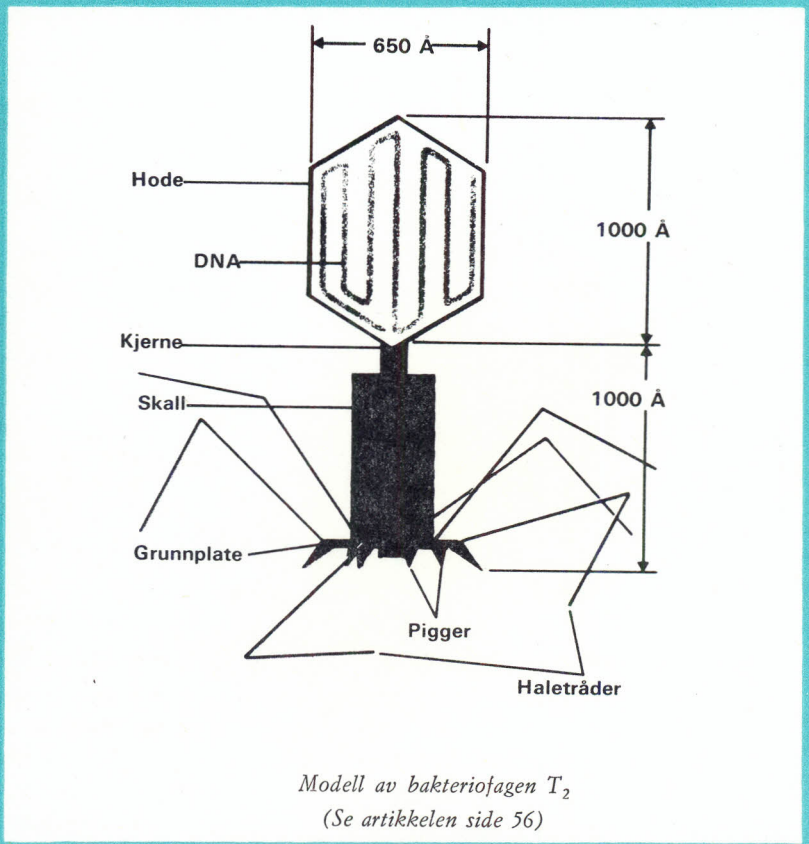
Fra Fysikkens Verden

UTGITT AV NORSK FYSISK SELSKAP

INNHOLD

Årsmelding for NFS	47
Fysikermøtet i Tr.heim	48
Kvantiseres masse?	49
Ultrahurtige prosesser, II	52
Hva er biofysikk 1973? — II	56
Energikrise i USA	64
Årsmøte i NFS, referat	67
Nye medlemmer	70
Bøker	51, 54, 66

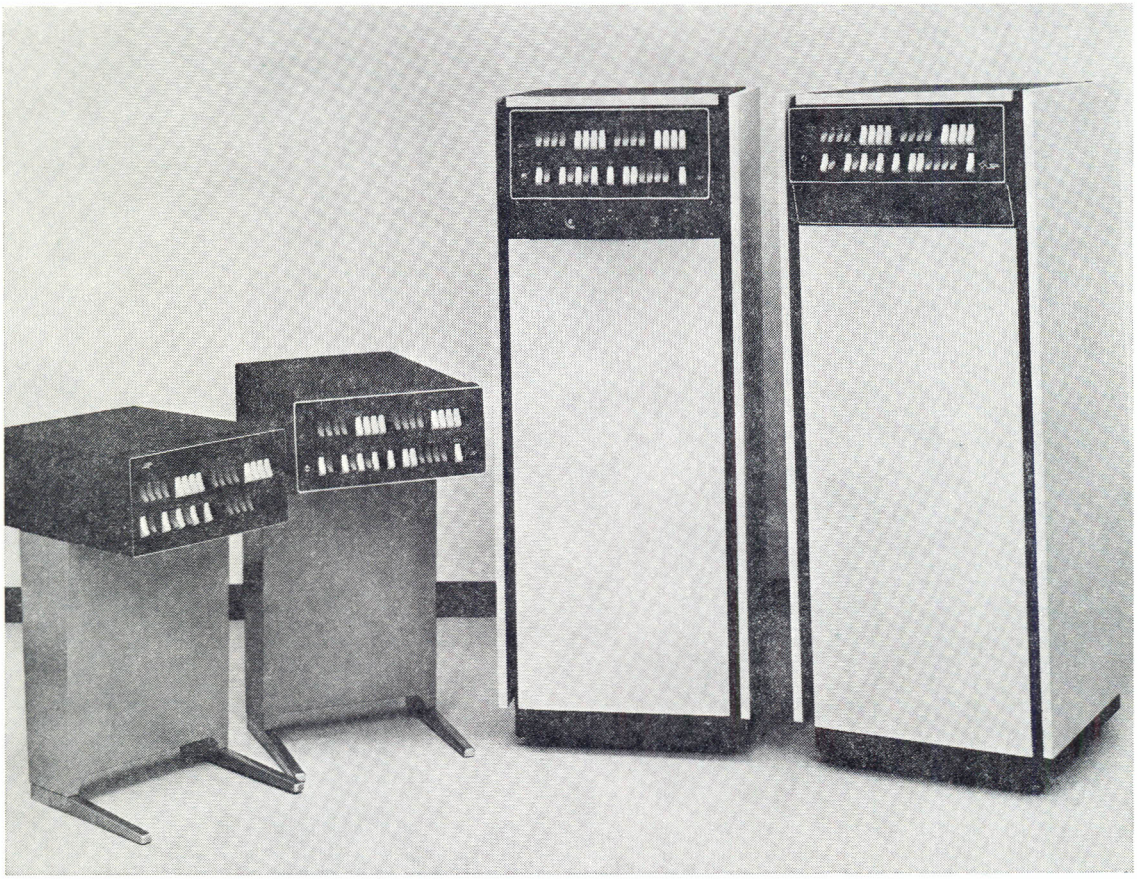


Modell av bakteriofagen T_2
(Se artikkelen side 56)

Nr. 3 - 1973
35. årgang

MODCOMP DATAMASKINER

— maksimal fleksibilitet
— multiprogrammering
— samløp av flere prosessorer mulig
— sann tid systemer



— største programvare bl. a.:
Fortran IV kompilator
Basic »
Kryssassembler IBM 360/370
» » CDC 6600
Assembler 175 statements
Makro assembler
Matematikkbibliotek
m. m.

— også tiddeling
— meget rimelige systemer
— hurtigste programeksekvering på markedet blant 16 bits maskiner
— alle vanlige adresseringsmetoder (7 stk.)
— førsteklasses service
— kurs i Florida (nær Disneyland og Cape Kennedy) — reise og kursavgift på kjøpet for større systemer

Rødland & Rellsmo A.S.
FORSKNINGSINSTRUMENTER
Gladengvn. 3 A, Oslo 6 — Telefon: (02) 674590

Fra Fysikkens Verden

Utgiver: NORSK FYSISK SELSKAP

Nr. 3 1973

Redaktør: HAAKON OLSEN

35. årgang

Årsmelding for Norsk Fysisk Selskap

Denne meldinga omfatter tida mellom årsmøta i 1972 og 1973. Medlemstalet er pr. 1/6 1973 558 personelege og 7 kollektive medlemmer. Det har vore lagt ned mykje arbeid i å få nye kollektive medlemmer, men utan held.

Styret har hatt denne samansettinga:

Forskningssjef Tormod Riste (formann)
Professor Arnfinn Graue (nestformann)
Dosent Tormod Henriksen
Lektor Gunnar Kvifte
Dosent Ivar Svare

Selskapet sin sekretær er Gerd Jarrett. Det har vore halde tre styremøte.

Norsk Fysisk Selskap står som utgjevar av tidsskriftet «Fra Fysikkens Verden», som kjem fire gonger i året i eit opplag på 1 500. Rektor Haakon Olsen er redaktør.

Rekneskapen for selskapet (tidsskriftet ikkje medrekna) viser for 1972 eit underskot på ca. kr. 10.000,—. Det er fleire grunnar til at underskotet vart så stort. I eit «normalår» vil inntektene med ein årskontingent på kr. 40,— kunne dekke dei faste utgiftene ein har med dagens kostnadsnivå, men gje lite eller inkje overskot til aktivitetane i dei faglege gruppene.

Fysikarmøtet 1972 vart halde ved Universitetet i Tromsø 25.—28. juni med 105 deltakarar. Dei inviterte foredraga var

Professor H. Alfvén: Plasmafysikk i laboratorium og rom

Professor H. Alfvén: Romforskning og solsystemets historie

Avd. sjef H. Skoie: Forskningssamarbeid i Europa

Professor J. Raa: UNESCO-programmet «Man and the Biosphere»

Professor H. Olsen: Miljøvernarbeidet ved Universitetet i Trondheim

Direktør I. Aalstad: Geologisk kartlegging og oljeleting ved hjelp av magnetiske målinger

Stipendiat E. Sundvor: Seismiske metoder og resultater fra Jordskjelvstasjonens undersøkelser på den norske kontinentalsokkelen.

Det vart dessutan halde 49 korte foredrag i parallelle sesjonar.

Årsmøtet vart halde 27. juni, referat er gjeve i Fra Fysikkens Verden *34* (1972) 64. Under festmiddagen om kvelden same dag vart professor Bjørn Trumpy og professor Sverre Westin utnemnde til æresmedlemmer av Norsk Fysisk Selskap. Møtet i Tromsø vil også bli hugsa på grunn av det fine veret og fisketuren med ferje utanfor Kvaløya.

Styret i Norsk Fysisk Selskap fungerer også som Nasjonalkomité for International Union of Pure and Applied Physics (IUPAP). Etter framlegg frå styret er professor Westin også vald inn i Nasjonalkomitéen fra 1973, for å styrke kontakten med Det Norke Videnskapsakademi som er norsk kontaktorgan til International Commission of Scientific Union (ICSU). Etter framlegg frå styret er professor Harald Wergeland vald som visepresident i IUPAP.

Formannen i NFS har representert selskapet i rådsmøte for European Physical Society (EPS) i Wiesbaden oktober 1972 og i Sinaia, Romania, mars 1973. Nestformannen representerte selskapet i rådsmøtet og i generalforsamlinga for EPS i Wiesbaden. Formannen og nestformannen var begge tilstades ved skipinga av «Nordiske Fysikeres Samarbeidsutvalg» den 20. desember 1972. Dette er eit kontaktorgan for dei nordiske fysikkselskapa. Formannen var og med på eit møte i dette utvalet den 6. juni d.å. Utvalet har søkt fondet for Nordisk kulturelt samarbeid om midlar til eit samarbeidsprogram, m.a. til ein felles nordisk representasjon i EPS.

Norsk fysikkråd er oppnemnt av Hovedkomi-

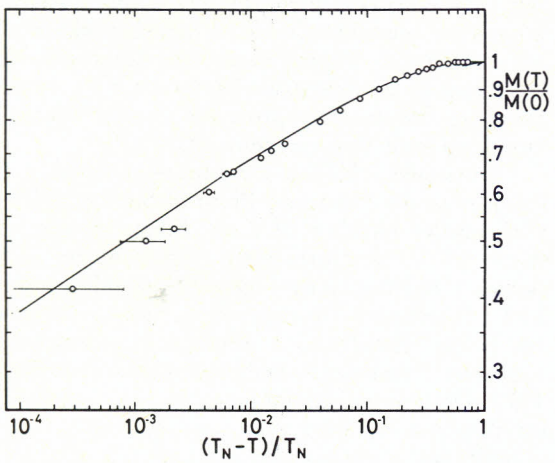
téen for norsk forskning og vart konstituert 27. oktober 1972. Av medlemmene i fysikkrådet er desse foreslått av Norsk Fysisk Selskap: K. Jostein Knutsen, Gunnar Kvifte, Per Nyborg, Jakob Sandstad, Reidar S. Sigmond og Roald Tangen. Varamenn er Tor Jakobsen, Finn Søraas, Anders Haatuft, Hallstein Høgaasen, Jørgen, Løvseth og Tore Amundsen. Styret i NFS har overlate til Fysikkrådet det materialet til ei kartlegging av norsk fysikk som vart samla inn av Det interne fysikkrådet i 1970.

Styret i dei faglege utvala legg fram eigne meldingar til årsmøtet. Styret i NFS har løyvt pengar til faglege møte i Plasmafysikkgruppen, Akustikkgruppen og Kjernefysikkgruppen.

T. R.

Fysikermøtet i Trondheim 1973.

Byen Trondheim viste seg fra sin aller beste side da Fysikermøtet 1973 ble avviklet der i dagene 18.–20 juni. Om formiddagene ga 5 inviterte foredragsholdere oss innblikk i de nyeste framsteg og aktuelle problemer innenfor spesialfelter som kjerneresonans (prof. Bleaney), Josephson effekt (prof. Shapiro), faststoff biofysikk (prof. Ehrenberg), protonets struktur (dr. Ravndal), strålemiljø og risiko (prof. Wachsmann). Professor Casimir, Leyden, tidligere forskningssjef i Philips, holdt et generelt foredrag om «Fysikk i industrien» som var meget interessant. Om ettermiddagene var det korte forskingsrapporter i to parallelle sesjoner, ialt 44 stykker. Rosinen i pølsa blant disse foredragene var nok E. J. Samuelsens gjennomgåelse av sine nøytron spredningseksperimenter på den to-dimensjonale antiferromagneten Rb_2CoF_4.



Log-log framstilling av målinger av undergittermagnetiseringen mot temperaturen for den todimensjonale antiferromagneten Rb_2CoF_4. Kurven viser Onsagers teoretiske kurve for et todimensjonalt Ising-system. T er den magnetiske omvandlingstemperaturen.

Sekretæren i NFS, fru G. Jarrett, med sitt utbytte av Fysikermøtet 1973.

Målinger av undergitter magnetiseringen på dette stoffet bekrefter for første gang nordmannen Lars Onsagers berømte eksakte matematiske behandling av den to-dimensjonale Ising-modell fra 1944. Allerede noen år tilbake fant en to-dimensjonal magnetisk oppførsel i saltet K_2NiF_4, men temperaturvariasjonen av magnetiseringen avviker en del fra Onsagers formel. (Se figuren.) Grunnen til to-dimensjonal ordning er at de magnetiske joner ligger tett sammen i bestemte krystallplan. Disse plan ligger likevel for langt fra hverandre til at det skjer kobling mellom joner i ulike plan, og den magnetiske ordningen i et enkelt plan skjer tilnærmet uavhengig av ordningen i de andre plan i nærheten.

Båtturen til Tautra ble vellykket, selv om guiden ved klosterruinene uteble. Det viste seg likevel at en av deltakerne kunne gi oss en fin oversikt over klosterets omskiftende tilværelse. Mange prøvde også fiskelykken på turen fram og tilbake, og atskillige lyr, sei og småtorsk ble halt ombord og omgående kokt hos stuerten. Etter årsmøtet i Norsk Fysisk Selskap på tirsdag var det festmiddag i Britannia hotell. Onsdag var det diskusjon om moderne fysikkundervis-

forts. s. 70

Kvantiseres masse?

R. Amundsen

Spørsmålet om masse er kvantisert har opptatt fysikere like siden kvanteteoriens tidligste dager, uten at noe tilfredsstillende svar er blitt gitt. I Il Nuovo Cimento Vol. 12B for desember 1972, sidene 239—255, har L. Motz interessante betraktninger over dette temaet. Jeg vil her skissere noe av innholdet av enkelte avsnitt i denne artikkelen.

