Fra Fysikkens Verden

UTGITT AV NORSK FYSISK SELSKAP

INNHOLD

Fysikermøte og årsmøte 1973 1

Nyhetsspalten 2

Undersøkelser på kontinentalsokkelen 3

Alternativ lærer-utdanning? 8

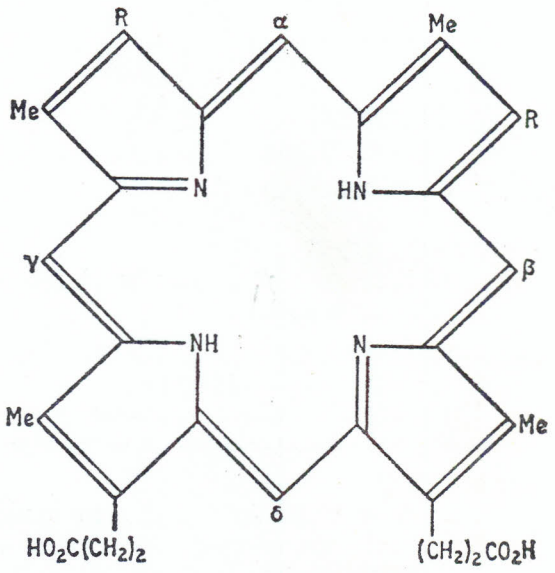
Optisk koherensteori. 2. del 9

Fysikkbøker og undervisning i ungdomsskolen 11

Anvendelse av Mössbauerspektroskopi. 2. del 13

Fysikdagerna för gymnasiaster 1972 21

Bøker 12, 22



Porfyrinstruktur i heme-gruppe (-protein).
(Se artikkel om Mössbauereffekten, s. 13)

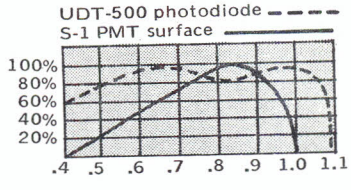
Nr. 1 - 1973
35. årgang

PÅ TIDE Å PENSJONERE DERES GAMLE FOTOMULTIPLIKATOR?

UNITED DETECTOR TECHNOLOGY

UDT's NYE GENERASJON STÅR KLAR TIL Å OVERTA

UDT — 400 — 500 — 600 SILISIUM DETEKTORER MED INNEBYGGET OPERASJONSFORTSERKER



Relativ følsomhet

LINEÆRT OMRÅDE
UDT 500: 10^{-12}W til 10^{-3}W (9 dekader ± 1 %)
F.M. Rør: 4 dekader

SPEKTRALOMRÅDE
UDT 500: 350nm—1100nm
UDT 500 UV: 200nm—1100nm
F.M. Rør: 200nm—1000nm (flere rør)

STABILITET
UDT 500: 1 % over 6 mnd, ingen hysterese effekter, ingen skader ved overbelysning.
F.M. Rør: Daglig drift, hysterese effekter, overbelysningsskader.

ROBUSTHET
UDT 500: (Mil Specs) 3000 G Sjokk.
F.M. Rør: Prøv, slipp det i gulvet.

PRIS/YTELSE
UDT 500 koster kr. 1.180,— i små kvanta. Den krever ± 15 V, 5 mA.
Et panelmeter kan brukes til utlesning.
Sammenlign selv med prisene på F.M. Rør, 1500 V power supply samt forsterkerutstyr med høyohmig inngang.

Ønsker De flere opplysninger om UDT 500 eller andre UDT detektorer eller instrumenter. Ring eller skriv til oss.

Rødland & Rellsmo A.S.
FORSKNINGSINSTRUMENTER
Enebakkveien 230, Oslo 11 — Telefon (02) 29 30 80

Fra Fysikkens Verden

Utgiver: NORSK FYSISK SELSKAP

Nr. 1 1973

Redaktør: HAAKON OLSEN

35. årgang

Fysikermøte og årsmøte i Norsk Fysisk Selskap 1973

Det er Trondheims tur til å arrangere dette møtet som vil bli holdt på NTH i dagene 18. til 20. juni 1973.

Programmet er enda på et forberedende stadium, men vi begynner foredragene mandag, 18. juni kl. 10.00. Årsmøtet i Norsk Fysisk Selskap holdes tirsdag ettermiddag. På bakgrunn av den diskusjonen som nylig har foregått i Fra Fysikkens Verden om skoleundervisningen i fysikk, innbyr vi til en frisk debatt om dette emnet onsdag ettermiddag. Ellers vil vi legge stor vekt på inviterte plenums foredrag, og vi håper også på mange 15 minutters bidrag fra møtedeltakerne. Resyme av foredrag må følge påmeldingen, og det bør være skrevet på engelsk for publisering i Physica Norvegica.

Vi har tenkt å gjenta båtsuksessen fra Tromsø, og vi har bestilt Fosenferja mandag kveld for fisketur til Tautra der vi også går i land og ser på klosterruinene. Ta gjerne med egen fiskeredskap. Den tradisjonelle årsfesten i Selskapet holder vi tirsdag kveld i Britannia.

Vi har bestilt hotellrom på Singsaker Studenthjem, Sentrum og Astoria hotell. Vi fordeler deltakerne på hotellene ettersom påmeldingen kommer inn, og det anbefales derfor å være tidlig ute for å sikre seg plass i den prisklasse en ønsker. Prisene inkluderer frokost.

Vi foreslår at de ulike fysikkmiljøene i Norge hver sender så mange deltakere (minst 10) at en oppnår moderasjon på tog eller fly, men dette overlater vi til de enkelte gruppene å arrangere.

Påmeldingsfristen er satt til 1 mai, og vi ber deltakerne fortrinnsvis nytte det skjemaet som er trykt i dette bladet. Som vanlig vil det bli en registreringsavgift på kr. 50,—, men dette vil bare bli krevd inn av dem som får beløpet refundert fra sin institusjon.

Detaljert program og saksdokumenter vil bli sendt ut nærmere møtet. Eventuelle spørsmål besvares gjerne av arrangementskomiteen for fysikermøtet 1973 som består av Ivar Svare, Eivind Hiis Hauge og Tore H. Løvås, Fysikkseksjonen, NTH, 7034 Trondheim.

Nytt frå styret i Norsk Fysisk Selskap

På styremøte 30. oktober 1972 og 27. januar 1973 har desse sakene vore refererte eller handsama:

1. Formannen og nestformannen var med på EPS-konferansen i Wiesbaden 3—6 oktober 1972. Dei representerte Norsk Fysisk Selskap på rådsmøtet og generalforsamlinga. Fem andre norske fysikarar var med på konferansen.
2. Styret har teke initiativ til ein spalte i Fra Fysikkens Verden med nytt frå dei fysiske institusjonane.
3. Det er løyvt pengar til faglege symposia og konferansar arrangert av dei faglege gruppene i akustikk, faststoff-fysikk og plasmafysikk.
4. Formannen og nestformannen var med på eit kontaktmøte mellom dei fysiske selskapa i Norden. Møtet vart halde ved NORDITA, København den 20. desember 1972. Frå Norge møtte også professor M. Kolsrud og professor H. Wergeland. På møtet vart det skipa eit «Nordiske Fysikeres Samarbeidsutvalg» med desse medlemmene:

J. Bang	Dansk Fysisk Selskap
P. Lipas	Finska Fysikersamfundet
Th. Sigurgeirsson	Island
T. Riste	Norsk Fysisk Selskap
L. Minnhagen	Svenska Fysikersamfundet
N. R. Nilsson	NORDITA, formann

Samarbeidsutvalget skal ha møte 13. februar 1973. Der skal ein:

a) Utarbeide planar for eit samarbeidsprogram for dei nordiske fysikkselskapa
b) skrive søknad om midlar til samarbeidsprogrammet hos sekretariatet for Nordisk kulturelt samarbeid.

