugen skole, Bergen.
Professor Per Chr. Hemmer,
Inst. f. fys., NTHU (NTH), Trondheim.
Professor Egil Leer,
Inst. f. teor. astrofys., Univ. Oslo.

Ekspedisjonens adresse:
Fra Fysikkens Verden,
Fysisk institutt, Universitetet i Oslo,
Boks 1048 Blindern, 0316 Oslo.
Tlf.: 22 85 64 28
Fax.: 22 85 56 71 / 22 85 64 22
E-post:
oivin.holter@fys.uio.no
finn.ingebretsen@fys.uio.no
karl.maseide@fys.uio.no
Postgiro: 0807 5104724
Bankgiro: 6094.05.40227

Fra Fysikkens Verden kommer ut 4 g. årlig.
Abonnement kan tegnes fra ekspedisjonen.
Årsabonnement 120 kr. (Studenter 60 kr.)
Løssalg 40 kr. pr. nummer.