Det mest vanlige utgangspunkt en tar når en vil finne et systems egentilstander er å forsøke å sette opp en kvanteoperator for systemet, i dette tilfelle en masse-operator for treghetsmassen som har et diskret massespektrum. I ovennevnte arbeid søkes imidlertid eksistensen av en fundamental masse-enhet utledet ved hjelp av argumenter som tidligere har vært anvendt på kvantisering av elektrisk ladning (Dirac[1]). Ved å ta den indre symmetri mellom elektriske og magnetiske felter, uttrykt av Maxwells ligninger, til inntekt for eksistensen av en magnetisk motpart, g, til elektrisk ladning, e, og la partikler både kunne ha en elektrisk og en magnetisk ladning, vil Lorentz-kraften måtte endres som følger. Dersom en partikkel med masse m har en elektrisk ladning e_1, og en magnetisk ladning g_1, og beveger seg med hastighet $\mathbf{V}$ i feltet fra en stasjonær partikkel med elektriske og magnetiske ladninger e_2 og g_2, vil bevegelsesligningen (ifølge Schwinger[2]) bli

$$m\frac{d\mathbf{V}}{dt} = e_1\left(\mathbf{E} + \frac{1}{c}\mathbf{V}\times\mathbf{H}\right) + g_1\left(\mathbf{H} - \frac{1}{c}\mathbf{V}\times\mathbf{E}\right)$$

der $\mathbf{E}$ og $\mathbf{H}$ er de elektriske og magnetiske feltene fra den stasjonære ladningen i posisjonen til ladningen i bevegelse. Dersom $\mathbf{r}$ er posisjonsvektoren til m relativt den stasjonære partikkelen, er da

$$\mathbf{E} = e_2\frac{\mathbf{r}}{r^3}\ , \quad \mathbf{H} = g_2\frac{\mathbf{r}}{r^3}$$

Innsettelse av dette i bevegelsesligningen og vektormultiplikasjon av ligningen med $\mathbf{r}$, gir oss at det totale angulære moment vil bestå av to ledd:

$$\mathbf{J} = \mathbf{r}\times m\mathbf{V} - (e_1g_2 - e_2g_1)\ \frac{1}{c}\cdot\frac{\mathbf{r}}{r}$$

Det første leddet er det vanlige angulære moment loddrett $\mathbf{r}$, mens det andre leddet er r-komponenten av spinnvektoren som skyldes $\mathbf{V}$-leddene i bevegelsesligningen. Hvis en nå kvantiserer det angulære moment langs linjen r mellom de to partiklene fås kvantiseringsbetingelsen

$$\frac{e_1g_2 - e_2g_1}{hc} = \text{et helt tall.}$$

På fullstendig tilsvarende måte oppnår Motz en kvantebetingelse for massen ved å kvantisere en av komponentene av det angulære moment i den generelle relativistiske bevegelsesligningen for to legemer. Dersom $\mathbf{r}$ er vektoravstanden mellom to partikler hver med hvilemasse m, vil bevegelsesligningen av den andre partikkelen sett fra et koordinatsystem lagt til den første partikkelen være (til sjette orden)

$$m\,\ddot{\mathbf{r}} = f(\mathbf{r}, \dot{\mathbf{r}})\,\nabla\frac{1}{r} - 4Gm^2\frac{\dot{\mathbf{r}}}{c}\left(\frac{\dot{\mathbf{r}}}{c}\cdot\nabla\frac{1}{r}\right)$$

hvor f er en skalar funksjon av $\mathbf{r}$ og $\dot{\mathbf{r}}$, og prikk betyr tidsderivasjon. G er den universelle gravitasjonskonstanten. Ved å multiplisere vektorielt med $\mathbf{r}$ på begge sider fås

$$m\mathbf{r}\times\ddot{\mathbf{r}} = -4Gm^2\,\mathbf{r}\times\left(\frac{\dot{\mathbf{r}}}{c^2}\left(\dot{\mathbf{r}}\cdot\nabla\frac{1}{r}\right)\right)$$

Høyresiden kan her omskrives til

$$-4G\,\frac{m^2}{c}\frac{\dot{\mathbf{r}}}{c}\times\frac{d}{dt}\left(\frac{\mathbf{r}}{r}\right)$$

som er et produkt av en størrelse med dimensjon et angulært moment og den tidsderiverte av en enhetsvektor. For å få fram en kvantebetingelse fra denne ligningen, tas forventningsverdien. m antas å være en Dirac partikkel slik at

$$\dot{\mathbf{r}} = c\,\alpha$$

Cand. real. Rolf Amundsen er universitetsstipendiat ved Universitetet i Bergen.

hvor α er Dirac's hastighetsmatrise. Forventningsverdien blir dermed

$$-4G\,\frac{m^2}{c}\,\langle\alpha\rangle \times \frac{d}{dt}\left(\frac{\mathbf{r}}{r}\right)$$

Siden $\langle\alpha\rangle = 1$, har en her tidsendringen av et angulært moment av størelse $4(Gm^2/c)$. Kvantiseringsbetingelsen blir dermed

$$4\,\frac{Gm^2}{c} = n\hbar\,.$$

Som kjent er treghetsmasse m gitt ved bevegelsesligningen $F = ma$, mens gravitasjonsmasse opptrer i Newtons kraftformel $F = Gm_1m_2/r^2$ sammenkoplet med den universelle gravitasjonskonstanten G. Til vanlig defineres gravitasjonsmassen som Gm, men vi ser at om vi definerer gravitasjonsmassen som $G^{1/2}m$, vil vi oppnå å etablere en fullstendig analogi mellom gravitasjonsfelt og elektromagnetisk felt når det gjelder utspring og kopling til materie. Motz refererer til størrelsen $G^{1/2}m$ som en partikkels *gravitasjonsladning*. Den kvantiseringsbetingelsen en kom fram til ovenfor kan nå oppfattes som betingelse for kvantisering av gravitasjonsladning. Laveste kvantetilstand, $n = 1$, gir verdiene

$$G^{1/2}m = \tfrac{1}{2}\,(\hbar c)^{1/2} \sim \frac{1}{2}\,e\,\sqrt{137}$$

$$\text{og } m = \tfrac{1}{2}\,(\hbar c/G)^{1/2} \sim 10^{-5}\ \text{gram}$$

for den fundamentale gravitasjonsladning og den fundamentale treghetsmasse, henholdsvis.

Denne kvantiseringen er implisitt også ved utledning av Dirac — ligningen av annen orden fra Weyls prinsipp om gauge invarians. Ved en slik utledning finner en at den Gaussiske krumningen av området okkupert av en ladet partikkel i elektromagnetisk felt, må identifiseres med en over kvadratet av partikkelens Compton bølgelengde $\hbar/mc$. Da den Gaussiske krumningen for en partikkel er $8\pi\varrho_0\,G/c^2$, med ϱ_0 lik partikkelens egentetthet, finner man en relasjon mellom G, h og m, som er av samme form som den foran angitte kvantiseringsbetingelse, om en antar at m er uniformt fordelt over et volum lik en kule med radius $\hbar/mc$.

Kvantiseringsbetingelsen kan også frambringes ved å ta utgangspunkt i Mach's synspunkt at den målbare treghetsmasse til en partikkel skriver seg fra vekselvirkning mellom denne partikkelen og den totale masse i Universet. Jeg skal ikke ta med detaljer fra denne utledningen men bare angi resultatet:

$$\frac{G\,m^2}{c} = \hbar$$

Denne relasjonen har sin motpart i Einsteins berømte kosmologiske ligning som forbinder G og c til massen M og radius R av Universet:

$$G \approx Rc^2/M$$

Hvis en her antar at Universet bare består av to identiske partikler, hver med masse m og adskildt av avstanden r lik Einstein-diameteren i vårt to-partikkel Univers, fås

$$G \approx \frac{rc^2}{4m}$$

Pålegges her betingelsen at r skal være lik Bohrradien $\hbar^2/Gm^3$ for to partikler som vekselvirker via gravitasjon, blir

$$Gm^2 \approx \frac{\hbar c}{4}$$

som er den opprinnelig angitte kvantiseringsbetingelse.

Når en nå er kommet til det resultat at kvadratet av den fundamentale enhet for gravitasjonsladning (som Motz døper *uniton*) er av orden $\hbar c$, må en også sammenholde dette resultatet med de små gravitasjonsfelter en har fra vanlig materie Ved å anta G konstant overalt i naturen, vil de fundamentale partikler i Universet, the unitons, ha en treghetsmasse lik $(\hbar c/G)^{1/2} \approx 2.10^{+5}$g, dvs. nærmest makroskopisk. Selv de tyngste av de kjente elementærpartiklene har masser mange størrelsesordner mindre enn dette, slik at fristelsen til å forkaste hele teorien synes stor. Uavhengig teoretisk materiale synes imidlertid å kunne støtte opp om en slik stor elementærmasse. Ifølge Wheeler's[3] geometrodynamikk er den karakteristiske lengde i vakuum, Planck-lengden, assosiert med de kvanteelektrodynamiske fluktuasjoner i vakuum, av orden 10^{+33}cm. De elementære energifluktuasjonene forbundet med denne lengden er ekvivalent med en masse av størelse omtrent $2{\cdot}10^{+5}$g. Wheeler snakker imidlertid ikke om reelle partikler men om fluktuasjoner i en lokalisert geometri i vakuum. Overgangen er imidlertid ikke lang.

Eksistensen av unitons kan være til hjelp ved løsning av enkelte problemer assosiert med strukturen av ladete elementærpartikler. Det er idag ikke enkelt å forklare stabiliteten av en

ladet partikkel, og den uendelige elektromagnetiske selvenergi implisert ved kontraksjon av en elektrisk ladning til et punkt. Et elektron, f.eks., kan ikke være stabilt p.g.a. sin positive elektrostatiske energi. Det ville eksplodere hvis det ikke fantes et negativt potensial til å binde det sammen. De nå døpte unitons kan skaffe oss en gravitasjonsbinding som kan gi stabile ladete partikler. Antas gravitasjonsladningen $(\hbar c)^{1/2}$ fordelt over et volum av radius Compton-bølgelengden, vil den potensielle energien bli akkurat $\div mc^2$. Nå er det klart at situasjonen er langt mer komplisert enn at et elektron eller proton skulle være en enkel struktur bestående av en kjerne av elektrisk ladning implantert i en uniform gravitasjonsladning med radius $\hbar/mc$. Det må den nemlig være om man skal kunne gjøre rede for de små observerte treghetsmasser til de kjente partiklene. Den totale mengde gravitasjonsenergi som må frigjøres er av orden $(\hbar c/G)^{1/2}c^2$, når en partikkel med treghetsmasse m skal dannes fra en binding av unitons. Dette vil imidlertid kunne frigis hvis samlingen av unitons som skal bli den endelige partikkel med masse m, krympes ned til Planck-radien. Ifølge Motz's bilde, vil da de elementærpartiklene vi observerer i naturen bestå av svært tett bundne unitons i en dynamisk stabil konfigurasjon, med mesteparten av bindingsenergien supplert ved kontraksjon ned til Planck-radien.

Dersom unitons eksisterer, kan de også benyttes til oppklaring av endel mysterier i moderne astronomi. Frie unitons kunne f.eks. gi den manglende masse i Universet. Det synes nemlig som de fleste større gravitasjonsstrukturer på stjernehimmelen har altfor mye positiv energi til å være stabile. Endel galakser kunne ikke ha vært trukket ihop selv midlertidig, dersom den eneste massen i hopen var den en estimerer fra lysstyrken til hopen. Minst 25 ganger så mye masse som den estimerte ville trenges for gravitasjonell stabilitet.

Det samme problemet dukker opp når en betrakter ekspansjonen av Universet. Observasjonene tyder på at Universet ekspanderer med en tilstrekkelig stor retardasjon til at ekspansjonen vil stoppe og en etterfølgende sammentrekning vil begynne. En betingelse for at dette skal skje er at tettheten i det intergalaktiske medium må være større enn en kritisk verdi som er estimert til $10^{\div 29}$ g/cm^3. Dette ville imidlertid bety at det måtte være omtrent 100 ganger så mye masse i den intergalaktiske gassen som det for nåværende er samlet i alle galaksene. Unitons ville kunne bidra med den savnede massen uten å komme i konflikt med den observerte massefordeling i Universet. Dersom det eksisterte 1 fritt uniton for hvert 10^{17} proton, ville vi hatt nok masse til å binde galaksene sammen i hoper, og å hindre Universet fra å ekspandere i det uendelige.

Endel frie unitons ville også lette forklaringen av den kolossale lysstyrken til kvasarene, og kunne gi en interpretering av energifluksen i form av gravitasjonspulser (Weber[4]) fra galaksens senter. Eksistensen av unitons ville også kunne oppklare avviket (en faktor 10) mellom observert solar neutrino-fluks og teoretiske overslag over fluksstørrelsen basert på aksepterte sol-modeller.

Jeg skal ikke her gi meg ut på noen form for vurderinger av de framlagte teorier, men gå ut fra at dette vil bli gjort av både sympatisører og kritikere i dertil mer egnede fora.

Henvisninger i teksten:

1) *P. A. M. Dirac:* Proc.Roy.Soc. *A133,* 60 (1931); Phys.Rev. *74,* 817 (1948).
2) *J. Schwinger:* Science *165,* 757 (1969).
3) *J. A. Wheeler:* Einsteins's Vision (Berlin, 1968), p. 46.
4) *J. Weber:* Phys. Today *21,* 34 (1968).

Bøker

KOSMOS 1972

Hvert år utgir Svenska Fysikersamfundet en liten bok med en samling av populære artikler om fysikk. Årets bok, KOSMOS 1972, presenterer Nobelpristakerne i fysikk og kjemi 1971, D. Gabor og G. Herzberg med artikler om holografi og molekyl-spektroskopi. Fysika Föreningen ved Universitetet i Lund feiret i 1971 sitt 100 års jubileum og et par artikler behandler foreningens historie og utviklingen av fysikkundervisningen ved universitetet der. En av de første formennene i foreningen var Janne Rydberg som oppdaget og har gitt navnet sitt til den berømte serieformel for atomspektra. Det er det store navn innen fysikken ved Universitetet i Lund. Han hadde likevel store vansker med å bli anerkjent av sine landsmenn og bli ansatt som professor. Flere ganger måtte han gå gjennom harde professorkonkurranser som tok hele hans tid, og da lå virksomheten i foreningen nede viser møteprotokollen fra den tid.

KOSMOS 1972 inneholder også artikler om satellittene til planeten Mars, om isobar symmetri, om faseoverganger i atomkjerner og til slutt i boken er det et par meget lesverdige artikler om fysikere og deres forhold til miljøvern og samfunnsproblemer forøvrig. Den

(Forts. side 66)

Ultrahurtige prosesser

Del II.

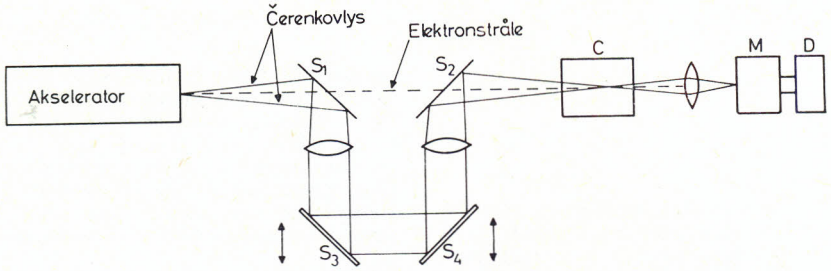
*Johan Moan**

I forrige artikkel så vi litt på hvordan en laser kan gi picosekundpulser, og hvordan slike pulser kan nyttes til studium av hurtige molekylære prosesser. Vi skal her beskrive hvordan pulser fra en lineær elektronakselerator kan nyttes til studium av strålingsprosesser i picosekundområdet. Strålingen fra en slik akselerator kan ha meget høy energi, og virker derfor — i motsetning til laserstrålingen — joniserende. Lineærakseleratoren ved Universitetet i Toronto, som ble nyttet ved utviklingen av den teknikken som her skal beskrives, gir en elektronenergi større enn 30 MeV i pulser på 30 nanosekunder. Disse nanosekundpulsene består igjen av finstrukturpulser med bredde ca. 10 picosekunder. Tidsavstanden mellom hver slik puls er 0,35 nanosekunder og strømstyrken i dem omlag 15 A. En slik akselerator kan altså nyttes til undersøkelse av strålingsprosesser med levetid mellom 10 og 350 picosekunder. Elektroniske deteksjonsmetoder er for langsomme i dette tidsområdet. Til analysen nyttes derfor en lyspuls som er forsinket noen picosekunder i forhold til elektronpudsen. Denne lyspulsen består av Čerenkov-strålingen som er indusert av selve elektronpulsen (figur 1). Čerenkovlys emitteres som kjent når en ladet partikkel går igjennom et medium med større hastighet (v) enn lyshastigheten i mediet ($\frac{c_0}{n}$) altså $v > \frac{c_0}{n}$ (n = brytningsindeks). 30 MeV elektroner har større hastighet enn lys i luft (n>1). Čerenkovlyset emitteres langs en kjegleflate med åpningsvinkel Θ gitt ved $\cos \Theta = \frac{c_0}{vn}$, og har et kontinuerlig spektrum. Ved en speilanordning forsinkes Čerenkovlyset i forhold til elektronpulsen og nyttes til analyse. Ved å variere posisjonen av speilene S_3 og S_4 (figur 1) kan tidsforløpet av den induserte absorpsjon finnes, og ved hjelp av en monokromator kan absorpsjonsspektret bestemmes. Forskyves S_3 og S_4 1 mm bakover, gir det en økning på 2 mm i lysveien for analysepulsen. Det tilsvarer en tidsforskjell på 7 picosekunder. Tidsoppløsningen er begrenset — ikke først og fremst av bredden på elektronpulsen — men av at elektronene og Čerenkovlyset har forskjellig hastighet gjennom prøven. Elektronhastigheten er $v \approx c_0 = 3 \cdot 10^8 m\ s^{-1}$ mens lyshastigheten i vann er $v = \frac{c_0}{n} = 2{,}26 \cdot 10^8 m\ s^{-1}$. I en celle på 1,8 cm kan derfor ikke tidsoppløsningen bli bedre enn 20 picosekunder. For å få tilstrekkelig lysabsorpsjon må cellen være omlag så stor.