5. Lektor K. Jostein Knutsen var med støtte fra Norsk Fysisk Selskap observatør ved «Fysikkdagerna för gymnasister 1972» i Stockholm og Västerås 20. og 21. november.
6. I følgje brev frå Hovedkomiteen har Norsk Fysikkråd hatt konstituerande møte 27. oktober 1972. Professor Arnfinn Graue er vald til formann og førsteamanuensis Jon Gjønnes til nestformann.
7. Société Française de Physique har hundreårsjubileum i 1973. Dette skal feirast med ein stor konferanse i Vittel 28. mai — 2. juni. Interesserte kan få påmeldingsskjema og program ved å vende seg til NFS' sekretariat.
8. Rekneskapen for 1972 viser eit underskot på ca. kr. 10.000,—. Dei viktigaste grunnane er sviktande inntekter på kontingent og uventa store utgifter til Europhysics News. Styret har gjort tiltak for om mogeleg å sikre større inntekter utanfrå i framtida. Spørsmålet om auke i medlemskontingenten vil bli vudert når ein kjenner resultatet av desse tiltaka.
9. Professor H. Wergeland er vald som visepresident i IUPAP, etter forslag frå Norsk Fysisk Selskap. Professor S. Westin er, saman med styret i Norsk Fysisk Selskap, vald som medlem av den norske nasjonalkomiteen for IUPAP.
10. Det har vore val på nytt styre i nokre av dei faglege gruppene:
    Faststoff-fysikk: L. Halbo (formann), K. Fossheim, A. Nordbotten og B. Nøst.
    Reaktorfysikk: T. O. Sauar (formann), J. O. Berg, og K. Haugset.
    Undervisning (attval): O. Øgrim, J. Bøe, A. Erdal, F. Haugen, K. J. Knutsen, E. Palm og K. Åsen.

Nyhetsspalten

Den faglige gruppe for akustikk har holdt valg på nytt styre fra 1/1 1973–31/12 1974.

Resultatet ble gjenvalg på det sittende styret som består av:

cand. real. Kjell Gjævenes, formann, Sognsveien 6 a, Oslo 4, cand. real. Tor Erik Vigran, cand. real. Gordon Flottorp.

Styret mottar gjerne henvendelser fra medlemmene til formannens adresse.

Nye medlemmer tatt opp på styremøtet 27/1 1973.

Vit.ass. Steinar Backe, Fysisk Institutt, Universitetet i Oslo, Blindern.
Vit.ass. Arnold F. Bertelsen, Fysisk Institutt, avd. B, Universitetet i Bergen.
Fysiker Tor A. Fjeldly, Max Planck Institutt, Stuttgart, V-Tyskland.
Forsker Halvor Heier, FFI, avd. E., Kjeller.
Lektor Åge R. Hansen, Frydensgate 3, oppg. A III, Oslo 5.
Lektor Thorvaldur Olafsson, Reykjavik, Island.
Fysiker Oddbjørn Sandervåg, IFA, Kjeller.
Stipendiat Tor Solem, A/S Akers Electronics, Horten.
Vit.ass. Magne Vestrheim, Fysisk Institutt, avd. B, Universitetet i Bergen.
Cand. real. Leif Westgaard, CERN, Genéve, Sveits.
Systemkonsulent Inge A. Øien, IDA A/S, Torshov Oslo 4.

Interimsstyret for Universitetet i Trondheim har oppnevnt univ.lektor Asbjørn Solheim til formann og professor Tore Lindbekk til nestformann i Utvalget for utviklings- og forskningsarbeid i skolen.

Rettelse: Ved en beklagelig trykkfeil er navnet til forfatteren av artikkelen «Den globale energibalanse» (forrige hefte side 82) skrevet feil. Det skal være *Ø. Holter.*

Nye kandidater i fysikk 1972 ved Universitetet i Bergen, Fysisk Institutt.

Kandidatens navn, og tittel på hovedoppgaven.

Aksland, Alf Marton: «Om daglig- og 27 dagers variasjonen i kjernekomponenten av den kosmiske strålingen 1965—69».
Andreassen, Jan Otto: «En undersøkelse av

(Forts. s. 22)

Seismiske metoder og resultater fra Jordskjelvstasjonens undersøkelser på den norske kontinentalsokkel

Eirik Sundvor

Et markert og geologisk interessant trekk ved vår jord er den mer eller mindre flate og relarive grunne undersjøiske plattform som omgir kontinentene. Denne flaten kalles på norsk for kontinentalhyllen eller kontinentalsokkelen, om man tar med de underliggende formasjoner. Fra flatens ytre del fører en mer eller mindre bratt skråning ned mot de store havdyp som i mange områder og da særlig rundt Stillehavet hører til de dypeste på jorden. Ser man på bredden av kontinentalhyllen, viser den stor variasjon. Langs enkelte kyster kan den helt mangle, mens den andre steder kan strekke seg 1 300 km utover i havet. Vanndybdene varierer også meget på kontinentalhyllene. Man har områder hvor dybden ved overgangen til skråningen bare er 20 meter, mens det andre steder kan dreie seg om 500 meter. De dypeste sokkelområder finnes først og fremst på steder som er eller har vært utsatt for glasial virksomhet, som f.eks. Antarktis, Grønland, Labrador og utenfor vår egen kyst. De grunneste sokkelområder finner man i strøk med kraftig korallvekst og i områder utenfor Sibirs kyster.

For en geolog er det meget viktig å kunne følge landgeologien ut på de oversvømmede sokkelområder. Da jordskjelvstasjonen, Universitetet i Bergen, i 1965 startet sine geofysiske undersøkelser på den norske kontinentalsokkel, var det svært lite som forelå av opplysninger om dens struktur, oppbygning og sammensetning. Grunnen til dette var i første rekke at man ikke før i de aller seneste år har hatt tekniske hjelpemidler til slike undersøkelser. Det som satte fart i dette arbeidet var først og fremst jakten på naturressurser, og da særlig olje og gass.

Petroleumsprosjektering i kontinentalsokkelområder har i de siste år hatt en enorm ekspansjon, og oljeleting er i dag i gang utenfor kystene til 75 land. Omlag 20 land produserer eller er i ferd med å etablere produksjon av olje og gass fra undersjøiske områder, og av verdens gass- og oljeproduksjon kommer i dag vel 20 % fra kilder under havbunnen. Likevel er det svært meget som tyder på at man i dag bare såvidt har startet på utforsking og utnytting av disse store havområder.