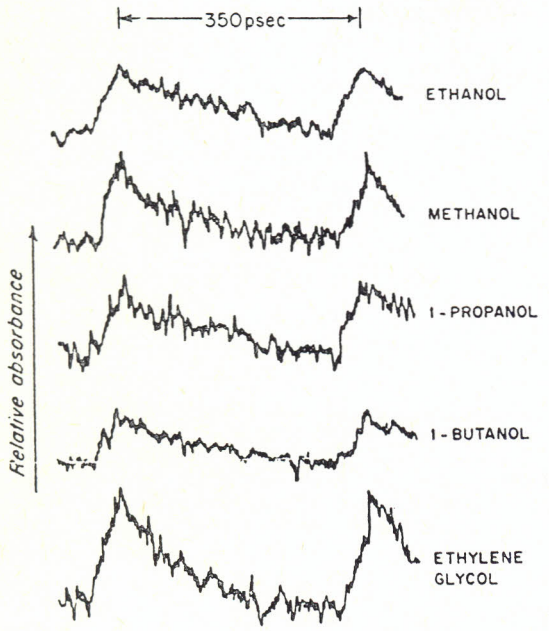
Det er M. J. Bronskill og J. W. Hunt og deres medarbeidere ved Toronto universitetet i Canada som har utviklet denne picosekundpulsradiolyseteknikken. Vi skal se på noen av de anvendelsene de har gjort av teknikken.

Primærproduktene når joniserende stråling vekselvirker med et medium er elektroner, positive joner og eksiterte molekyler. I endel me-

* Stipendiat ved Norges Almenvitenskapelige Forskningsråd.



Figur 1. Skjematisk framstilling av apparaturoppstillingen ved picosekundpulsradiolyse. S_1 og S_2 er to tynne speil som elektronstrålen går gjennom, S_3 og S_4 er to bevegelige speil. Ved å forskyve disse kan lysveien for Čerenkovlyset forandres og lyspulsen sendes gjennom kuvetten C forskjellige tider etter elektronpulsen. M er en monokromator og D er en lysdetektor.

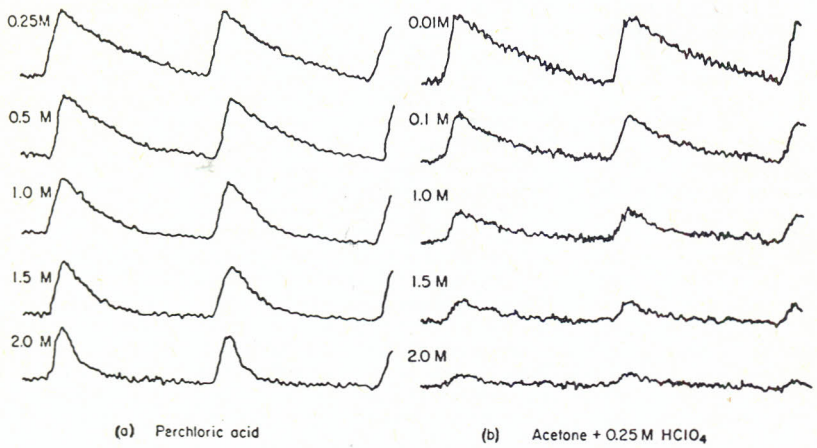


Figur 2. Dannelse og decay av lysabsorpsjon fra solvatiserte elektroner i noen alkoholer bestrålt med picosekund elektronpulser. Pulsene som er ca. 10 picosekunder lange, kommer ca. 350 picosekunder etter hverandre. (Fra ref.2).

dier, deriblant vann, blir elektronene stabilisert i potensialbrønner for kortere eller lengre tid. (Se «Fra Fysikkens Verden» nr. 2, 1971). En har lenge diskutert hvor raskt denne stabiliseringen skjer. En har ofte antatt at den dielektriske relaksjonstid for molekylene i mediet er av betydning for hvor raskt det skjer. Figur 2 viser hvordan lysabsorpsjonen fra solvatiserte elektroner dannes og varierer med tiden i noen alkoholer. Den dielektriske relaksjonstid for molekylene i disse alkoholene varierer fra 69 (metanol) til 650 (1-butanol) picosekunder mens dannelsestiden for de solvatiserte elektroner var kortere enn 10 picosekunder i alle tilfeller i følge en analyse av kurvene på figur 2. Stabiliseringsprosessen skjer hurtigere enn de fleste hadde regnet med og det er rimelig å tro at elektronene stabiliseres ved at de innfanges i potensialbrønner som på forhånd eksisterer i mediet, ikke ved at de selv induserer polarisasjon i mediet.

Figur 3 viser tidsforløpet av absorpsjonen fra solvatiserte elektroner indusert ved picosekundpulser i en del vandige løsninger. En ser at perklorsyre ($HClO_4$) reduserer levetiden av de solvatiserte elektronene (e_{aq}^-). Dette er rimelig siden H^+ reagerer raskt med e_{aq}^- i følge tallrike tidligere observasjoner. Imidlertid ser vi at det opprinnelige utbytte av e_{aq}^- i det hele tatt ikke influeres av $HClO_4$, selv ikke i en konsentrasjon på 2 M. Dette var overraskende siden andre elektron scavengere (stoffer som reagerer raskt med e_{aq}^-) også reduserer det opprinnelige utbyttet av e_{aq}^-. Dette illustreres ved figur 3b. Aceton reduserer både levetiden og det opprinnelige utbytte av e_{aq}^-. Tolkningen av dette er at H^+ i motsetning til aceton ikke reagerer med forløperen for e_{aq}^-. Denne forløperen er et fritt, ikkesolvatisert elektron, e^-. Stort sett fant en parallellitet i reaksjonshastigheten for de fleste stoffer med e^- og e_{aq}^-. Men det er unntakk fra regelen, noe H^+ er det mest framtredende eksempel på.

Denne oppdagelsen har betydning for forståelsen av vekselvirkningen mellom joniserende stråling og biologisk materiale. I en levende celle



Figur 3. Dannelse og decay av lysabsorpsjon fra solvatiserte elektroner i vandige løsninger. $HClO_4$ reagerer bare med elektronene etter solvatiseringen mens aceton også reagerer med elektronene før solvatiseringen. (Fra ref. 2).

er det ca. 80% vann. Konsentrasjonen av løste stoffer er derfor nokså stor. Reaksjonene mellom de strålingsinduserte radikalene og biomolekylene begynner allerede å skje ved ca 10 picosekunder ved slike konsentrasjoner. Derfor er reaksjonene til det «tørre» elektronet, e^-, av betydning. Tabell 1 viser at ved en konsentrasjon av elektron scavengere på 10^{-3} M har reaksjonene til e^- ingen betydning i forhold til reaksjonene til e^-_{aq}. Ved 1 M, derimot, stammer den største del av det totale antall radikaler fra reaksjonene til de tørre elektronene. Det ser ut til at reaksjonene til e^-_{aq} bidrar relativt lite i induksjonen av stråleskader i levende celler. Når det gjelder de tørre elektronene vet en ennå lite om dette. Picosekundpulsradiolyse vil kanskje bidra til å kaste lys over dette problemet.

TABELL 1 (hentet fra ref. 2)

Elektron-scavenger	Konsentrasjon	% av strålingsprodukt fra e^-_{aq}	% av strålingsprodukt fra e^-
H^+	10^{-3} M	64	0
Cystin	10^{-3} M	36	0
Glysin	10^{-3} M	0	0
H^+	1 M	8	2
Cystin	1 M	4	81
Glysin	1 M	0	5

1) M. J. Bronskill and J. W. Hunt. A Pulse Radiolysis System for the Observation of Short-Lived Transients. J. Phys. Chem. *72*, 3762 (1968).
2) M. J. Bronskill et al. Picosecond Pulse Radiolysis Studies I, II and III. J. Chem. Phys. *53*, 4201, 4211 (1970) and ibid *55*, 530 (1971).

Bøker

D. Isaachsen: Lærebok i fysikk for realgymnaset, bd. I og II. Syttende utgave ved Johan Holtsmark. H. Aschehoug & Co (W. Nygaard) forlag, Oslo 1969.

Dette læreverket er ei gjennomrevidert utgåve av Isaachsens lærebok i fysikk. Målsetjinga med den nye utgåva har vore å skapa ei fagleg og pedagogisk god moderne lærebok. Etter mi meining har dette langt på veg lukkast. Stoffutvalet er sjølvsagt gitt ut frå det pensumet som er fastlagt av Kyrkje- og undervisningsdepartementet og ein kan såleis verken rosa eller kritisera lærebokforfattaren for dette. Kor som er: stoffutvalet synest rimeleg. Det er gledeleg at emne som atomteori, kjernefysikk og relativitetsteori har fått større plass i lærebøkene enn før.

Spesielt for Isaachsens lærebok er den relativt store stoffmengda som er sett med petit. Petitstoffet er dels ei vidareføring av pensumet og dels historiske merknadar. Begge deler burde stimulera interessa hos elevane. Stoffet er i det store og heile klart presentert i eit godt språk. Figurane er ei viktig side ved ei lærebok i fysikk. Illustrasjonane til denne læreboka er mange og med svært få unnatak gode.

Av hovudinnvendingar mot stoffet i læreboka skal følgjande nemnast:

I elektrisitetslæra har forfattaren valt å innføra omgrepet straum først. Dette er etter mitt syn lite føremålstenleg. For det første må omgrepet spenning innførast utan nærare forklaring. Dessutan må ein del resultat førebels presenterast som erfaringslover (sjå avsnitt A3 og A11, bd. II). Først etter at elektrisk feltstyrke og potensial er definert i det følgjande kapitlet blir desse lovene (delvis) utleidde. Dette er ein unødvendig komplikasjon som kunne vore unngått ved å ta Coulombs lov som utgangspunkt for elektrisitetslæra.

Den andre hovudinnvendinga gjeld magnetismen. På s. 62, bd. II står det:

«Kreftene i et magnetfelt kan beskrives når vi tenker oss at feltlinjene er som elastiske snorer, som trekker seg sammen i lengderetningen, men samtidig frastøter hverandre i tverretningen (Maxwells spenninger)». Ved hjelp av denne modellen forklarer ein så krafta på ei magnetnål i eit magnetfelt, kraft mellom straumførande leidningar og kraft på straumførande leidning i magnetfelt. Eit stykke ute i kapitlet blir den magnetiske flukstettleiken definert ut frå kraftverknaden på ein straumførande leiar. Eg synest ikkje avsnittet om magnetisme og elektronmagnetisme er godt laga. Éi sak er at sidan forfattaren har definert den elektriske feltstyrken ut frå lova $\mathbf{F} = Q\mathbf{E}$, burde det vore naturleg å definera den magnetiske flukstettleiken ved hjelp av lova $\mathbf{F} = Q\mathbf{v} \times \mathbf{B}$. Dessutan reagerer eg på dette bildet av feltliner som eit slag gummistropper. For det første er slike førestellingar uturvande for å analysera kreftene i eit magnetfelt. Dessutan er bildet neppe klargjerande avdi desse elastiske snorene så allikevel ikkje oppfører seg som rettelege gummisnorer (som ikkje fråstøyter kvarandre). Eit tredje punkt er at bildet er eigna til å skape ukorrekte førestellingar om felt. Bør t. d. ikkje slike snorer kunne vandre gjennom romet, t. d. om ein flytter ein magnet? Dersom dei passerer ein stasjonær elektrisk leiar øver dei ikkje då ei kraft $\mathbf{F} = Q\mathbf{v} \times \mathbf{B}$ på ladningane i leiaren? Eg har lyst til å sitera eit avsnitt frå artikkelen om elektrisitet i Encyclopedia Britannica, der forfattaren m. a. seier om feltliner: «This is a far cry from the old view of the fields, both magnetic and electric, as practically substantial, with lines of force almost like stretched rubber bands. The change came in steps. First the lines of both fields lost this bodily strength, although the ghostly forms of the magnetic lines still stalked through the laboratories, inducing electrons to move aside if they could. Now, even these ghosts, if not otherwise laid to rest can often be exorcised by appeals to relativity.»

Ei tredje innvending gjeld termodynamikken. Temperaturomgrepet blir her innført ved å fortelja at temperaturen karakteriserer ein tilstand (?) hos ein lekam og ved å visa til at ein kan måla temperatur ved eit termometer. Kvifor ikkje starta med kinetisk gassteori (kap. L, bd. I) der omgrepet temperatur blir gitt eit langt klarare innhald?

Av meir spreidde merknader til innhaldet i bøkene skal følgjande nemnast:

På s. 15, bd. I er det gjort ein distinksjon mellom fart og hastighet. Etter mitt syn er det heilt uturvande å laga ulike namn for skalarfarten og vektorfarten. Kvifor då ikkje også for akselerasjon, kraft, elektrisk feltstyrke etc. Forfattaren bruker dessutan ofte namnet hastighet der han skulle ha brukt ordet fart.

I samband med elastisk støyt på s. 60, bd. I står det: «Når $m_2 \rightarrow \infty$ blir $v_2 > u_2$». Det skal stå: Når $m_2 \rightarrow \infty$ vil $u_2 \rightarrow v_2$.

Huygens' prinsipp er omtalt på s. 193, bd. I utan reservasjoner. Men dette prinsippet er ikkje heilt korrekt. Det forklarer m. a. ikkje kvifor elementærbølgjene i bølgjefronten ikkje gir opphav til ei bølgje som går motsett forplantningsretninga.

Fig. T13—4, s. 195, bd. I viser ei ståande bølgje som oppstår ved refleksjon mot ei fri grenseflate. Her er amplituden i buken ved grenseflata teikna dobbelt så stor som dei andre bukane. Dette er feil, amplituden i grenseflata skal vera like stor som i dei andre bukane og er den dobbelte av amplituden til den innfallande bølgja.

Seebechs sirene blir på s. 200, bd. I utførleg omtalt som ein metode til å lage lydar med gitt frekvens. Instrumentet verkar noko gamaldags. Avsnittet bør reviderast.

Forklaringa på magnetisering i jern (s. 72, bd. II) er ufullstendig. Det er nemnt at domena roterer under innverknad av det ytre feltet. Men ein annan mekanisme er flytting av domeneveggene slik at dei domena som har gunstig orientering i forhold til det ytre feltet veks i volum på kostnad av dei andre. Vidare er eit enkelt domene oppgitt til å innehalde 10^{12} —10^{15} atom (dimensjon 10^{-6} — 10^{-5} m). Etter det eg finn ut av litteraturen er domenevolumet av storleiksorden 10^{-12} —10^{-8} m^3 og inneheld 10^{17} – 10^{21} atom, altså vesentleg større.

Ein merknad om antenner på s. 121, bd. II treng ein kommentar. Det står: «Med antennen ovenfor (rett antenne, innskot av meg) utnytter vi den *elektriske* feltstyrke i bølgjefeltet. Vi kan også utnytte den *magnetiske* flukstetthet med en rammeantenne.» Les ein det som det står må dette tyda at det berre er den elektriske feltstyrken som er verksam når det gjeld rette antenner, medan det åleine er den magnetiske flukstettleiken som genererer straum i ei rammeantenne. Til dette er å seia at i ei stillestående antenne, uavhegig av utforminga, er det alltid den elektriske feltstyrken i bølgjefeltet som gir opphav til straumen i antenna. Ei anna sak er at ein kan avleie den elektriske feltstyrken eller den elektromotoriske spenninga av den magnetiske flukstettleiken ved hjelp av Maxwells likningar. Ein kjem altså til same resultatet enten ein tar utgangspunkt i **E** eller **B**.