Med hensyn til kontinentalsokkelareal er som kjent Norge meget heldig stillet. Vi ser av Fig. 1 den brede kontinentalsokkel utenfor Norge. Hvis man her inkluderer dybder ut til 500 meter og om man tar med områdene rundt Svalbard, utgjør Norges kontinentalsokkel ca. 650—700 000

Fig. 1. Kart over de norske kontinentalsokkelområder.

Eirik Sundvor er amanuens ved Jordskjelvstasjonen, Universitetet i Bergen.

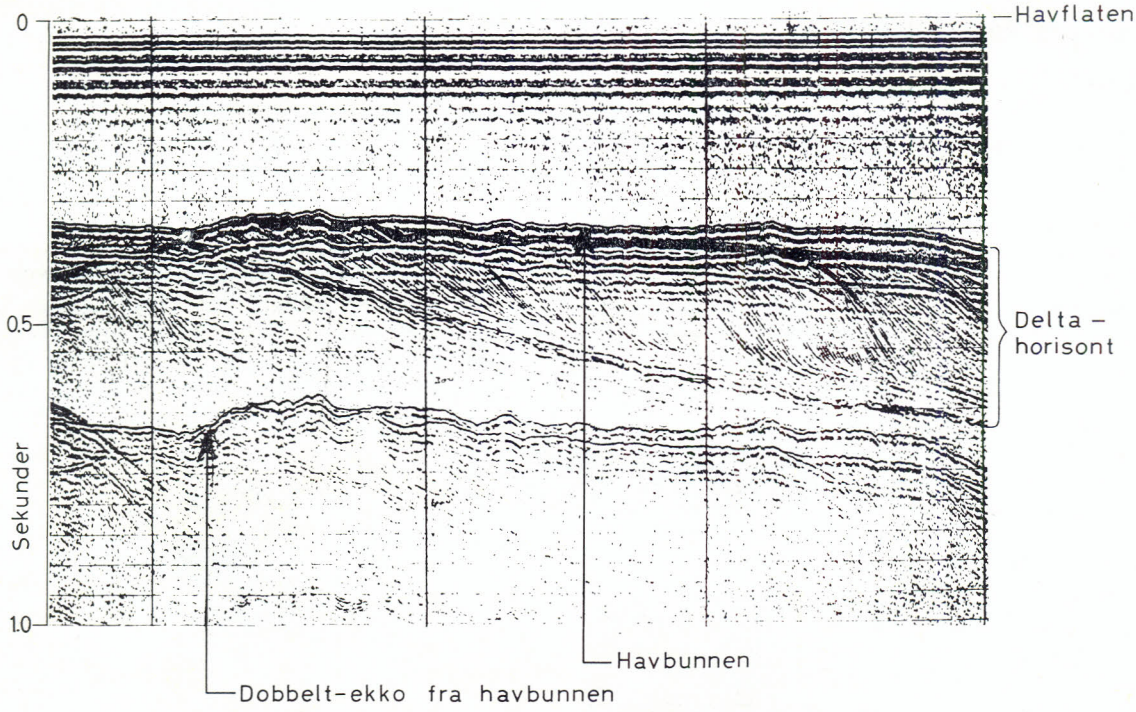


Fig. 2. Refleksjonsseismisk registrering fra sokkelen utenfor Sør-Trøndelag.

km² eller ca. 30 % av Europas sokkelareal. De deler av dette området som har dybde mindre enn 200 meter tilsvarer i areal hele Norges fastland. Før en går videre til en presentasjon av de viktigste resultater som foreligger, kan det være interessant å se litt nærmere på den undersøkelsesmetode som nyttes ved seismiske undersøkelser til sjøs. Vårt studieobjekt er de elastiske bølger. Disse har evnen til å forplante seg over store avstander i et medium, de vil reflekteres og bli brutt i overgangen fra et medium til et annet, og har forskjellig utbredelseshastighet i ulike media. Normalt er det slik at hastigheten er stor i medium med stor tetthet. Petroleumsforekomster oppstår kun i sedimentære bergarter. I slike bergarter har man ofte en tydelig lagdeling, og hvert lag representerer masser avsatt i en bestemt geologisk tidsepoke. En kartlegging av lagstrukturen og en bestemmelse av hastigheten til de elastiske bølger vil derfor gi en god støtte og ofte være den avgjørende faktor for plassering av borehullet. For å gjennomføre denne kartlegging av sedimentlagene benytter seismologene to ulike metoder:

Den refleksjonsseismiske og den refraksjonsseismiske metode. Refleksjonsundersøkelser er i dag de langt viktigste ved leting etter olje og gass. Refleksjonsinstrumenteringen er i prinsippet et meget lavfrekvent ekkolodd, og man registrerer tiden fra energien blir utsendt til den mottas. Man er også interessert i de reflekterte bølgers amplitude, frekvensspekter og tidsforløp, da dette ofte er karakteristiske størrelser for grenseflaten hvor refleksjonen finner sted og de lag bølgene forplanter seg i.

Resultatene fra en refleksjonsundersøkelse presenteres gjerne som et såkalt struktursnitt som viser refleksjonstiden til de geologiske diskontinuitetsflater som en funksjon av avstand langs jord- eller havoverflaten. Et eksempel på dette er vist i Figur 2. For også å kunne angi dypet ned til flaten, må man også ha kjennskap til bølgenes hastighet i de forskjellige lagene. Disse opplysningene kan man i dag få ved å benytte meget lange mottagerarrangementer som vist på Figur 3. Vanligvis er detektorkabelen 2 400 meter med opptil 48 forskjellige mottagere for det reflekterte signal. Når så energien utløses relativt ofte, som regel ved at skipet forflytter seg 50 eller 100 meter mellom hver gang, oppnår man at et bestemt punkt på en reflekterende flate vil kunne bli representert ved flere refleksjoner under forskjellige vinkler. Denne teknikken gjør det mulig via elektroniske regnemaskiner å beregne hastigheter i de forskjellige lagene. I marin seismikk er det imidlertid de multiple refleksjonene i vannlaget som skaper de aller største problemene. Grenseflaten vann/

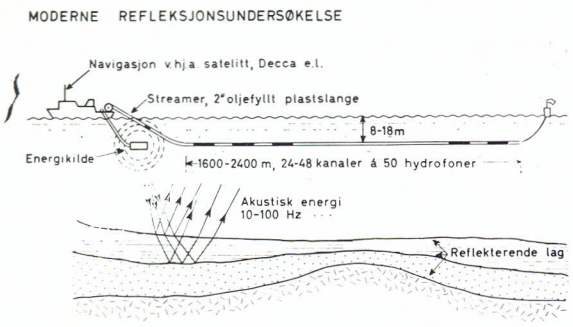


Fig. 3. Den refleksjonsseismiske metode.

luft er nemlig en meget sterk reflektor med refleksjonskoeffisient tilnærmet lik ÷ 1. Representerer så havbunnen også en sterkt reflekterende flate, vil selve vannlaget virke som en energifelle, og en seismisk puls som genereres i overflaten, vil suksessivt bli reflektert mellom de to flatene. Som en konsekvens av dette vil refleksjoner fra dypereliggende horisonter bli sterkt forstyrret og vanskelig å identifisere i registreringene. Et eksempel på det kraftige dobbelt-ekkoet er vist i Figur 2. Også dette problemet er det imidlertid mulig å løse ved den nevnte digitale registreringsteknikk og ved senere prosessering av dataene på de elektroniske regnemaskiner.

Den andre metoden, den refraksjonsseismiske, utføres i dag stort sett bare av forskningsinstituttene — og i den hensikt å grovkartlegge ukjente områder. Ved denne metoden benytter man seg av de bølger som treffer en grenseflate under den såkalte kritiske vinkel og derfor forplanter seg langs diskontinuitetsflaten. Energien i denne bølgen vil i følge Huygens prinsipp kontinuerlig bre seg opp i det øvre lag og kan registreres om man har en viss minsteavstand mellom energikilde og mottager. Figur 4 viser bølgeforplantningen og et vanlig arrangement med skyte- og registreringsbåt. Ved å undersøke variasjonene i tid fra en bølge genereres til den blir registrert med avstanden fra genereringspunktet er det mulig å beregne den seismiske bølgehastighet og dybden til de forskjellige refrakterende horisonter.

Det man ønsker av en seismisk energikilde er at den utsendte energi skal være konsentrert i en kort energipuls med høy energitetthet, og den bør videre ha et mest mulig flatt frekvensspektrum i det frekvensområdet hvor man ønsker at energien skal ligge. Det er jordens frekvensavhengige absorbsjon som avgjør hvilket frekvensområde som man må benytte. Denne absorbsjonen er proporsjonal med frekvensen og fører til at energien vil bli mere lavfrekvent jo lenger vei bølgen har tilbakelagt. Man må altså legge energien i det frekvensområde hvor vi med praktisk anvendelige energikilder kan vente å få returnert tilstrekkelig energi til at den kan skilles ut fra støyen, selv om dette skjer på bekostning av oppløsningen på registreringene. I praksis vil dette si at energien ved undersøkelser hvor man har til hensikt å kartlegge et sedimentbasseng på noen kilometers dybde vil ligge mellom 5 og 100 Hz. Med en hastighet på 3 km/sek gir dette en bølgelengde på 30—600 meter. Dette vil være en indikasjon på hvilken oppløsning man kan vente, da lag som har tykkelse mindre enn en bølgelengde vil være vanskelig å detektere.

Hvilke energikilder har så seismologen til rådighet når han planlegger en undersøkelse. Den tradisjonelle energikilden ved seismiske undersøkelser er sprengstoff. Fra seismologens synspunkt er sprengstoff på mange måter en utmerket energikilde, og inntil for 6—7 år siden var den da også enerådende både ved land- og sjøundersøkelser. Det som skjer når sprengstoff detoneres i vann er at den kjemisk bundne energi frigjøres og omgjøres til kinetisk energi meget raskt. Noe av denne energien utsendes som en kompresjonsbølge, mens noe vil lagres ved sprengningsstedet i den gassboblen som dannes. Denne ekspanderer forbi det hydrostatiske likevektsvolum, og når gassboblen har nådd sitt maksimale volum, komprimeres den og vil deretter ekspandere og sende ut en ny kompresjonsbølge, den såkalte boblepuls. Den utsendte akustiske energi består derfor av en førstepuls samt en rekke sekundære oscillasjoner. Dette forholdet med bobleoscillasjoner har man ved alle former for energikilder i vann, men heldigvis har vi en del metoder til å redusere denne effekten slik at den utsendte energipulsen

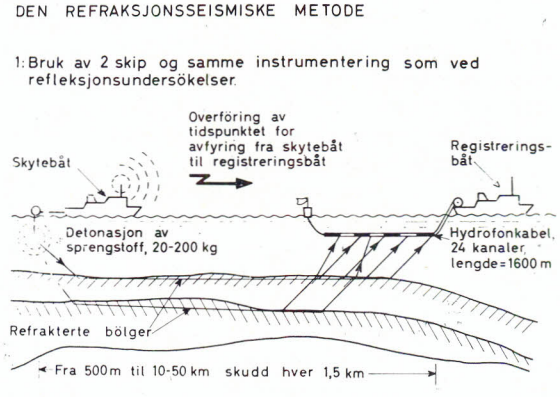


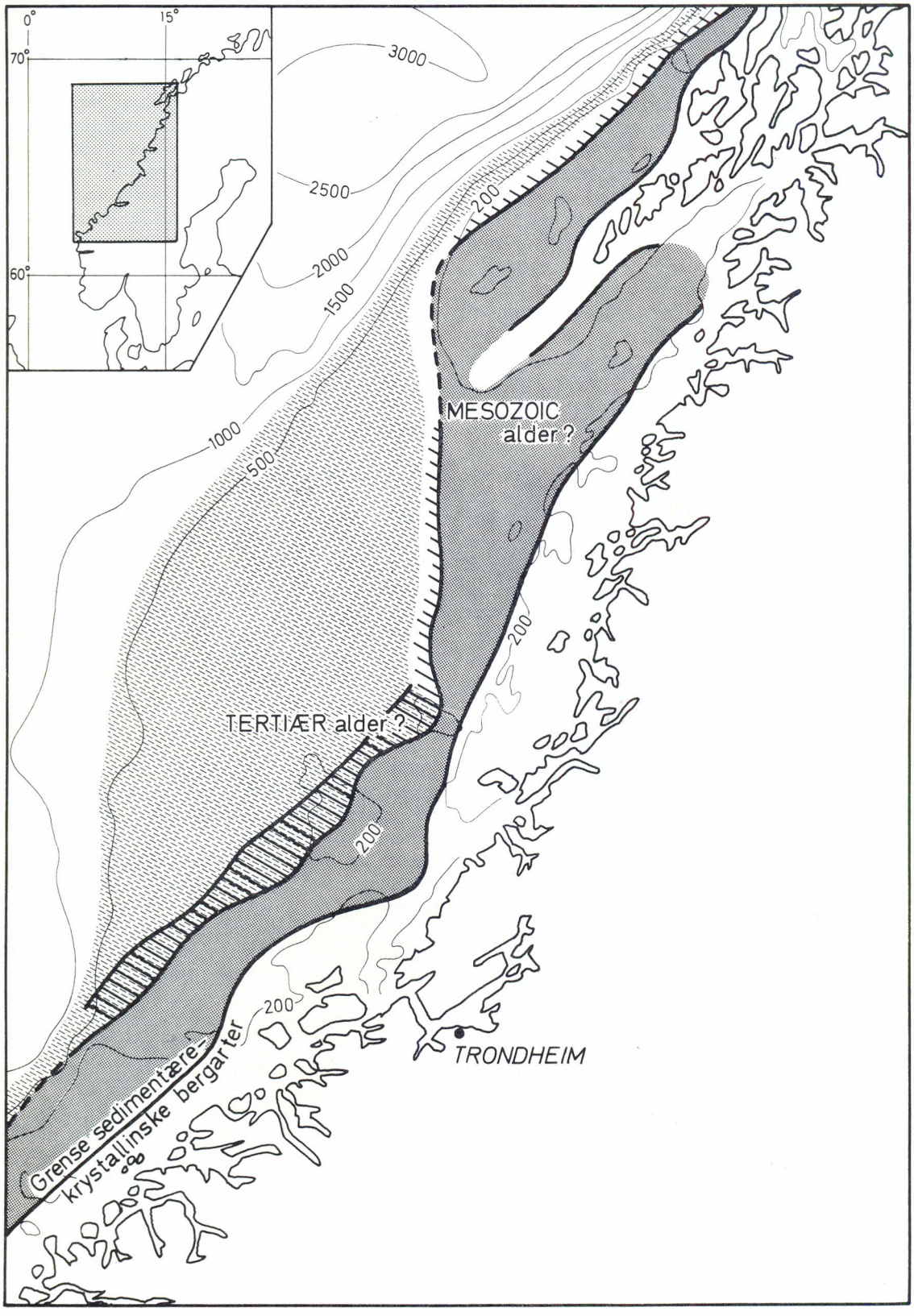
Fig. 4. Den refraksjonsseismiske metode.