På s. 211, bd. II står det: «Germaniumdioder brukes mest i svakstrømsteknikken, silisiumlikerettere mest i sterkstrømsteknikken for store belastninger.» Dette er forelda. Silisium er i dag det viktigaste materialet også i svakstrømsteknikken.

Til slutt ein kommentar til avsnittet fisjon. Det står m. a. på s. 224, bd. II: «For å få en kjedereaksjon i gang må noen betingelser være oppfylt: — — — 2. De nydannede nøytroner som har en meget stor energi, må bremses ned til ganske liten hastighet (energi omkring 1 eV). — — —». Dette er korrekt for termiske reaktorar, men i hurtigreaktoren blir nøytrona nytta ved same energien (opptil fleire MeV) som dei blir frigjort med i fisjonsprosessen.

Så ein sluttmerknad: Eg vil understreka at trass i desse kritiske kommentarane er hovudinntrykket at dette er eit godt læreverk i fysikk for realgymnaset.

Kjell Budal

Stuart J. Inglis: Planets, Stars and Galaxies. Third edition. John Wiley & Sons, Inc., 1972, 498 sider. Pris £ 4.85.

Paul Bergsøe: Verdensrummet og Vi. Revidert og ajourført utgave ved P. M. Hejlesen og J. Rossen. Gyldendal, København 1972, 383 sider. Pris D. kr. 85,– (innb. D. kr. 100,–).

rekt, forblir stoffet ofte utilgjengelig for en stor del av det publikum en ønsker å nå. Astronomi og astrofysikk har vært emnet for adskillige populærvitenskapelige bøker. De to som her skal omtales, er beregnet på noe forskjellige leserkretser. Inglis' bok er en lære-bok, beregnet på ikke-realfag studerende. Siktemålet har vært å gi disse studentene et begrep om menneskets plass i, og forhold til, universet. Dette gjøres omtrent uten bruk av matematikk, men det stilles absolutt krav til et aktivt engasjemen hos leseren. Hvert kapitel følges av en rekke oppgaver som synes vel egnet til en «selvkontroll» av hvor meget en har forstått av teksten. Dertil kommer fyldige litteratur-referanser.

En har ikke i Norge universitetsundervisning av slik art som denne boken er skrevet for. Det kan være å beklage, – kløften mellom «de to kulturer» synes å være vanskeligst å stige over for «ikke-realistene».

Det kan derfor være å håpe at riktig mange her hjemme vil lese Bergsøe's bok. Paul Bergsøe vant seg et navn langt ut over Danmarks grenser som en fremragende popularisator på mange områder av naturvitenskap. Stoffvalget i hans bok «Verdensrummet og Vi» er omtrent det samme som i Inglis' bok. Vi lærer om planetsystemer, – om solen og andre stjerner, og om galakser. Men fremstillingen hos Bergsøe er mer «anekdotisk» enn hos Inglis, og han henvender seg til et bredere publikum. Dette har ikke gått ut over korrektheten, men enkelte ganger har det selvsagt vært nødvendig å vise til at stoffet ikke lar seg forklare fyldestgjørende innen den ramme forfatteren har valgt.

Begge bøkene er nye, reviderte utgaver, der de seneste resultater oppnådd under måneferder og med romsonder, er inkludert. Også billedmaterialet fra disse er imponerende. For Inglis' vedkommende kan det vel kritiseres at russernes romferder snaut er nevnt. At det har vært lettere å få illustrasjoner fra de amerikanske undersøkelsene er rimelig nok, men lesernes inntrykk kan bli noe skjevt.

Alt i alt to bøker som kan anbefales for lesere som ikke allerede har gode kunnskaper i astrofysikk.

Olav Holt

Hva er biofysikk anno 1973?

Del II.

Svein Prydz

Bakterier og vira

Jeg har funnet det riktig å vie livets opprinnelse stor interesse, kanskje større enn de fleste biofysikere av i dag ville gjøre. Dog synes dette berettiget idet studiet av livets opprinnelse, startet av A. I. Oparin, kan betraktes som en av de første viktige tråder som leder frem mot en vitenskapelig og systematisk biofysikk. Videre har disse betraktninger gitt oss anledning til bedre å se nødvendigheten av en rekke biologiske funksjoner og mekanismer, som vi ellers lett kunne oppfatte som selvfølgelige. Her kan vi tenke på f.eks. fotosyntesen, nukleinsyrenes betydning for arvemekanismen, utviklingen av våre enzymsystemer samt betydningen av mutasjonene for artens tilpasningsevne og deres utvikling mot større fullkommenhet.

Samtidig ser vi allerede klart en del av biofysikkens grenseflater mot kjemi, biokjemi, biologi og genetikk. Vi har omtalt organismens energistoffskifte — hvorledes de kan nyttiggjøre seg energi som frisettes i kjemiske reaksjoner for oppbygging av nytt cellemateriale, til

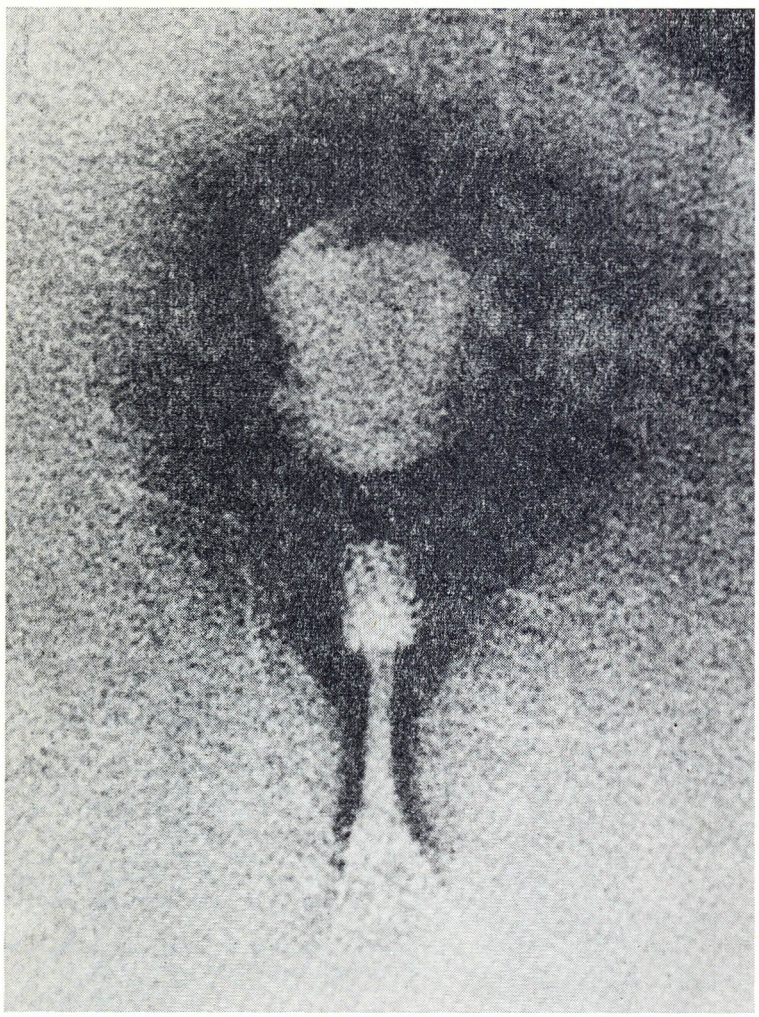
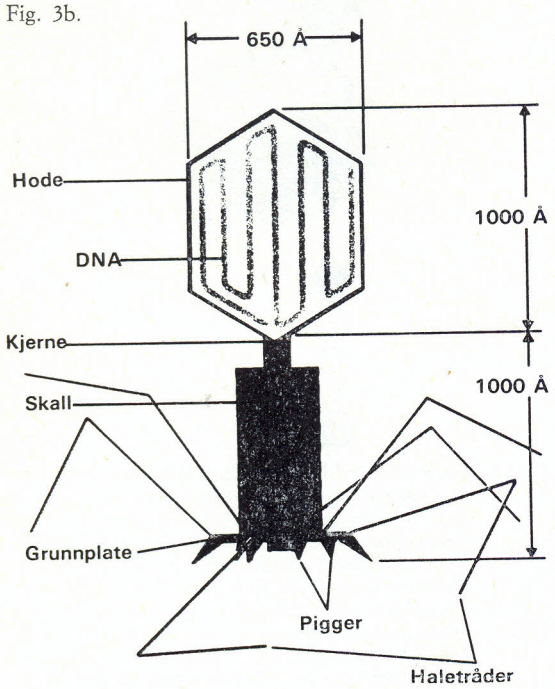


Fig. 3. Elektronmikroskopfoto av bakteriofagen T_2. Dimensjonene fremgår av figur 3b, som viser en rekonstruksjon av de finere detaljer.

varme og til arbeid. Et viktig forskningsfelt innen mikrobiologien er nettopp studiet av bakteriers energiomsetning under forskjellige ytre betingelser. Slike studier på relativt enkle systemer som bakterier kan danne basis for antagelser om mer kompliserte systemer og de kan også være direkte nyttige. Man har meget revolusjonerende planer, f.eks. om å frembringe fotosyntetiserende bakterier som kan utnyttes i produksjon av protein til menneskefode direkte fra enkle kjemiske forbindelser.

Selv om vira ikke fullt tilfredsstiller Horowitz's tre krav til en levende organisme, er det vanlig å regne visse områder av virusforskningen som biofysikk. La oss her bare vise et grovt elektronmikroskopisk fotografi, fig. 3a, av bakteriofagen T_2, sammen med en figur (3b), som viser en nøyere analyse av dens «utseende». Som andre vira trenger denne en bakteries synteseapparat for å formere seg. Hodets DNA-tråd, som inneholder virusarvestoffet, skyves ut gjennom halen og inn i bakterien som den kan holde seg fast på med pigger og haletråder. Når arvestoffet er vel inne i bakterien, overtar virus-DNA som forskrift for syntesearbeidet i bakterien, og den «nares» til å podusere virusavkom istedenfor nye bakterier. Dette eksempel er valgt delvis fordi det så godt viser nytten av en rent fysisk metode (elektronmikroskopi) innen et rent biologisk felt. Av praktisk nytteverdi ved bakteriologi og virologi — la oss

Fig. 3b.



f.eks. tenke på alle de sykdommer som menneskeheten i dag ikke lenger er knuget under, takket være effektiv vaksine.

Struktur og funksjon

Helt fundamentalt i all biokjemi og biofysikk — og dette gjelder ved alle grader av organisasjon — står sammenhengen mellom struktur og funksjon. Innen medisinen er dette uttrykt ved at fagene anatomi og fysiologi alltid betraktes som parhester.

Det er heller ikke vanskelig, selv for en uøvet og ukyndig iakttager, å øyne den omfattende «hensiktsmessighet» som synes å være karakteristisk for alt levende.

Man kan si at studiene av biologisk funksjon ofte er mer biokjemisk enn fysisk preget, mens på den annen side studiemetodene for struktur er utpreget fysiske i sin natur. I det følgende skal vi bl. a. komme litt inn på forskjellige nyvinninger på dette området. Av aktuelle objekter for strukturundersøkelse kan vi her f.eks. nevne store molekyler, virus, ribosomer, membraner og muskelvev. Det er selvsagt tallrike andre.

Viktige molekyler hvis struktur er bestemt, først og fremst ved bruk av røntgendiffraksjon, er f.eks. myoglobin (Kendrew og Perutz, Nobelpris for «undersøkelser av globulære proteiners oppbygning», 1962) og hemoglobin (Perutz et al., 1968, med 2,8 Å oppløsning). Perutz og medarbeidere har nedlagt et meget fortjenstfullt arbeid i studiet av de detaljerte stereokjemiske forhold ved disse molekyler.

Mange typer virus kan være egnet som modellsystemer for studium av den gradvise molekylære sammensetning av strukturer mot tiltagende organisk kompleksitet. Særlig har dette hendelsesforløp vært studert for tobakk mosaikkvirus. Både røntgendifraksjon og elektronmikroskopi er brukbare teknikker her. Man mener nå å vite at informasjonen for oppbyggingen av virusets proteinkappe helt og holdent inneholdes i proteinmolekylene selv.

Også for membranenes vedkommende anvendes nå både røntgendifraksjon og elektronmikroskopi i meget omfattende grad. Ved elektronmikroskopi har man begynt å anvende nye prepareringsmetoder som fryse-etsing og festing av markeringsmolekyler til vel definerte posisjoner i membranstrukturen.

I forbindelse med et nylig møte i British Biophysical Society over temaet «Biofysisk forskning siden 1960» oppsummerte H. E. Hux-

ley nyvinningene, for så vidt det angår studiet av muskelstrukturer, slik:

1. Forbedrede prepareringsmetoder for høyoppløsnings elektronmikroskopi.
2. Forbedrede røntgenrør og -kameraer for difraksjonsstudier muliggjør in vivo studier så vel under kontraksjon som under hvile.
3. Utvikling av elektronisk databehandling for ekstraksjon av maksimal 3-dimensjonal strukturinformasjon fra bilder av regelmessig repeterende strukturer. Disse nyvinningene er gjort først og fremst ved MRC Laboratories (Cambridge og London).

Huxley mener at den nåværende oppløsningsgrense på ca. 20 Å kan presses langt nedover, bl. a. ved bedrede prepareringsog avbildningsteknikker ved elektronmikroskopi og ved å benytte supplerende røntgendifraksjonsstudier på rene krystallinske preparater av alle de involverte proteiner.

Endelig må nevnes at han og mange andre biofysikere ønsker seg nye, sterkere X-strålekilder for difraksjonsstudier med bl. a. eksponeringstider ned til noen få millisekunder. Dette vil gi anledning til å studere forskjellige faser av muskelbevegelsenes tilhørende molekylære konformasjonsforandringer. Dette er et fint eksempel på biokjemisk — biofysisk samarbeid, idet alle konformasjonsforandringene jo er direkte kjemisk aktivert og må studeres også fra kjemisk side.

Når det gjelder kildeintensitet, settes det store forhåpninger til synkrotroner og lagringsringer. Med en forbedret, roterende anode i et ellers konvensjonelt røntgenrør kunne intensiteten for noen år siden økes ca. 70 ganger. Med 7 GeV elektron-synkrotronen i Hamburg nådde man ytterligere 50 gangers økning. Ved 3 GeV elektron-lagringsringer skulle ytterligere en 20-faktor være innen rekkevidde.

Det er selvsagt ikke bare for muskelstudier, men for nær sagt alle røntgendifraksjonsstudier at den økede intensitet gir fordeler, såvel i tidsoppløsning som i signal/støy-forhold.

De omdiskuterte cellemembraner

Fra tiden før ca. 1965 kan man nok finne adskillige generelle lærebøker i både biokjemi og biofysikk hvor struktur og funksjon av cellemembranen praktisk talt ikke er omtalt. Og dette til tross for at temaet egentlig er gammelt. Oparins studier av coacervater startet ganske tidlig, og allerede ca. 1935 foreslo Danielli og Dawson den berømte fosfolipid dobbeltlag-modell. Helt frem mot 60-årene var interessen fokusert på lipid-delen, selv om man nok tidlig var klar over at protein også spilte en rolle. Nå kan man se en langt større vekt lagt på proteinkomponenten, ja i enkelte foreslåtte membranmodeller, f.eks. av «liquid crystal»-type, antydes at proteinene er selve nøkkelmolekylene i mange av de forskjellige funksjoner.