tår en akseptabel form. Ved sprengstoff brukt på tradisjonell måte blir bobleoscillasjonene eliminert ved å detonere ladningen like under vannoverflaten, d.v.s. i et dyp mindre en boblens maksimale radius. Dermed oppnår man at boblen bryter overflaten, og vi får utblåsning. På grunn av sprengstoffets ødeleggende virkning på fiskebestanden og de restriksjoner dette etter hvert førte med seg med hensyn på ladningsstørrelsen, måtte man se seg om etter nye former for energikilder. Det er vesentlig den høyfrekvente del av energipulsen som forårsaker skade, og oppgaven ble å finne en erstatning som har sin energi i det lavere frekvensområdet. Vi skal nevne kort et par av de alternativ til sprengstoff som i dag er mest benyttet: Ved «air-gun» eller luftkanon benyttes trykkluft som energikilde. Trykkluften lages av en kompressor og føres over til senderen som taues etter båten. Trykket i senderen er ca. 140 atm. Ved å kombinere et stort antall slike airguns, kan man oppnå både eliminasjon av boblepulsene og det mest gunstige frekvensspektrum. «Aquapuls» er en annen metode som benyttes meget. Her frigjøres energien ved at en eksplosiv gassblanding avfyres elektrisk inne i en fleksibel gummibeholder. Her reduseres de sekundære oscillasjoner ved at eksosgassene føres opp over havoverflaten. Vi skal her ikke oppholde oss med den akustiske energis ferd mot det indre og opp igjen, men bare nevne at bølgene kommer opp til overflaten under forskjellige vinkler ettersom hvor langt nede de har vært.

Mottageren har som oppgave å omgjøre den reflekterte eller refrakterte akustiske energi til elektriske signaler. I dag brukes trykkfølsomme piezoelektriske krystaller til denne oppgaven — de såkalte hydrofoner. Seismiske målinger utføres i dag mens fartøyet holder en konstant fart på mellom 5 og 10 knop, og mottageren slepes i sjøen etter båten. Dette introduserer en rekke støykilder i mottageren i tillegg til støy fra sjøens bevegelse. Støykildenes virkning reduseres til et minimum ved å plassere mottagerkrystallene inne i en myk oljefylt plastslange av fra 30 til 100 meters lengde. Ved å plassere flere slike lengder etter hverandre vil informasjonsmengden økes, og man har fått det man i oljeprospekteringen kaller en «streamer» — et utmerket mottagerinstrument, men på grunn av lengden, 2400 meter, er den selvsagt vanskelig å håndtere.

Jordskjelvstasjonen ved Universitetet i Bergen ble for første gang engasjert i undersøkelser på den norske kontinentalsokkel i 1962. I årene som har gått siden da har stasjonen målt i alt ca. 12 000 kilometer med refleksjonsseismiske profil og undersøkt de dypere strukturer langs 50 refraksjonsseismiske profiler. Det meste av dette arbeidet har vært konsentrert mellom Stadt og Bjørnøya, og i denne 10 års perioden mener vi å ha utført det som var hensikten med disse undersøkelsene: en grovkartlegging av de geologiske hovedstrukturer og derved fått innblikk i kontinentalsokkelens sammensetning og oppbygning. Praktisk talt hele det norske kontinentalsokkelområdet er dekket av materiale fra den geologiske perioden vi lever i, d.v.s. kvartærtiden. Tykkelsen og materialets sammensetning varierer meget. Den største tykkelse av den kvartære lagserien er funnet under den såkalte Skjoldryggen som ligger ved kanten av kontinentalsokkelen — Eggakanten — på ca. 66° N. I dette området er mektigheten ca 450 meter. Et generelt trekk når det gjelder kvartæravsetningene er at tykkelsen øker jevnt fra bankområdene (Frøyabanken, Haltenbanken, Sklinnabanken) og utover mot Eggakanten. Innenfor bankområdene er kvartærsedimentene temmelig ujevnt fordelt. At kontinentalsokkelen er dekket av til dels betydelige kvartære avleiringer, var ingen overraskelse for geologene. Slike avsetninger finnes også på land i betydelige mektigheter og skyldes først og fremst breenes arbeid under de forskjellige istider. Moderne seismisk instrumentering har imidlertid gjort det mulig å finne ut hva som skjuler seg under disse nylig avsatte sedimentene. Figur 5 viser et geologisk kart av kontinentalsokkelområdet fra Stadt til Andøya. Grensen mellom de krystallinske bergartene på landsiden og de sedimentære bergartene på sjøsiden er vanligvis lett å påvise i registreringene, og det viser seg at den stort sett følger kystlinjen. I et refleksjonsseismisk profil tvers over sokkelen finnes flere godt reflekterende horisonter. Den mest markerte av disse er en horisont med en karakteristisk «deltastruktur» som vist i Figur 2. Denne horisonten har en meget stor lengdeutstrekning og er bygget opp av meget motstandsdyktige sedimenter som kiler ut som en rygg under kvartærserien. Horisonten er særlig markert i området mellom Smøla og Vega. Det er på denne ryggen bankområdene ligger, og disse er altså ikke, som man kanskje kunne vente, bygget opp av glasialt materiale, men består for en stor del av preglasial berggrunn. Basisflaten for kvartærsedimentene er en tydelig erosjonsflate mellom fastlandet og «deltahorisonten», mens den lenger

Fig. 5. Prekvartært geologisk kart over kontinentalsokkelen fra Stadt til Andøya.


0°
15°
70°
60°
3000
2500
2000
1500
1000
500
200
MESOZOIC
alder ?
TERTIÆR alder ?
TRONDHEIM
Grense sedimentære-
krystallinske bergarter

ute har en form og lagstilling som tyder på at denne delen av kontinentalsokkelen stadig har vokset vestover i takt med de tilførte sedimenter. Mellom land og «deltastrukturen» har den sedimentære lagserien et fall på mellom 5° og 7° mot vest. Dette fallet overstiger det man må regne med har vært den primære helning av sedimentasjonsflaten. Disse bergartene må derfor ha vært utsatt for en hevning i øst etter at de ble avsatt. Denne hevningen har igjen ført til erosjon, og derfor er området mellom land og «deltastrukturen» et tydelig erosjonsområde. I tertiærtiden ble Skandinavia utsatt for en betydelig landhevning, og det er derfor grunn til å anta at det er denne landhevning som har ført til at de landnære sedimenter er blitt skråstilte i forhold til den primære helning. Dette fører da til den konklusjon at disse bergartene må være av pretertiær alder. «Deltahorisontene» og de yngre sedimentære bergartene utenfor representerer store sedimentmasser. For å få avsatt slike store mektigheter som det her er tale om, må det ha vært rikelig tilgang på erodert materiale. En kraftig erosjon i forbindelse med den tertiære landhevning kan ha sørget for dette. Dette peker da sterkt mot at underkanten av «deltahorisonten» representerer basis for tertiær avsetningene på kontinentalsokkelen, og at området på innsiden av deltaet består av sedimentære bergarter fra *Meszoikum*. Funnet av Jura-Kritt bergarter på Andøya tyder på at dette kan være sannsynlig.

Yngre sedimentære bergarter dekker altså det meste av den norske kontinentalsokkel. For å få bestemt tykkelsen av disse sedimentlagene har Jordskjelvstasjonen benyttet den refraksjonsseismiske metoden, og det ble fort klart at den norske sokkel også representerte et sedimentasjonsområde med meget betydelige mektigheter av lagdelte sedimenter oppå et underlag som vi antar består av krystallinske bergarter tilsvarende dem på land. I området mellom 62° N og 65° N er det målt sedimenttykkelser på vel 4 km. Lenger nord og like utenfor Andøya har man funnet mektigheter på opptil 5 km. Våre refraksjonsprofiler er imidlertid bare for stikkprøver å regne på kontinentalsokkelen, og det er lite trolig at de nevnte tykkelser representerer maksimumsmektigheter. Flymagnetiske målinger indikerer da også tykkelser enkelte steder på det dobbelte av hva Jordskjelvstasjonen har målt.

Ikke bare med hensyn til sokkelareal, men også når det gjelder mektighet og utbredelse av sedimentære bergarter — den første betingelse for olje og gass — er altså Norge meget heldig stillet. Hittil har som kjent all boring og oljefunn vært gjort sør for 62° N. Hva som skjuler seg under havbunnen lenger nord, får fremtiden vise.

Alternativ lærerutdanning med realfaggrunnlag?

Norsk Fysisk Selskaps seksjon for undervisningsspørsmål har mottatt et brev fra Rektor ved Sogndal lærarskole, Arnvid Kjykjeeide, hvor dette spørsmålet er reist. Han skriver:

Ein har sett i «Fra Fysikkens Verden» at Norsk Fysisk Selskap har teke opp arbeidet med ymse undervisningsspørsmål for å styrkje naturfaga og vel serleg fysikk-faga si stilling i skolen. Interessa ser ut til å samle seg om fysikkfaget på gymnasnivå og i ungdomsskolen (på tidlegare realskolenivå) ved sida av undervisninga på universitet og i høgskolar. Fysikken og naturfaga sin plass i norsk lærarutdanning utanfor universiteta, kan ein ikkje sjå at Norsk Fysisk Selskap har drøfta eller hatt interesse for. Men dersom ein ynskjer ei ålmenn heving av folk sin kunnskap om naturen og naturvitskaplege problemstillingar og resonnement, som stadig grip meir inn i liv og levesett på ulike måtar, ved sida av at mykje av dette stoffet representerar store kulturverdiar, så er vel ein av dei mest verknadsfulle måtane dette kan gjerast på, å gje ein rimeleg del av dei lærarar som skal arbeide i grunnskolen ei solid utdanning i desse fag og disiplinar.

Tradisjonelt har realfaga stått uhyre svakt i norsk lærarutdanning for grunnskolen. Ein kan her også vise til uttale frå ei gruppe lærarskolelektorar som har vore samla til konferanse på Gjøvik for nokre veker sidan. Ein vil tru at dei fleste realistar, som arbeider i lærarskolen, er einige i dei synsmåtane som skrivet til Kyrkje- og undervisingsdepartementet målber.*

Ut frå det som er sagt ovanfor og ut frå den trong som sikkert finst hos dei fleste av dei små og svake realfagseksjonane som finst ved norske lærarskolar spreidde over heile landet, vil ein stille følgjande spørsmål:

---

* Referanse til vedlegg er utelatt. H. T.

(Forts. s. 12)

Optisk koherensteori

Del 2.

Kjell Gåsvik

4.2. Tidskoherens.

Vi skal så betrakte fenomenet tidskoherens, beskrevet ved $\gamma_{11}(P_1, P_2, \tau) \equiv \gamma(\tau)$, altså hvor P_1 og P_2 faller sammen til ett punkt og hvor τ kan være forskjellig fra null.

Ved hjelp av vårt matematiske apparat fra avsn. 1 er det relativt enkelt å følge den matematiske utledning og vi skriver den ned uten kommentar. Lign (3) satt inn i lign (6) for $P_1 = P_2$ gir

$$\Gamma_{11}(P_1, P_1, \tau)$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty}[4\int_{0}^{\infty}S(\nu)\exp(i2\pi\nu(t+\tau))$$

$$d\nu\int_{0}^{\infty}S^*(\nu')\exp(-i2\pi\nu' t)d\nu']dt$$

$$= 4\int_{-\infty}^{\infty}\exp(i2\pi t(\nu-\nu'))$$

$$dt\int_{0}^{\infty}\int_{0}^{\infty}S(\nu)S^*(\nu')\exp(i2\pi\nu\tau)d\nu d\nu'$$

$$= 4\int_{0}^{\infty}\int_{0}^{\infty}S(\nu)S^*(\nu')\exp(i2\pi\tau)\delta(\nu-\nu')d\nu d\nu'$$

$$= 4\int_{0}^{\infty}S(\nu)S^*(\nu)\exp(i2\pi\nu\tau)d\nu$$

$$= 4\int_{0}^{\infty}I(\nu)\exp(i2\pi\nu\tau)d\nu$$

og $I(P_1) = I(P_2) = 4I_{tot}$. Dette gir

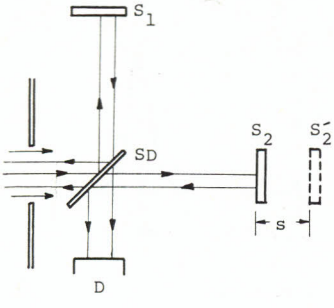


Fig 11
Michelsons interferometer.