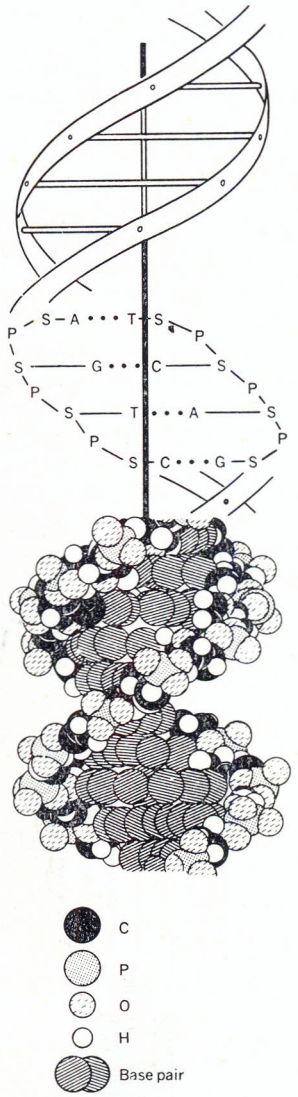


Fig. 4. Skjematisk bilde av DNA-molekylets dobbelthelix. Øverst ser vi hydrogenbindingene, som er med å stabilisere kjeden, markert som broer. Lenger ned ser vi angitt de fire baser Adnin, Tymin, Cytosin og Guanin som ved baseparing gir disse svake bindingene. S og P i kjeden angir sukker og fosfat. Nederst angis de enkelte atomene med skravering: C = karbon, P = fosfor, O = oksygen, H = hydrogen. Molekylets store kompleksitet fremgår med all tydelighet.

Fra et oversiktsforedrag av D. A. Haydon (Physiological Laboratory, University of Cambridge) skal noen nyere resultater resymeres:

«Små cykliske antibiotika er vist å kunne danne komplekser med uorganiske ioner og gi ionetransport gjennom kunstige lipidmembraner. Det større, lineære polypeptid gramicidin A danner kontinuerlige, polare og vannfylte kanaler gjennom membranene. Et annet polypeptid-antibiotikum, alamethicin, danner også vannholdige kanaler, og her finner man en sterk variasjon i kanaltverrsnittet med det elektriske potensial over membranen. De to siste stoffer er aktive både i kunstige og biologiske membraner. Slike studier med ionetransporterende antibiotika har hatt mye å si for den senere tids økede kunnskap om de naturlige reguleringsmekanismer for membranflukser».

Generelt kan man si at alle de forskjellige pågående membranstudier i dag utgjør et ytterst aktivt forskningsfelt innen biokjemi — biofysikk, fra den rene cytologi til den rene nevrofysiologi. Dette markeres da også tydelig ved et vell av ny spesiallitteratur og ved tallrike forskerkongresser rundt om i verden.

Molekylargenetikk

Fra Mendels forsøk med kryssbestøvning av erteblomster til Watson og Crick's løsning av den genetiske kode er det et meget langt sprang, og allikevel er den genetiske kode nå historie, selv om det ennå gjenstår opprydningsarbeid bak forskningsfronten. La oss ta med et skjematisk utsnitt (fig. 4) av et nukleinsyremolekyl. Kodingen av informasjon om struktur og funksjon og mutasjonenes forskjellige mekanismer er alt sammen biofysikk på molekyl-nivå.

Mutasjonsforskning drives dels med mutagene kjemikalier (eks. sennepsgass) og dels med høyenergetisk bestråling. Av viktige stråleskader er nettopp skader på arveanleggenes informasjoner vedrørende styring og regulering av vitale biosynteser. Kunstig øket mutasjonshyppighet utnyttes praktisk f.eks. i landbruks- og husdyrsforskning for å frembringe nye arter med ønskede arveegenskaper.

Strålingsbiofysikk

For mange biofysikere av den eldre generasjon står nettopp strålingsbiofysikken som den opprinnelige og sentrale biofysikk.

Dels kan dette skyldes at strålingen kan tas som et klassisk eksempel på en kjent fysisk påvirkning, i vel avgrensede eller kvantiserte energiporsjoner, hvis virkning således skulle være vel verd å studere. Svakheten ved dette forskningsfelt er imidlertid at systemet, den levende organisme, er så komplekst at det mer er dette enn påvirkningen selv som bestemmer graden av enkelhet eller kompleksitet i forsøket.

Med en viss rett kan det hevdes at strålingsbiofysikken i seg selv er en art «strålesyke», født av 50—60-årenes noe uartikulerte optimisme innen USA's atomenergikommisjon. Slår man til en levende organisme hardt nok, dør den. Hvis man slår mindre hardt, kan den overleve. Hvorledes den gjør det ene eller det andre, er strålingsbiologiens tema. Rett nok er temaet viktig i vår tid med trusselen om atomkrig til en viss grad hengende over oss, og dessuten farene for stadige reaktoruhell og etter hvert en jevnt økende strålebelastning for hele menneskeheten p.g.a. verdens økende lagre av reaktoravfall.

På forskjellige nivåer av biologisk strukturering — fra det atomære og molekylære plan

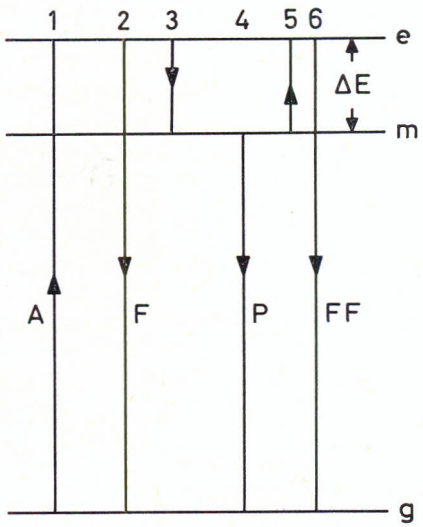


Fig. 5. Luminisensmekanismer. A angir absorpsjon av et strålingskvant. Molekylet eksiteres derved fra sin grunntilstand g til en elektronisk eksitert tilstand e. Disse to nivåer betegner såkalte singlett-tilstander. Under e ligger et triplett-nivå tilsvarende at elektronet har invertert spinn. F betegner emisjon av et fluorescenskvant idet systemet faller tilbake til grunntilstanden. Fosforescens (P) betegner overgang via triplettnivået (1, 3, 4) som skjer med mindre sannsynlighet, dermed svakere og mer langlivet enn F. Forsinket fluorescens (FF) kan inntre med temperaturavhengig levetid, svarende til oppholdet i tilstand m (overganger 1, 3, 5, 6).

opp til de mer funksjonelle strukturer — kan strålevirkningene sies å skifte karakter fra å være rent fysiske korttidseffekter til i et midlere tidsrom å bli av kjemisk og senere rent biologisk karakter. Tilsvarende denne oppsplitting i markerte tidsavsnitt for utviklingen av en bestrålingsvirkning på et biologisk system har vi også fått som adskilte fagområder h.h.v. strålingsfysikk, strålingskjemi og strålingsbiologi, selv om det vel alt kan kalles strålingsbiofysikk i den grad det angår levende organismer.

Skulle vi kort omtale en del av strålingsfysikkens viktigste mekanismer måtte vi i alle fall nevne eksitasjon av atomer og molekyler ved absorpsjon (A) av et strålingskvant (se fig. 5) og deeksitasjon ved utsendelse av et strålingskvant igjen. Denne prosess betegnes fluorescens (F). Går slik utsendelse av et lyskvant via en lavereliggende eksitert tripletttilstand m istedenfor direkte fra singlett-nivået e (som har samme multiplisitet som grunntilstanden g) kalles utstrålingen for fosforescens (P). Forsinket fluorescens (FF) har vi også mulighet for (i konkurranse med P) ved termisk eksitering fra m-nivået tilbake til e-nivået. Dette tilsvarer altså i rekkefølge prosessene 1, 3, 5, 6. Utsendelse av strålingskvanta (angitt ved F, P og FF) betegnes som luminisens.

I tillegg til slike strålingsmekanismer, som kalles elektronisk eksitasjon (og de-eksitasjon) og som er effektive særlig i spektralområdet for synlig og ultrafiolett lys, kommer for mer energirik radioaktiv stråling også ionisasjoner, molekylbrudd og dannelse av frie radikaler. De frie radikaler er oftest kjemisk sett meget reaktive, og man må anta at frie radikaler er av vesentlig betydning i mange stråleskade-mekanismer. Det kan nevnes at frie radikaler også antas å være involvert i mekanismen for flere typer kjemisk indusert cancer (f.eks. lungekreft hos storrøkere).

Her må vi også nevne studiet av virkningen til strålesensibiliserende stoffer og samtidig stoffer som øker organismens stråleresistens. Slike studier gir opplysninger om «reparasjons»-metoder hos cellene som utbedrer strålingsinduserte molekylære defekter. Dessuten kan man få erfaringer som kan være nyttige i stråleterapien mot kreft og kanskje også for beskyttelse av soldater i atomkrig.

Fotosyntese

Man kan ikke forlate temaet strålingsbiofysikk uten å ha nevnt studiene av fotosyntesens mekanismer. Her er det snakk om oppsamling av solenergi og nyttiggjøring av denne i plantenes stoffskifte. Grovt og kort kan man si at egnede molekyler (bl.a. forskjellige klorofylltyper) absorberer stråling i den synlige del av spektret og overfører denne energi til andre molekyler igjen, og omtrent som når man gjennom et par takrenner samler vann fra et helt tak, konsentreres denne energi på visse anatomiske sett strategiske steder, hvor energien ledes inn i cellenes stoffskifte. Like fullt som fotosyntesen var fundamental for livets opprinnelse, kan den kanskje bli fundamental for å avhjelpe hungersnøden i verden ved at vi går over til å produsere protein til menneskeføde direkte ved fotosyntetiske bakterier. Fotosyntese er et godt eksempel på et biologisk felt hvor et så klassisk fysisk redskap som optisk spektroskopi kommer til full anvendelse, nemlig i studiet av de involverte molekyler og deres lysabsorpsjon og energioverføringsmekanismer.

Nyere spektroskopimetoder

I tillegg til de optiske spektroskopimetoder må nevnes Mössbauerspektroskopi, elektronspinnresonans (ESR) spektroskopi og kjernemagnetisk resonans (NMR) spektroskopi, som alle tre anvendes med adskillig hell innen moderne biofysikk.

Mössbauerspektroskopi er først og fremst brukbar til studium av de nærmeste omgivelser til jern i de jernholdige proteiner, og metoden har bidratt mye til den forståelsen som er vunnet i de aller siste år av oksygens og karbondioksyds binding til, h.h.v. frigivelse fra, hemoglobinmolekylet, vårt blodomløps åndingsenzym.

Elektronspinnresonans er en spektroskopimetode som arbeider på elektronets magnetiske moment, eller dets spinn. Det er først og fremst frie radikaler, som hver har et uparet elektron, som kan studeres med metoden. Man måler styrken av resonansabsorpsjon fra et mikrobølgefelt ved omvending av spinnene i et ytre magnetfelt, hvis styrke varieres kontinuerlig mens mikrobølgefrekvensen holdes konstant. Man kan både måle konsentrasjonen av radikaler i prøven og studere de nærmeste omgivelser til det uparede elektron. Denne siste mulighet oppnås ved at elektronet via sitt spinn også har en viss kobling til de nabokjerner som har magnetisk moment.

Først og fremst nyttes denne metode innen strålingsbiofysikk, dels for studium av radikalstrukturer og dels for undersøkelse av radikal-

reaksjoner. I tillegg har metoden fått en ny anvendelse, nemlig membranstudier: Små, kjemisk stabile radikaler kobles til membranen som merkelapper, og man kan skjelne mellom ytter- og innerflate samt studere små molekylbevegelser og konformasjonsforandringer. Endelig kan graden av hydrofob binding melom protein og lipid undersøkes.

Ved NMR er det spesielle kjerners magnetiske momenter som gir anledning til analyse, særlig av deres nærmeste omgivelser i molekylet. I løpet av de aller siste år har man kunnet øke resonansfrekvensen for mikrobølgeabsorpsjonen fra 60 til 300 MHz ved å gå over til nedkjølte supraledende magneter. Ytterligere er i den aller siste tid innført Fourier transformmetoder, som vil gi økede anvendelsesmuligheter innen biofysikken.

Medisinsk fysikk

Dette begrep har lidd den vanskjebne å bli betegnelse på fysisk medvirkning ved strålebehandling og i strålingsdosimetri, og kun dette, mens det burde betegne all fysikk med vesentlig medisinsk relevans. Denne siste betydning foreslås herved. Dette arbeidsfelt vil da være viktig i retning av å gjøre fysikken nyttig i en alminnelig tjeneste for menneskeheten. I første rekke er det naturlig å tenke på hele det spektrum av målemetoder som står til disposisjon ved undersøkelser av sykdom. Av gamle metoder som helt til det siste har vært i sterk utvikling, er det naturlig først og fremst å trekke frem de forskjellige typer av mikroskopi og spektroskopi.

Et annet klassisk eksempel er legens anvendelse av stetoskop for undersøkelse av lunger og kretsløp. Nyere metoder omfatter bl. a. innføring av miniatyrmikrofon gjennom vener inn i selve hjertet for å undersøke dette.

Biomekanikk omfatter lemmenes forskjellige bevegelser, og utviklingen av forskjellige nye typer proteser. Tenk hva det kunne bety å få en god erstatning for en avkappet hånd. I samme kategori kommer erstatning for eller utbedring av svekket eller ødelagt hørsel og syn. En effektiv nær-radar for blinde kunne bli av uvurderlig betydning for disse hardt rammede medlemmer av vårt samfunn.

Gjennom de siste 10—20 år er generelle nyvinninger innen elektronikk blitt stadig mer dominante i bildet, samtidig som datamaskinene kommer med.

Psykobiofysikk

Elektroencefalografi betegner studiet av elektriske forhold i hjernen, først og fremst via elektrodeavledninger utenpå hodet. Med denne siste teknikk kan man til en viss grad studere søvnfenomenet, epilepsi, og f.eks. de forskjellige sansningsfenomenene. Også direkte fra den synsoppfattende netthinne (på dyrs øyne) kan man avlede elektriske potensialer, hvis forekomst og form kan gi mye informasjon om

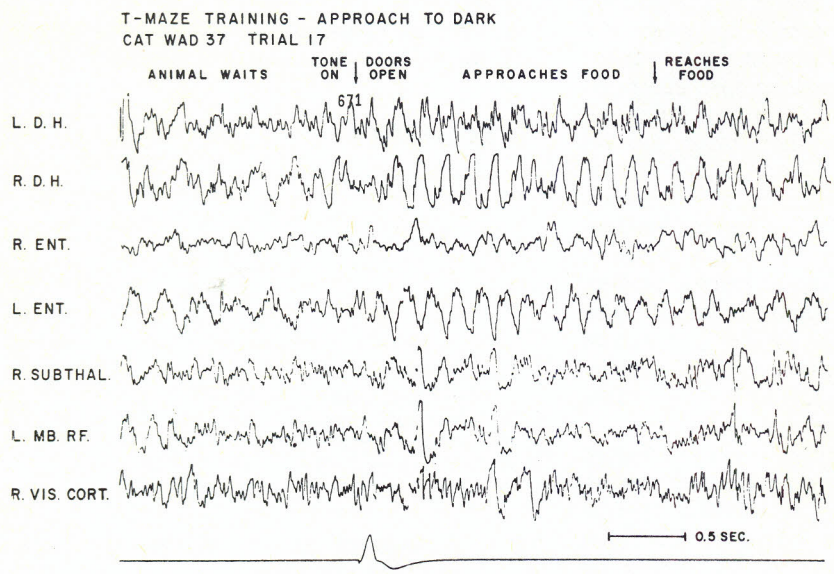


Fig. 6. Elektroencefalogram fra katt. De forskjellige kurver viser de samtidige tidsvariasjonene i de avledede elektrodespenninger fra hjernen etter som katten utfører et innlært treningsprogram.