$$\gamma(\tau) = \Gamma_{11}(P_1, P_1, \tau)/4I_{tot}$$

$$= \int_{0}^{\infty}P(\nu)\exp(i2\pi\nu\tau)d\nu \qquad (14)$$

Herav ser vi at $\gamma(\tau)$ er lik Fouriertransformasjonen av kildens spektrale fordelingsfunksjon $P(\nu)$. Lign (14) kan skrives som

$$\gamma(\tau) = |\gamma(\tau)|\exp(-i(\alpha(\tau) - 2\pi\nu_0\tau)) \qquad (15)$$

hvor ν_0 er lysets midlere frekvens. Ettersom forholdet $\Delta\nu/\nu_0$ er lite vil $|\gamma(\tau)|$ og $\alpha(\tau)$ være sakte varierende funksjoner av τ i forhold til $\exp(i2\pi\nu_0\tau)$. Vi skal her se på tilfellet hvor $P(\nu)$ er symmetrisk omkring ν_0. Da har vi at $\alpha(\tau) = 0$ og lign (15) kan skrives som

$$\gamma(\tau) = |\gamma(\tau)|\exp(i2\pi\nu_0\tau)$$

Dette satt inn i lign (12) gir

$$I(\tau) = 2I[1+|\gamma(\tau)|\cos(2\pi\nu_0\tau)]$$

og visibiliteten blir selvsagt som i det generelle tilfellet

$$V = |\gamma(\tau)|$$

For en viss verdi av $\tau = \tau_c$ vil visibiliteten og altså $|\gamma(\tau)|$ være lik null. Dette inntrer for $\tau_c = 1/\Delta\nu$. τ_c er definert som koherenstiden for lyset og koherenslengden er gitt ved $L_c = c\tau = c/\Delta\nu$. For termiske kilder med verdier for $\Delta\nu/\nu_0$ på typisk $10^{-2} - 10^{-3}$, kan vi oppnå koherenslengder av størrelsesorden en millimeter eller mindre.

Å måle $\gamma(\tau)$ for $P_1 = P_2$ lar seg ikke gjøre med Youngs forsøk, men med et annet instrument som også bærer Michelsons navn, nemlig Michelsons interferometer som er tegnet skjematisk på fig 11.

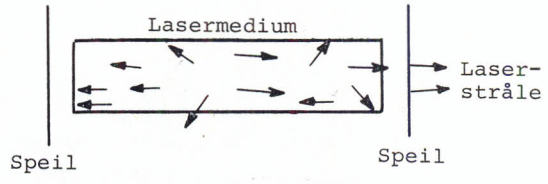


Fig. 12. Laserresonator.

Inn fra venstre kommer feltet som er en plan bølge. Av denne blir én del reflektert og resten transmittert i stråledeleren SD. Disse delene reflekteres så tilbake fra speilene S_1 og S_2 henholdsvis, og av dette blir så igjen noe transmittert og noe reflektert til en detektor D som kan være øyet eller et annet instrument. Siden vi har en plan bølge inn, kan overflaten av stråledeleren betraktes som punktet P og overflaten av detektoren som punktet p hvor feltene interfererer. Vi antar at vi på figuren har tegnet inn tilfellet hvor den optiske veilengde fra stråledeleren til detektoren via speilene S_1 og S_2 er lik for de to lysveiene. Vi vil da kunne registrere $\gamma(0)$. Hvis vi forskyver S_2 et stykke s til S'_2 vil veilengdeforskjellen for de to lysveiene være 2s og vi vil ved detektoren kunne registrere $\gamma(\tau)$ hvor $\tau = 2s/c$. Dette prinsippet brukes i såkalt interferensspektroskopi eller Fourierspektroskopi til å undersøke den spektrale fordelingsfunksjon $P(\nu)$ for en kilde. Man forskyver speilet S_2 kontinuerlig samtidig som signalet fra detektoren overføres til en skriver som skriver ut interferensmønstret som funksjon av τ. Dette utskrevne interferensmønster kalles et interferogram. Ved hjelp av regnemaskiner beregner man så den inversfouriertransformerte av lign (14) og får ut funksjonen $P(\nu)$.

Som en anvendelse av vår teori skal vi til slutt se litt på spektralfordelingen og koherenslengden for laseren. Uten å gå i detalj når det gjelder laserens virkemåte skal vi her bare nevne at lyset fra laseren skyldes stimulert stråling fra en kvanteovergang i lasermediet. Pga at atomene i lasermediet beveger seg under lysutsendelsen vil lyset ikke være representert ved en skarp spektrallinje, men bre seg jevnt ut over flere frekvenser. Denne frekvensfordeling går under navnet Dopplerforbredning og er representert ved den stiplede kurven på fig 13. Lasermediet er plassert i en såkalt resonator som består av to speil med høy reflektans og liten absorpsjon. Dette er antydet på fig 11. Det ene speilet (eller begge) er delvis transparent slik at en del av strålingsfeltet inne i resonatoren kommer ut som laserstråle. Nå vil ikke laserlyset være representert ved alle frekvenser innenfor den stiplede kurven på fig 13. Dette pga at en mellom speilene får stående bølger, et strålingsfelt som oscillerer frem og tilbake for de bølgelengder som oppfyller resonatorligningen:

$$n(\lambda/2) = L$$

hvor n er et helt tall, λ er bølgelengden og L er resonatorens lengde. Man sier at laseren svinger i såkalte longitudinale moder. Resultatet er tegnet inn på fig 13 hvor vi får flere laserlinjer som oppfyller resonatorligningen innenfor Dopplerbredden. Av resonatorligningen finner vi at avstanden mellom laserlinjene blir $\Delta\nu = c/2L$. Som vi ser av figuren har også laserlinjene en viss bredde. Denne er vesentlig bestemt av stabiliteten på speilene som begrenser resonatoren. På figuren er angitt noen typiske verdier for en ca 1 meter lang He-Ne laser med $\lambda = 6328$ Å.

Som man ser av resonatorligningen er det lengden av resonatoren som avgjør hvor mange longitudinale moder vi kan ha. Vi vil anvende vår teori på det tilfellet hvor vi har to moder. Spektralfordelingen blir da som tegnet inn på fig 14. Vi har her tegnet inn to linjer ved ν_1 og ν_2 med samme høyde. Av fig 13 ser vi at dette er en tilnærmelse. Hvis vi nå anvender lign (14) og Fouriertransformerer spektralfordelingen $P(\nu)$ som angitt på fig 14, vil vi i samsvar med egenskap 2 (se fig 4) ved Fouriertransformasjonen få en transformert som tegnet inn på fig 15. Den svakt krummede kurven er den vi ville få som Fouriertransformert hvis vi hadde bare en mode, mens den

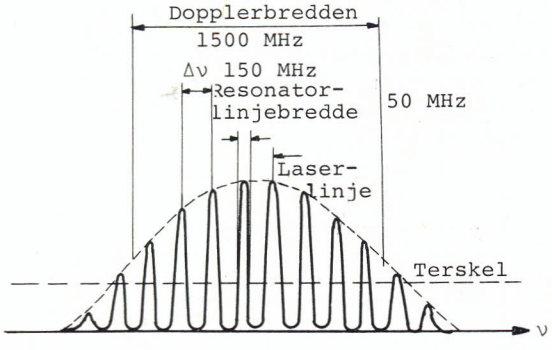


Fig. 13. Den Dopplerforbredede laserlinje med longitudionale moder.