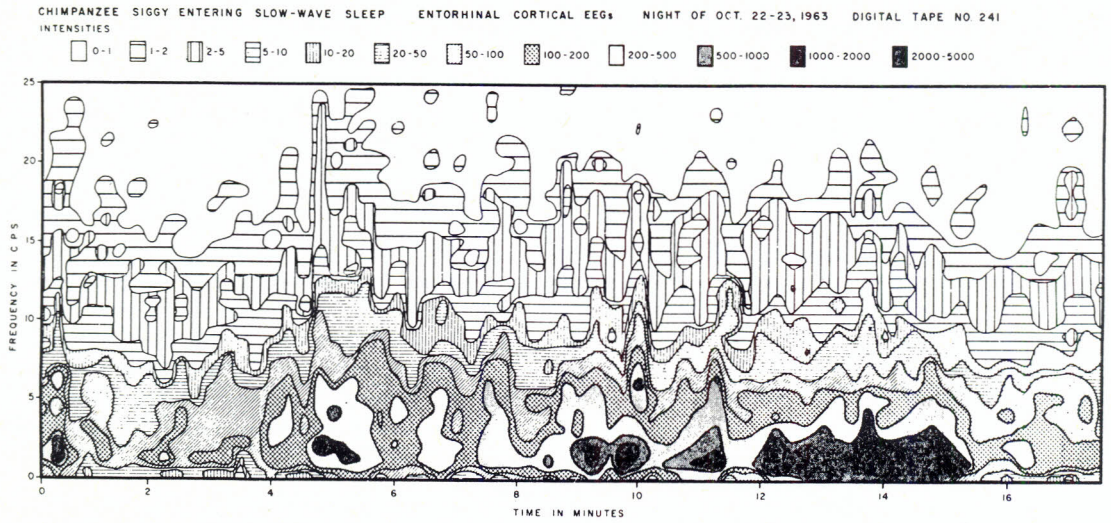


Fig. 7. Maskinutskrift av en frekvensanalyse for «brainwaves» fra sjimpanse under søvn etter som tiden går (x-aksen). Langs y-aksen er avsatt spenningsvariasjonenes frekvens, mens intensiteten er angitt ved ulike typer skravering.

synsmekanismen på celle-nivå om ikke direkte på molekylplanet. Nevrofysiologi er en mer kjent term for de fleste enn elektro-biofysikk, og vi ser her en direkte tilknytning mellom biofysikk og medisin.

Hjerneprosessene involvert i sansning, læring, hukommelse etc. står som en voldsom utfordring til biofysikerne. Feltet er ganske nylig tatt opp. Man må tro at de kommende decennier vil vise en radikal forandring her, selv om arbeidsmetodikken kan bli meget vanskelig og trolig vil måtte inkludere eksperimentalpsykologi, psykiatri og nevrofysiologi.

I dette forskningsfelt er det likevel allerede blitt stor aktivitet. Vi ser at regnemaskinen blir anvendt i stadig større utstrekning — dels i studiet av kybernetiske modeller for persepsjon og dels i direkte tilknytning til nevrofysiologiske studier. Særlig innen dette siste felt er det vel grunn til å vente stor fremgang innen de nærmeste år. På egnede dyr er det for de fleste sansers vedkommende nå mulig å gå inn med mikroelektroder for å studere de elektriske nerveimpulser som brukes i «telegraferingen» mellom sansecellene og hjernen. Demokrit hevdet med full rett at sanseinntrykk skyldes at atomer (her: småporsjoner av masse, energi, informasjon eller støy) blir slynget ut fra «gjenstandene» og treffer sanseorganene.

«Man har oppdaget at neurale subsystemer er mer innrettet for analyse av nervesignalenes informasjonsinnhold enn av deres enkle fysiske parametre, og her er man i ferd med å finne egenskaper ved de neurale nettverk som man for få år siden ikke hadde noen idé om» (MacKay).

For å illustrere moderne aktiviteter innen psykobiofysikk skal kun vises tre figurer. Den første, fig. 6, viser elektrodeavledninger fra hjernen hos en katt i et spesielt treningsprogram. Den annen, fig. 7, viser et tidsforløp av intensitets/frekvens-fordeling for hjernens elektriske aktivitet hos en sjimpanse under en bestemt søvntype. Denne frekvensanalyse viser tydelig den utvikling som er muliggjort ved at regnemaskinene er tatt i bruk. Dette fremgår også av fig. 8, hvor en regnemaskinutskrift fra et simuleringsprogram for nevrotisk oppførsel er gjengitt.

Studiet av metoder for «hjernevask» og psykisk tortur er i dag dessverre mer enn en ku-

VERBAL OUTPUT	*NON-VERBAL OUTPUT* MONITORS				
	Danger	Excitation	Pleasure	Esteem	Well-Being
1. Self must not marry poor man	0.10	6979	0.69	0.03	0.36
2. Self must have prestige	0.11	7958	0.68	0.04	0.36
3. Self must be glamorous	0.11	6916	0.69	0.04	0.37
4. *Mother idolizes Father*	0.14	3667	0.68	0.05	0.37
5. *Al ought admire self*	0.16	4833	0.67	0.05	0.37

Fig. 8. Maskinutskrift fra et simuleringsprogram for «nevrotisk oppførsel».

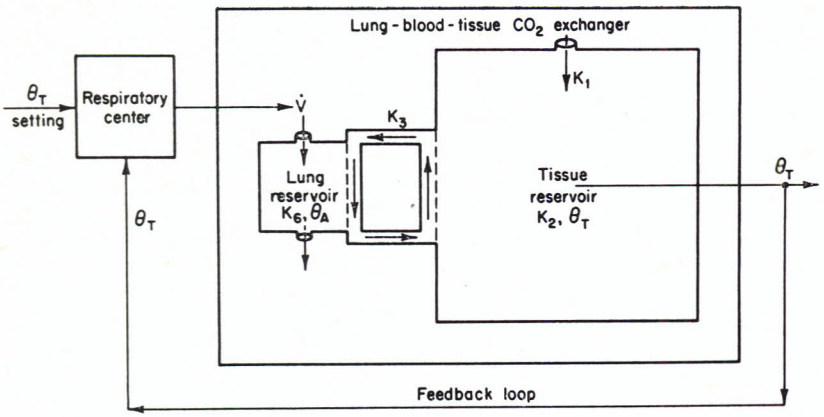


Fig. 9. Skjematisk fremstilling av O_2/CO_2-regulering hos mennesket. Hjernens respirasjonssenter angir en referanseverdi og foretar stadige sammenligninger med blodets gasstensjoner. Ved avvik mellom test- og referanseverdi reguleres lungeventilasjonen. Modellen er sterkt forenklet.

riositet. Ansvarlige vitenskapsmenns offentlige avstandstagen fra slik anvendt vitenskap etterlyses. La oss alltid huske at livet er like hellig som dets skaper.

Biologisk simulering

Kybernetikk er et aktuelt forskningsfelt innen biofysikken. Her studeres biologiske kontroll- og reguleringsmekanismer — fra det laveste, encellede nivå opp til de mest kompliserte økologiske systemer.

Tar vi mennesket som eksempel på en relativt sterkt regulert organisme, kan vi vise ett (sterkt forenklet) reguleringssystem (fig. 9), nemlig det som styrer lungeventilasjonen. Det kan beskrives som en elektronisk tilbakekoblingskrets hvor en prameter fra blodet til enhver tid testes mot en tilsvarende referanseverdi i hjernens kontrollsenter. I virkeligheten viser denne figur bare en enkelt av flere sammenkoblede kontrollkretser som har å gjøre med oksygen/karbondioksyd-likevekten i blodet.

La oss så til slutt vise en regnemaskinsimulering av de periodiske vekslinger som inntrer i bestanden av et begrenset antall dyrearter innen et isolert beiteområde, fig. 10. Med tradisjoner helt tilbake til Malthus har slike studier i dag fortsatt høyeste relevans. Her kan vi bare tenke på forurensningsproblematikken, befolkningstilveksten og matknappheten og vår generelle rovbeskatning av naturressursene, og at biologiske synspunkter blir stadig mer dominante i diskusjonen om hvorledes menneskene best skal kunne overleve ut over den aller nærmeste fremtid. Ser våre vitenskapsmenn ultimatumartede farer for vår fortsatte beståen på jorden, er det deres tvingende moralske plikt å gjøre sitt for å sørge for at deres vitenskapelige konklusjoner omsettes i direkte politisk praksis. I mindre skala, men like kategorisk, gjelder deres ansvar om de skulle se at noen av deres forskningsresultater misbrukes i noen menneske-

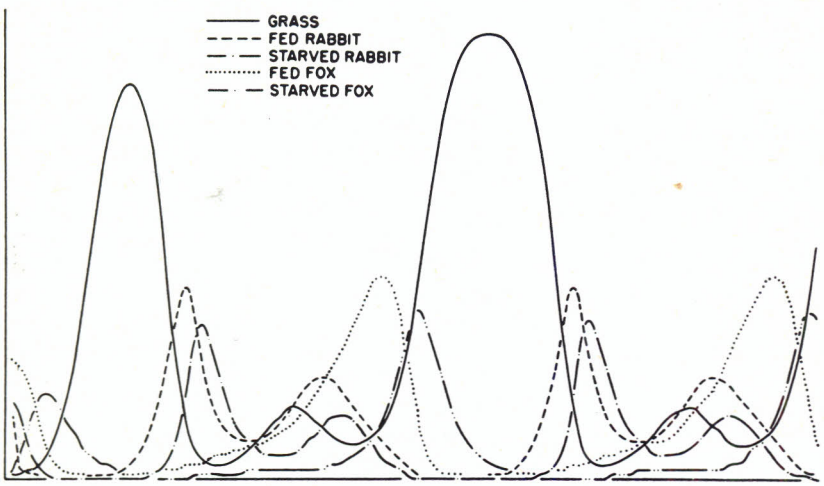


Fig. 10. Oscillasjoner i bestand av gress, harer og rever i en begrenset biotop. Maskinsimulering.

fiendtlig virksomhet, eller slik at naturens goder fordeles systematisk ulikt blant menneskene.

Perspektiv

Det bevisste liv med evne til refleksjon, kommer som en helt ny dimensjon inn i livsytringene, og på et sent stadium i utviklingen, som en egenskap i tillegg til de kjennetegn som Horowitz satte opp for det funksjonerende livsminimum, den dynamiske ekvilibrerte celle. I bevisstheten, med evne til observasjon, hukommelse og refleksjon, har vi kanskje å gjøre med bl. a. mekanismer som er nære paralleller til dem som er involvert i lagring, avlesning og anvendelse av det genetiske informasjonsmaterialet. Enda vanskeligere enn å fatte det funksjonerende, men ennå ubevisste livs forutsetninger, blir det trolig å erobre en rimelig forståelse av det intelligente liv — dets kompleksitet er i alle fall enormt forøket. Dog blir det nok her de største fremtidige milepeler skal settes — av biofysikere og biokjemikere, og av psykologer, psykiatere og hjerneforskere.

I tillegg til fundamental biofysisk forskning vil trolig industriell og medisinsk anvendt biofysikk måtte komme inn i stadig stigende grad. Her må man særlig tro at nyutdannede biofysikere vil kunne få arbeid i fremtiden, samtidig som den biofysiske forskning ved Universitetet og Høyskole må antas å få et visst rom for utvidelser.

Til slutt står det bare tilbake å komme med en unnskyldning, nemlig for den nærmest skjødesløse behandling av temaet. Dels har forfatteren bare et begrenset kjennskap til de mange spesialområder, og dels har betydelige nyvinninger og fremragende arbeider, belønnet med adskillige Nobelpriser, måttet forbigås i taushet p.g.a. det enorme omfang biofysikken av i dag har fått.

Energikrise i USA

Inntrykk fra en reise til Oak Ridge.

O. Steinsvoll

Oak Ridge National Laboratory, Tennessee, er et av hovedlaboratoriene der naturlig uran blir anriket på isotopen U^{235}. Som kjent er det denne isotopen som danner grunnlaget for virkemåten av de fleste kjernereaktorene som blir bygd. De store diffusjonsanleggene der gassen uranfluorid går fra det ene anrikningstrinnet til det andre, dominerer derfor omegnen av byen.

For en faststoff-fysiker er det likevel reaktorene HFIR, ORX og de berømte forskergruppene som har gjort banebrytende eksperimenter på de sjeldne jordarter som mest forbindes med navnet Oak Ridge. Jeg skal her likevel ikke komme inn på denne grenen av fysikken, men ganske kort fortelle litt om noen av de mer generelle tanker som forskerne der borte var opptatt av.

Vi har før i FFV referert et foredrag av Jørgen Randers med tittel «Limits of growth». Boka med samme tittel ble svært diskutert, og en fikk det inntrykk at Oak Ridge betraktet seg som en motpol til MIT-gruppen i flere av de dystre spådommer som gruppen kommer med. Direktør A. Weinberg trodde på doktrinen om «Substitutability» — at det altså fins erstatningsstoffer for alle de ressurser som MIT-gruppen spår vil være uttømt etter noen få tiår. Disse erstatningsstoffene er nærmest uuttømmelige etter menneskelige mål. Elementene oksygen, nitrogen, jern, kalium, kalcium, magnesium, aluminium og carbon ville kunne danne grunnlag for en kultur bygd på jern- og aluminiumskonstruksjoner, sammen med plastikk og betong — altså ikke mye forskjelig fra vår nåværende levemåte. Det er likevel begrensninger: Et stoff som fosfor, som er meget viktig for alt liv, har ingen erstatning og tar kanskje slutt om noen hundre år. En annen viktig begrensning innebærer energiressursene. For å kunne ta i bruk lite lødige malmer og ressurser samtidig som en ikke skal få tilbakegang i levestandarden, må en ha tilgang til store, nærmest ubegrensede mengder energi.

Energiforbruket i USA viser allerede en skremmende utvikling. I årene framover vil energiforbruket dobles hvert tiende år. Alt dette kan ikke dekkes med innenlandske ressurser. I 1970 måtte USA importere 20 % av sin olje, i 1980 vil landet måtte importere 50 % av sitt forbruk. Når en da tar i betraktning at resten av verden er inne i samme utvikling, vil en måtte innrømme at verden som helhet må se en energikrise i øynene ganske snart.

En gruppe i Oak Ridge var i gang med en utredning om USA's energiressurser. Vannkraften blir fullt utbygd og fossile brenselsemner tar sikkert ende, slik at det må finnes andre energikilder. Her er det at solenergien og geo-

termisk enegi frambyr seg som uendelige energikilder, men problemet er naturligvis hvordan menneskene skal få temmet disse forekomstene. At geotermisk energi kan nyttes, har vi allerede eksempel på i Island. I USA har en forsøk i gang i California med noen varme kilder. I Pyreneene i Frankrike brukes store hulspeil til å smelte metaller for ikke å føre inn forurensninger. De største forhåpninger byr likevel kjernekraftverkene. I nærmeste framtid vil slike kraftverk bygge på fisjon av uran eller plutonium, litt lengre fram i tida er det fusjonsenergien som vil ta over. Da har en i sannhet fått en uendelig energikilde.

Før det er klart at en kan kontrollere fusjonsenergien, må en likevel prøve å ta best mulig vare på de forekomstene en har av uran. Her er det de såkalte «breederreaktorene» kommer inn. I disse reaktorene vil en nytte plutonium som brensel, og omgi brenselsladningen med en kappe av naturlig uran. Nøytroner fra kjedeprosessen i plutonium vil trenge inn i kappen og omdanne den ikke-fisjonsbare isotopen (U^{238}) til plutonium. På denne måten har en fått dannet nytt brensel til nye reaktorer. Allerede nå er det bygd seks slike reaktorer rundt i verden (SSSR, Frankrike og U.K.)

Våren 1972 ble det bestemt at en amerikansk såkalt «Liquid metal fast breeder reactor» skulle bygges i Oak Ridge området. Det flytende metallet i denne sammenheng er natrium, som altså skal brukes som kjølemiddel og sirkuleres gjennom brenselsladningen. Natrium har meget gode egenskaper som varmeoverføringsmiddel og har et høyt kokepunk (895° C), slik at en kan arbeide ved høye temperaturer og lave trykk. Men det er store teknologiske vansker forbundet med bruken av natrium. Det har stor kjemisk reaktivitet og blir også radioaktivt når det utsettes for nøytroner i reaktoren. En må altså ha en serie med varmevekslere for å transportere energien ut av reaktoren og over til kjelen, der vanndampen produseres. Dampen går så inn på turbinene. At det kalles en hurtig reaktor henspiller på at nøytronene ikke er moderert ned til termiske energier: de forårsaker fisjon, selv om deres energi ligger i området 10—1000 KeV. Prosessen kan beskrives med likningen:

$$(\eta - 1)\, U^{238} \longrightarrow Q + (\eta - 2)\, Pu^{239} + \text{fisjonsprodukter}$$

Her er Q den energi som blir utviklet, og η er det antall nøytroner som blir produsert pr. atom som fisjonerer. Når η er større enn to, ser vi at plutonium ikke blir forbrukt.

I de siste årene har en i USA sett at organiserte grupper har gått til angrep på bruken av kjernekraft. Professorene Sternglass og Gofman har ført sine felttog, men har hatt lite følge av resten av den vitenskapelige verden. Det viste seg snart at de argumenter de har brukt, kunne tilbakevises med statistikk (se FFV nr. 2, 72). En annen gruppe «Union of Concerned Scientists» har tatt opp en annen linje. De har tatt for seg de tekniske problemer som melder seg, dersom kjølemidlet uteblir i reaktoren. I kraftreaktorer, som f.eks. bruker lettvann som kjølemiddel, kunne det tenkes at vannsirkulasjonen blir nedsatt rundt noen uranstaver. Temperaturen stiger da i stavene, kanskje over smeltepunktet. Noen atombombereaksjon er utelukket ved et slikt uhell, men reaktoren blir naturligvis ødelagt hvis ikke et nødkjølesystem trer i funksjon. Gruppens tekniske rapporter har virkelig ført til at nye brenselselementer blir laget tynnere og med lavere driftstemperaturer i brenslet. Til tross for disse vansker er det lettvannskjølte reaktorer med anriket uran som brensel som topper ordrelisten hos de amerikanske leverandører. De kan enten utføres som trykkvannsreaktorer (PWR) eller kokende vannreaktorer (BWR). Av disse er det den siste typen som er mest foretrukket.

For å unngå forurensning, har en i USA kommet på den ide å plassere kjernekraftverk på store flytende plattformer, som skal omgis med moloer og slepes ut og forankres noen km fra kysten. De kraftige protestene fra innbyggerne på steder der det er foreslått å bygge kjernekraftverk, har ført til mangel på byggeplasser. En fordel ved plassering ute i havet er også god tilgang på kjølevann til reaktoren. Bølgebevegelsene i havet fører til skvalping av vannet inne i reaktoren, men dette problemet ser jo ut til å være overvunnet i de reaktorene som allerede fins i skip.

Nye ideer i fusjonsforskningen var også framme i debatten i Oak Ridge. En forskningslinje har i mange år gått i retning av å få opp temperaturen i et plastma av hydrogen. For å holde på plasmaet, har en laget de mest utspekulerte magnetiske «flasker». En annen måte som er foreslått, er å utløse en fusjonsprosess ved hjelp av laserstråler. Små pelleter av litiumdeutrid kunne «antennes» ved hjelp av lasere i en stor beholder, der en fanget opp energien med et passende kjølemiddel. Arbeidet med en slik kjempelaser er faktisk blitt tatt opp i USA i de

senere år. I første omgang er det militære hensyn som har ført til dette utviklingsarbeid.

Problemene med kjernekraften er mangfoldige, men det mest interessante og farligste aspekt er naturligvis hvordan en skal bli kvitt det radioaktive avfallet. Det viser seg likevel at de fleste fisjonsprodukter har en halveringstid på 30—40 år, slik at en ved å lagre stoffene tilstrekkelig lenge (noen hundre år) får et avfall uten særlig aktivitet. Det er likevel noen stoffer som har halveringstid på millioner år, og restene av plutonium i avfallet har en halveringstid på 24000 år. En skulle altså kunne lagre avfallet i gruver eller på havets bunn under god kontroll. Ved en slik oppbevaringsmåte stiller en likevel store krav til de kommende generasjoners evne til å ta vare på den kunnskap som fins idag. Lagres slike stoffer i en avstengt saltgruve, må en ta forholdsregler, slik at ikke folk om noen hundre år kanskje begynner å bore etter olje på denne plassen. Skal slik kunnskap bevares «i all framtid», må forutsetningene være at verden ikke går gjennom ødeleggende kriger eller kriser, som setter menneskeheten tilbake til steinalderen. Det er likevel flere eksempler fra verdenshistorien som viser at et slags «presteskap» har klart å ta vare på kunnskap om tekniske detaljer gjennom hundreder, kanskje tusener av år. Vi kan tenke på jordbruk eller byggingen av dikene i Nederland. Kunnskapen om disse ting har passert fra generasjon til generasjon, selv om en må si at menneskene har hatt en nokså beveget historie de siste tusen år.

Her i Norge går vi nå også inn i kjernekraftverkenes tidsalder. Lokaliseringen av det første kraftverk er allerede under diskusjon. Vi er blitt svært forvent i Norge med den billige vannkraften vår, men slår prognosene til, vil vi måtte ha det første kjernekraftverk i gang i 1980, dersom vi ikke skal få kraftmangel. Naturligvis er det mange forhold, både økonomiske og økologiske, som må tas opp til drøfting. Oljen i Nordsjøen og kanskje særskilt gassforekomstene vil sannsynligvis gi oss et pusterom, men felles for begge disse energikilder er at de istedet for å brennes opp, burde brukes mer fornuftig som råstoff i petrokjemisk industri. Forekomstene har også bare endelig levetid, og bruken av dem fører også til store forurensningsproblemer, både termisk og kjemisk (svovel). Før eller senere er vi likevel nødt til å avfinne oss med kjernekraftverk i Norge.

Bøker

(Forts. fra side 51)

siste artiklen er skrevet av professor H. B. G. Casimir, nåværende forman i Europeisk Fysisk Selskap.

Boken er meget pent utstyrt, har 111 sider og selges til redusert pris til medlemmer av NFS. Prisen er S.kr. 40.— (Bokhandelpris over S.kr. 90.—!)
Bestilling sendes til:

Svenska Fysikersamfundet
Sekretæren, Fysiska Institutionen
Box 530, 751 21 Uppsala 1
Sverige

Olav Steinsvoll

K. A. Keller, J. Lange og H. Munzel (H. Schopper, *ed.):* Q-Values of Nuclear Reactions, Part a. (Springer, Berlin 1973) 666 sider, DM 320,–.

Denne tabellen er det første bindet i en ny Landolt-Börnstein serie om kjernereaksjoner, og inneholder reaksjonsenergier (Q-verdier) for en mengde forskjellige kjernereaksjoner. Q-verdien er lik differensen mellom de involverte partiklers hvilemasse henholdsvis før og etter reaksjonen, og er en viktig størrelse for den som gjør kjernefysiske eksperimenter og beregninger, eller for andre som bruker gamma- eller partikkelstråler i andre studier.

Beregningene er gjort på grunnlag av tabulerte målte masser (Nuclear Date tables A., Vol. 9, No 4–5 (1971)), eller der hvor eksperimentelle data ikke foreligger, på grunnlag av en semi-empirisk masseformel (UCRL – 11980 (1965)). Resultatene fra de meget enkle regningene er presentert i form av en 666-8 = 658 siders tabell. Tabellen omfatter reaksjoner med 25 forskjellige prosjektiler, valgt ut fra de mest brukte. Målkjernene (targetkjernene) omfatter alle de stabile pluss noen radioaktive isotoper, og reaksjoner der det dannes opp til elleve lette partikler (protoner, nøytroner og alfapartikler) er inkludert.

Alle Q-verdier er konsekvent rundet av til nærmeste 100 keV, og dette faktum reduserer tabellens verdi betraktelig. Som eksempel kan nevnes at bl.a. Q-verdier for (p, gamma), (n, gamma) og (alfa, gamma) ofte er målt til nærmeste keV eller bedre. Potensielle brukere av en tabell av denne typen vil etter anmelderens oppfatning derfor allikevel gå til andre (og nøyaktigere) kilder, og da er den foreliggende tabell, tross gode intensjoner, ganske overflødig.

Finn Ingebretsen

ÅRSMØTE i NFS 1973

Referat

Norsk Fysisk Selskap holdt årsmøte i Trondheim tirsdag 17/6 1973. Det var 58 medlemmer tilstede. Formann, T. Riste, ønsket velkommen. Det var ingen bemerkninger til møteinnkallelsen eller til sakslisten.

Saksliste

1. Referat fra årsmøtet 1972 (gjengitt i FFV nr. 3 1972)
2. Årsmelding
3. Regnskap for 1972 for NFS og FFV
4. a) budsjett for 1973 og 1974 for NFS og FFV
   b) kontingent for 1974
5. Fysikkrådet
   a) orientering ved fungerende formann
   b) valg
6. Rapporter fra de faglige gruppene
7. Valg
8. Fysikermøtet 1974
9. Norsk Fysisk Selskap, målsettingsdebatt
10. Eventuelt

Pkt. 1.

Det var ingen bemerkninger til referatet som så ble godkjent.

Pkt. 2. Årsmelding.

Det var ingen bemerkninger til årsmeldingen som så ble godkjent. I forbindelse med årsmeldingen oppfordret formannen igjen fysikerne ved forskjellige institusjoner om å sørge for at nye kandidater blir invitert til å bli medlemmer. Til tross for iherdige anstrengelser fra styrets side har antall kollektive medlemmer gått tilbake, og formannen ba de som måtte ha kontakter i industrien om å være behjelpelig med å verve nye kollektive medlemmer. Formannen opplyste ellers at det ble opptatt 18 nye medlemmer på styremøtet 17/6 1973.

Pkt. 3. Regnskap.

Regnskapet for NFS for 1972 ble godkjent etter noen bemerkninger om forskjellige måter man kunne forsøke for å skaffe høyere inntekter. Dette kom man tilbake til under budsjettbehandlingen.

Regnskapet for FFV for 1972 ble godkjent etter en opplysning om at regnskapet viste større inntekter enn vanlig da både abonnementet fra NFS for 1971 og tilskuddet fra NAVF for 1971 var bokført i 1972.

Pkt. 4. a) Budsjett for 1973 og 1974 for NFS

Styret fremla et korrigert budsjettforslag for 1973 som ble godkjent uten kommentarer. Formannen fortalte at man i år hadde søkt Kirke- og Undervisningsdepartementet om kr. 5.000,—, men at man bare hadde fått kr. 3.000,— som før. Styret fremla også et korrigert budsjettforslag for 1974. Det ble spurt om hvorfor utgiftene til Europhysics News her var satt lavere enn for 1973, formannen fortalte at grunnen var at tidsskriftet heretter bare skal komme med 6 nummer i året. I denne forbindelse ble det spurt om vi hadde noe igjen for å være med i EPS, formannen svarte et bestemt ja. Han fortalte at EPS hadde store økonomiske vanskeligheter, men at det nå var håp om at man kunne få gjelden sanert og at man satte stor lit til Casimir som ny leder av selskapet. Arbeidet i EPS har ført til en forbedring av tidsskriftene i Europa, og det er også blitt lovet penger fra industrien til utveksling av forskere og til arbeidet i «Special Divisions». Det har hittil vært altfor store utgifter ved sekretariatet i Geneve, her skal arbeidet nå omorganiseres og rasjonaliseres, bl.a. skal en kutte ned på staben. — Budsjettet for 1974 ble så godkjent.

Budsjett for 1973 og 1974 for FFV.

Budsjettet for 1973 ble godkjent uten bemerkninger. Når det gjaldt budsjettet for 1974 ble det bemerket at budsjettene for NFS og FFV ikke stemte overens når det gjaldt abonnementet fra NFS. Formannen svarte at fra gammelt av hadde NFS betalt et høyere abonnement enn det medlemstallet tilsa, men at man nå på grunn av økonomiene ikke fant å kunne øke denne posten. Budsjettet ble deretter godkjent. I forbindelse med FFV fortalte formannen at det på møtet i Nordiske fysikeres samarbeidsutvalg var blitt foreslått at FFV skulle være et felles meldingsblad for Norden. Torgersen hadde undersøkt med Aktietrykkeriet i Trondhjem hva en eventuell økning i opplaget ville koste og man var kommet til at nettoutgiftene for FFV ikke ville bli særlig større og at man jo også måtte vente å få noe støtte fra de andre nordiske fysiske selskaper eller fra Nordisk Kulturfond. *Det ble fattet følgende vedtak: Årsmøtet ser med velvilje på arbeidet med å lage et felles nordisk meldingsblad. Styret og redaksjonen gis i oppdrag å arbeide videre med saken.*

Formannen nevnte også muligheten for å inkludere Europhysics News i FFV. Hvis man utvidet FFV til 6 nummer i året, kunne man spare en del penger ved å kjøpe en «master

copy» av Europhysics News som så kunne bli kopiert og satt inn i FFV. Dette vil man komme tilbake til senere.

b) Kontingent for 1974.

Styret hadde fremmet forslag om en forhøyelse av kontingenten til kr. 50,— pr. år, men ville gjerne høre årsmøtets uttalelse til dette og ville også gjerne høre om det var andre forslag til å øke inntekten. Under diskusjonen ble det pekt på at man skulle være varsom med å høyne kontingenten for ofte, og det ble nevnt at man kanskje kunne ha juniormedlemmer som kunne ha en lavere kontingent. Det ble også nevnt at det ville være bedre å ha registreringsavgift på alle møter, da man i de fleste tilfeller får dette refundert av sin institusjon. Det ble også foreslått å øke registreringsavgiften for fysikermøtet til kr. 100,—. Følgende vedtak ble vedtatt med 54 mot 3 stemmer: *Styret får fullmakt til om nødvendig å heve kontingenten.*

Pkt. 5. Fysikkrådet.

a) Fungerende formann J. Gjønnes redgjorde for arbeidet hittil. Fysikkrådet ble konstituert 27. oktober 1972. Som formann ble valgt A. Graue med Gjønnes som nestformann. Fysikkrådet ble konstituert tidsnok til å følge NORDAC-prosjektet i «begravelsen», sa Gjønnes. Sak nr. 2 som de arbeidet med var nordisk samarbeid om eksperimentell kjernefysikk, sak nr. 3 var EISCAT (European Incoherent Scatter Facility) som vil bli behandlet i Fysikkrådets møte neste dag. Ellers vil man arbeide med fullføringen av Riste-Spangens kartlegging av norsk fysikk og med å holde denne ajour.

b) Før man gikk over til valg på NFS's representanter til Fysikkrådet sa Riste at man ikke hadde spesifisert i styrets forslag hvem som skulle sitte i to år eller i ett år, heller ikke hvem som skal være ordinære representanter og hvem skal være varamenn, dette må Hovedkomiteen avgjøre.

I tillegg til de 12 navn som var foreslått av Styret ble følgende personer foreslått: E. Thrane, A. Omholt, S. L. Andersen, A. G. Frodesen, A. Graue, N. Norman, M. Kolsrud, O. Harang, T. Riste, T. Sikkeland, J. Lothe, E. Hiis Hauge, H. Sørum, T. Olsen, G. Løvhøiden, O. Holt, H. Trefall.

Valget fikk følgende utfall:

K. J. Knutsen	56	Per Nyborg	56
Gunnar Kvifte	56	Jakob Sandstad	57
R. S. Sigmond	56	Anders Haatuft	52
Roald Tangen	55	H. Høgaasen	54
Tor Jakobsen	52	Jørgen Løvseth	53
Finn Søraas	53	Tore Amundsen	55

De andre kandidatene fikk fra 1 til 13 stemmer.

Pkt. 6. Rapporter fra de faglige gruppene.

Akustikk-gruppen har arrangert et todagers møte i Bergen i november 1972 i samarbeid med Norsk Akustisk Selskap. Styret i gruppen består av: Kjell Gjævenes (formann), Gordon Flottorp og Tor-Erik Vigran.

Faststoff-fysikk gruppen arrangerte Nordisk konferanse i faststoff-fysikk på Gausdal Høifjellshotell i januar 1973, det var over 100 deltagere fra Norden, inviterte forelesere. Det ble gitt ca. 80 foredrag fra alle grener av faststoff-fysikken.

Gruppen har holdt 2 styremøter i 1973, hvor forskjellige mulige aktiviteter i gruppen har vært diskutert, de finner det imidlertid vanskelig å holde kontakten og finne programmer som kan samle en noenlunde stor del av gruppens 130 medlemmer, fordi faststoff-fysikken er så spredt geografisk, og også interesser og arbeidsområder for de forskjellige forskningsgrupper er spredt med få aktive innen hvert felt. – Styret i gruppen består av: K. Fossheim, L. Halbo, A. Nordbotten (formann) og B. Nøst.

Kjernefysikkgruppen har arbeidet med 3 saker det siste året. Sak nr. 1 var NORDAC-planen, siden det ble besluttet ikke å realisere denne planen på det nåværende tidspunkt, må norske kjernefysikere søke andre løsninger på de problemer som førte til NORDAC-planen. Sak nr. 2 er Nordisk samarbeid i kjernefysikk. Som et resultat av at NORDAC-planen ikke skal gjennomføres, har Departementet gjennom Norsk Fysikkråd henvendt seg til kjernefysikkgruppen med forslag om å arrangere et møte mellom embedsmenn og fagfolk for å diskutere mulighetene for et nordisk samarbeid i kjernefysikk innenfor de nåværende ressursrammer. Det er utarbeidet planer for et slikt møte som det er meningen skal holdes i begynnelsen av høstsemesteret. Sak nr. 3 er arbeidet med å erstatte den nåværende Van de Graaff akselerator med en liten cyklotron (anskaffelsesomkostninger ca. 4 mill. kr.) ved Fysisk Institutt i Oslo. Saken vil bli fremmet overfor Universitetet i Oslo og NAVF.

Nåværende styre i gruppen er: T. Engeland (formann) A. Graue, P. O. Tjøm og A. C. Pappas.

Fysikk- og Miljøgruppen har ikke sendt noen

rapport. Interimstyret: P. Torbo (formann), H. Olsen og L. Owren.

Plasma- og gassutladningsgruppen holdt symposium på Rondane Høyfjellshotell i februar 1973, med ca. 50 deltagere. Nåværende styre: R. S. Sigmond (formann), G. Berge, M. Mentzoni og J. Trulsen.

Partikkelfysikkgruppen har ikke sendt noen rapport men Lillethun fortalte at det planlegges et Nordisk møte i Danmark i 1974. Nåværende styre: O. Skjeggestad (formann), E. Lillethun, K. Mork og P. Nyborg.

Reaktorfysikkgruppen har ikke sendt rapport. Nåværende styre: T. Sauar (formann), J. O. Berg og K. Haugset.

Optikk, atom og molekylgruppen. Det har vært holdt optikkmøte på Wadahl, men atom- og molekyldelen av gruppen har ikke vært aktiv. Kanskje gruppen burde deles i to. Nåværende styre: T. Jæger (formann), A. Lofthus, O. J. Løkberg.

Biofysikkgruppen. I denne gruppen har det ikke vært noen aktivitet. Walløe ønsker å gå av som formann. Det var enighet om at Styret i NFS skulle oppnevne et nytt styre for gruppen.

Generell teoretisk fysikk. I denne gruppen hadde det ikke vært noen aktivitet i det siste. Hemmer sa det var vanskelig å samle folk. Nåværende styre: P. C. Hemmer (formann), M. Kolsrud, S. Skavlem.

Undervisningsgruppen. K. J. Knutsen har deltatt i Fysikkdagerna för gymnasiaster i Stockholm. Referat fra dette møtet stod i FFV nr. 1 1973. Ellers er gruppen opptatt med å anmelde lærebøker i fysikk og med å skaffe stoff til midtsidene i Den Høgre Skole. Nåværende styre: O. Øgrim (formann), E. Palm (viseformann), K. J. Knutsen (sekretær), F. Haugen, K. Aasen, A. Erdal.

Geofysikk og ionesfærefysikkgruppen. Styret i denne gruppen med unntagelse av Huseby er identisk med NTNF's utvalg for romforskning. Nåværende styre: B. Landmark (formann), O. Dahl, O. Egeland, O. Holt, E. Huseby og H. Trefall.

Pkt. 7. Valg.

H. Sørum ledet valget. Årsmøtet sluttet seg til valgkomitéens innstilling. Styrets sammensetning fra 1/1 1974 til 1/1 1975 er da:

T. Riste, formann.
A. Graue, viseformann.
T. Henriksen
O. Bratteng
I. Svare

Varamenn:
T. Engeland
M. Kolsrud
L. Owren
H. Pettersen
R. S. Sigmond

Revisorer: J. Debernard
K. Budal

Varamann: Ø. Hauge

Valgkomitéen: T. Grotdal, J. Sandstad og H. Sørum ble enstemmig gjenvalgt.

Pkt. 8. Fysikermøtet 1974.

Det er Oslo-området som står for tur til å arrangere Fysikermøtet 1974 og det var kommet tilbud om at man kanskje kunne holde det på Kr på Linderud, men man vil overlate avgjørelsen til Arrangementskomitéen. S. L. Andersen fikk i oppdrag av årsmøtet å sørge for at Fysisk Institutt i Oslo oppnevner en arrangementskomité så snart som mulig. Det er viktig at tidspunktet for møtet blir fastsatt på et tidlig tidspunkt. Slutten av juni ser ut til å være et passende tidspunkt for de fleste.

Pkt. 9. Målsettingsdebatt.

Formannen spurte: Hva bør gjøres for å få større aktivitet i NFS? og inviterte deltagerne til å komme med sine synspunkter. Han nevnte at man hadde to samlingspunkter, tidskriftet og Fysikermøtet, hva kan gjøres for å gjøre disse bedre og mer interessante? Debatten kom særlig til å dreie seg om arrangementet av fysikermøtet.

Det viste seg at det var et ønske at man for fremtiden bare hadde plenumsmøter, med inviterte foredrag som hittil, og med oversiktsforedrag ikke kortere enn 30 min. og forståelige for alle. Det var enighet om at på Fysikermøtet i 1974 skulle det bare være plenumsmøter. Men det var også et ønske at hver faglige gruppe som ønsket det skulle få seg tildelt et par timer som kunne brukes til møter, eller kortere foredrag, arrangementskomiteen må da sørge for at det er møterom til alle.

Det ble også nevnt at samarbeidet svikter mellom fysikere ved de forskjellige institusjoner når det gjelder gjesteforelesere, det ville være ønskelig om f.eks. fysikere i Bergen, Trondheim og Tromsø fikk vite om de gjesteforelesere som skulle komme til Oslo, og omvendt, slik at man kunne invitere de samme forelesere med mindre utgifter.

Det ble bedt om at Styret utarbeidet et dokument som grunnlag for ny målsettingsdebatt ved neste årsmøte.

Pkt. 10.

Det var ingen saker under eventuelt.

Møtet ble hevet kl. 17.45.

BUDSJETT 1973

Kontingent	kr.	23.000,—
Bidrag fra koll. medlemmer og andre	»	4.500,—
Bidrag til og inntekter ved møter og symposia	»	4.000,—
Bankrenter	»	2.000,—
Refusjon sekretærhjelp	»	1.000,—
	kr.	34.500,—
Sek.lønn + folketrygdavg.	kr.	7.000,—
Kontorutgifter	»	2.000,—
Abonnement FFV	»	9.800,—
Kontingent EPS	»	4.600,—
Abonnement Europhys. News	»	7.250,—
Til disposisjon for møter og symposia	»	3.850,—
	kr.	34.500,—

BUDSJETT 1974

Kontingent*	kr.	28.000,—
Bidrag fra koll. medlemmer og andre	»	3.500,—
Bidrag til og inntekter ved møter og symposia	»	4.000,—
Bankrenter	»	2.000,—
	kr.	37.500,—
Sek.lønn + folketrygdavg.	»	7.000,—
Kontorutgifter	»	2.000,—
Abonnement FFV	»	9.800,—
Kontingent EPS**	»	6.000,—
Europhysics News	»	5.000,—
Div. omkostn. for styret	»	2.000,—
Til disp. for møter og symposia	»	5.700,—
	kr.	37.500,—

* Etter medlemskontigent kr. 50,—
** Inkluderer forventet økning på 30 %.
Korrigert 17/6—73.

NYE MEDLEMMER

Siv.ing. O. N. Alvestad, Almenavd., NTH, Trondheim.
Vit.ass. T. Berge, Fysikkseksjonen, NTH, Trondheim.
Vit.ass. J. Aa. Bremer, Fysikkseksjonen, NTH, Trondheim.
Univ.stip. H. J. Braathen, Inst. for Teoretisk Fysikk, NTH, Trondheim.
Vit.ass. L. Buene, Fysisk Institutt, Univ. i Oslo, Blindern.
Vit. ass. A. Bøe, Fysikkseksjonen, NTH, Trondheim.
Forsker H. J. Fossum, FFI, Kjeller.
Univ.stip. S. Ekrann, Inst. for num. matematikk, NTH, Trondheim.
Vit.ass. P. O. Gartland, Fysikkseksjonen, NTH, Trondheim.
Univ.stip. A. Gjelsvik, Inst. for kybernetikk, NTH, Trondheim.
Vit.ass. J. J. Gonzáles, Inst. for teoretisk fysikk, NTH, Trondheim.
Vit.ass. R. Hegerberg, Fysikkseksjonen, NTH, Trondheim.
Vit.ass. P. H. Jerstad, Fysisk Institutt, Univ. i Oslo, Blindern.
Fagsekretær H. Klemsdal, Nordlysobservatoriet, Tromsø.
Forskningsstipendiat J. Moan, NHIK, Radiumhospitalet, Montebello, Oslo.
Vit.ass. H. M. Pedersen, Inst. for Almen Fysikk, NTH, Trondheim.
Dr. R. Pynn, Dept. of Physics, Brookhaven Nat. Lab., N. Y., USA.
Vit.ass. K. A. Selanger, Inst. for eksp. fysikk, NTH, Trondheim.
Vit.ass. T. Svinning, Fysikkseksjonen, NTH, Trondheim.

forts. fra s. 48

ning i skolen med lektorene Øgrim og Hönnås som innledere. På årsmøtet ble møteformen diskutert og det ble gått inn for at det på neste fysikermøte ikke skulle være parallelle sesjoner. I stedet skulle hver faglig gruppe som ønsket det kunne samles. På selve fysikermøtet skulle en ha inviterte foredragsholdere som nå, men forskingsrapportene skulle erstattes av oversiktsforedrag over norsk arbeid innenfor ulike fagområder av fysikken – mest mulig forståelig for folk fra andre fagområder. På denne måten vil fysikermøtet forhåpentligvis bli mer tiltrekkende også for fysikere som ikke driver med aktiv forsking, slik som skolefolk og andre. De fleste faglige grupper arrangerer nå sine egne møter ellers i året med korte forskingsrapporter slik at fysikermøtets oppgave er blitt endret.

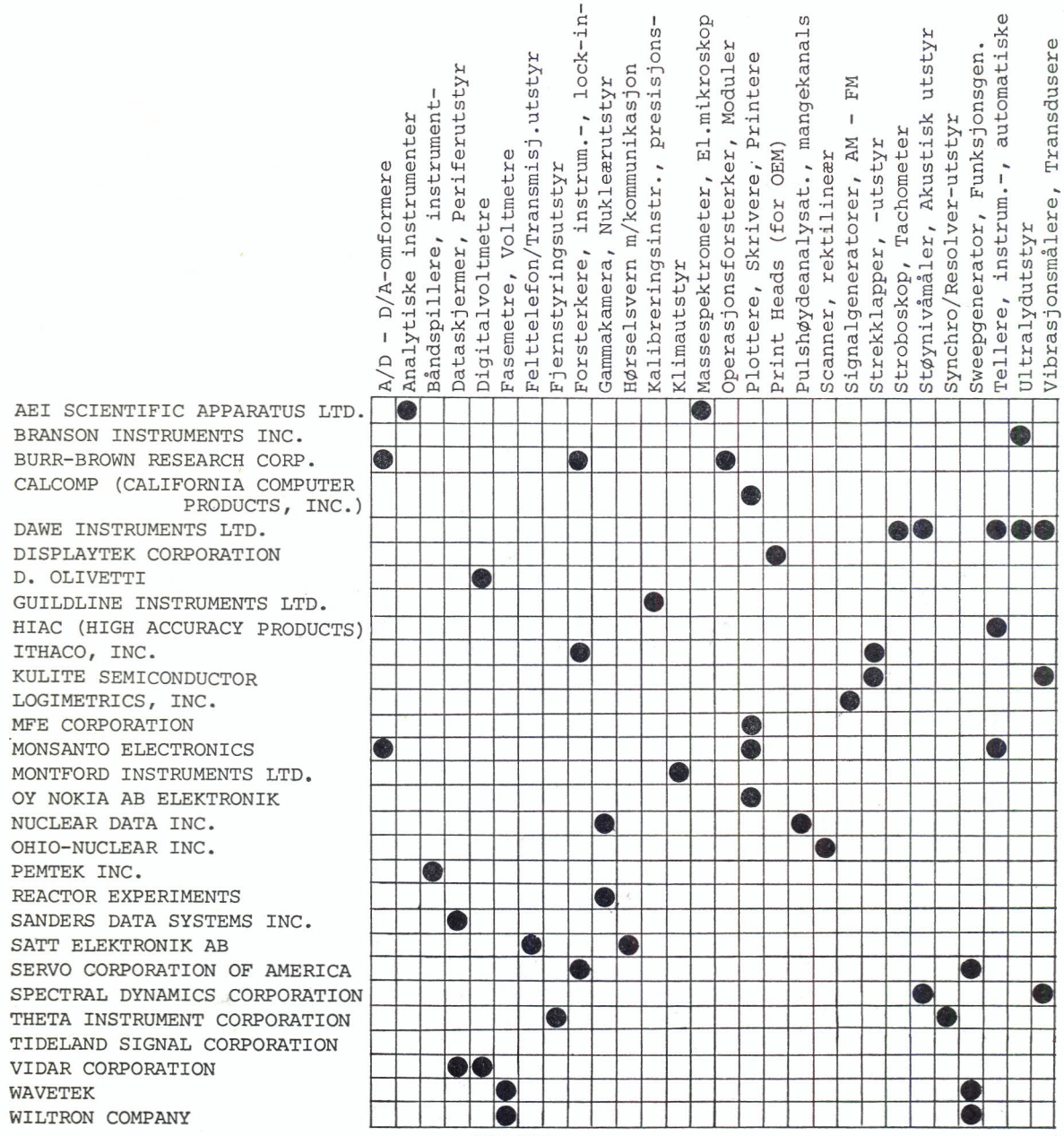
Et personlig ønske for neste fysikermøte: La oss få et oversiktsforedrag om kjemiens stilling idag.

Olav Steinsvoll.

ELEKTRONISK UTSTYR

FOR

INDUSTRI, SYKEHUS, FORSKNING, UNIVERSITETER OG SKOLER



HUGO RISØ A/S

Teknisk Import

RISØ

Postboks 8 Tåsen, Oslo 8

(Langmyrgrenda 1, Oslo 8)

Telefon: 23 25 80 - Telegrammer: HUGOTEST

Bankgiro: 7082.05.00227. Bank: Den norske Creditbank

Telex: 18 216

Fra Fysikkens Verden

Redaktør:
Professor dr. techn. Haakon Olsen, Universitetet i Trondheim, Norges lærerhøgskole.
Redaksjonskomité:
Rektor Finn Berntsen, Strinda gymnas, Trondheim.
Universitetslektor Wilhelm Løchstøer, Universitetet i Oslo, Blindern.
Forsker, cand. real. Olav Steinsvoll, Institutt for Atomenergi, Kjeller.
Dosent Leif Owren, Ph.D., Univ. i Bergen.
Dr. techn. Helge Øverås, CERN Genève.

Norsk Fysisk Selskap

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

Styre: Professor dr. philos. Arnfinn Graue, Universitetet i Bergen.
Amanuensis Gunnar J. Kvifte, Universitetet i Tromsø.
Dosent dr. philos. Thormod Henriksen, Universitetet i Oslo, Blindern.
Dosent Ivar Svare, Ph.D., Universitetet i Trondheim, Norges tekniske høgskole.

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

Postgirokonto: 88388 Bankgirokonto: 5102.20.16001

Teknisk medarbeider og annonsetjeneste:
Lab.ing. Halvard Torgersen, Universitetet i Trondheim, Norges tekniske høgskole.

Fra Fysikkens Verden utkommer kvartalsvis. Abonnement kan tegnes gjennom postverket eller direkte fra ekspedisjonen. Årsabonnement kr. 15,00. Årsabonnement for studenter og skoleelever kr. 10,00.

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

Postgirokonto: 10472 Bankgirokonto: 8601 236545

Recording Current Meter model 4 just retrieved from the Wedell sea in Antarctic after 5 years in the sea.

RECORDING CURRENT METERS
for ocean currents down to 5000 meters depth.

TEMPERATURE PROFILE RECORDERS
for recording vertical temperature profiles in the sea.

CLIMATOLOGICAL RECORDING STATIONS
Land-based or mounted on buoys.

TAPE READERS for reading magnetic tape from the above instruments.

IVAR AANDERAA
MANUFACTURER OF DATA COLLECTING INSTRUMENTS

HARDANGERVEIEN 2
5050 NESTTUN
NORWAY
TELEPHONE: BERGEN 27 23 14
CABLE: HELICON

Aktietrykkeriet i Trondhjem