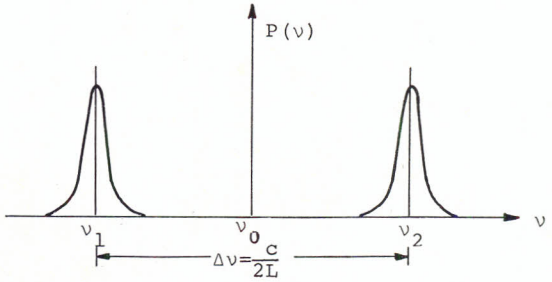


Fig. 14

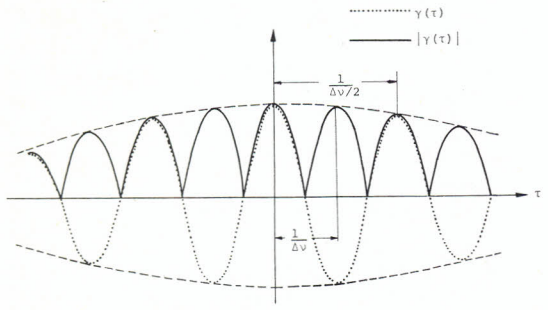


Fig. 15

prikkede cosinusvariasjon er Fouriertransformasjonen av P(ν) på fig 14. Visibiliteten er lik tallverdien av $\gamma(\tau)$ og er representert ved den helopptrukne kurven. Avstanden mellom maksima i denne kurven blir lik $1/\Delta\nu$. Således ser vi at hvis vi bare har en longitudinal mode vil visibiliteten være en svakt avtagende funksjon av gangforskjellen representert ved omhyllingskurven. Hvis vi derimot har to moder vil visibilitetskurven ha periodiske maksima for $\tau = n(1/\Delta\nu) = n(2L/c)$. Da $\tau = S/c$, hvor S er veilengdeforskjellen, vil vi derfor få periodiske maksima i visibiliteten ved veilengdeforskjeller lik

$$S = n2L$$

Altså et helt antall ganger det dobbelte av resonatorlengden. Hvis vi har flere enn to moder (som kan ha forskjellig intensitet) vil ikke visibilitetskurven lenger bli som den på fig 15, men en kurve med skarpere krumning. Likevel vil vi fremdeles ha periodiske maksima for $S = n2L$.

Ut fra dette innser vi at ved langveisinterferometri bør man benytte korte lasere som bare svinger i en enkelt longitudinal mode og som derfor kan ha en koherenslengde på flere hundrede meter. Hvis ikke, må man passe på ikke å ha gangforskjeller som gjør at man havner i et minimumsområde på visibilitetskurven. Dette er spesielt viktig i holografi.

LITTERATUR

L. Mandel og E. Wolf: «*Coherence Properties of Optical Fields*» Rev. Mod. Phys. *37* (1965) 231.

M. V. Klein: «*Optics*». Kap. 6. John Wiley & Sons Inc. New York 1970.

FYSIKKBØKER OG FYSIKK-UNDERVISNING I UNGDOMSSKOLEN

1. To faktorer som vil være av betydning ved aldring av dagens lærebøker i fysikk er:
   – tilfanget av eksempler som illustrerer de fysiske reglene og
   – de metodiske endringer som vil følge av at databehandlingsutstyr blir vanlig i skolene.

2. Den første faktor kan forklares ut fra fysikkundervisningens 3-delte oppgave:
   – den skal beskrive og gi en forståelse av den del av vår kultur som fysikkens historie er
   – den skal beskrive de begreper og lover vi tolker og forstår den fysiske virkelighet med
   – den skal gi kunnskap om, eksempler på og veiledning i bruk av den naturvitenskapelige metode

   Det kan hevdes at de to første oppgavene har fått en for sentral plass i den norske skole i forhold til andre deler av vår kultur og i forhold til andre deler av vår virkelighet som det er viktig å forstå.
   Eksempler til fysikkundervisningen kan hentes fra to kategorier:
   – fra det dagligdagse og kjente (pølser, fysikk og potetsalat) fordi det tilvante er en del av forståelse.
   – fra det spennende og meningsfylte (hvis skolen ikke fantes?), fordi «forskningsfronten» er et naturlig mål for kunnskapstilegnelse. For noen vil bilens fysikk være en naturlig «forskningsfront», for andre vil sosiale og økonomiske system kunne være like naturlige (Eks.: Gallant and Prothero: «Weight-watching at the University» – Science 28. jan. s. 381) for å peke på to ytterpunkt. I begge kategorier vil naturlige eksempler være en funksjon av tiden (vi lever i).

3. De metodiske endringer data-behandling vil kunne føre til er:
   – vekt på «boks»-formuleringer, d.v.s. forsøk på å definere og isolere deler av beskrivelser og resonnementer og eksplisitt angi «informasjonsgangen» mellom delsystemene (systemanalyse).
   – et skarpere skille mellom de matematiske formuleringer og de fysiske tolkninger formuleringene kan gies.

4. For undervisning og lærebok vil jeg tro at de foregående resonnement vil føre til en

matrisestruktur av emneområder i fysikken. Man vil f.eks. beholde en oppdeling av fysikken i, si vertikale, disipliner, som varme, elektrisitet, men i tillegg behandle emner med «horisontal», interdisiplinær karakter. En slik horisontal behandling vil kanskje også gi et bredere grunnlag for ekstrapolasjon av den naturvitenskapelige metode til disipliner som ikke tradisjonelt gjør bruk av fysiske og matematiske betraktningsmåter.

5. Det vil etter min mening dessuten være viktig at den iterative prosedure over induktive og deduktive betraktningsmåte som en læreprosess er, vil bli klarere aksentuert.

6. I data-behandling inngår bl.a. følgende to teknikker som vil kunne få betydning for lærebøkenes typografiske opplegg:
   – Det tegnes et flytekart over den data-behandlings-oppgave man står overfor. I en lærebok kan det tegnes et flytekart over kapitler og avsnitt.
   – Man undersøker i litteratur og program-bibliotek om det eksisterer edb-programmer som kan benyttes direkte, eventuelt bearbeides. I undervisningssammenheng vil arbeids-beskrivelsen av eksperimentet kanskje kunne få samme funksjon.

Knut Lehre Seip

(Forts. fra s. 8)

Er det mogleg for Norsk Fysisk Selskap å hjelpe til med (eventuelt ta initiativet til) å få nedsett ei arbeidsgruppe av fagfolk på fysikk, kjemi, biologi, geologi, geografi og matematikk som saman med hovedfagspedagogar med realfagleg bakgrunn og realistar med undervisningspraksis frå lærarskole og grunnskole, kunne utarbeide detaljerte planar for eit 2-årig/3-årig lærarstudium bygd på examen artium og elles hadde realfaga og naturvitenskapleg tenkje- og arbeidsmåte som sitt fundament? I studiet måtte det også vere innebygt naudsynlege komponentar av praktisk og teoretisk pedagogikk, yrkespraksis og ein del andre ting som ein reknar med vil krevjast av ei lærarutdanning for barnesteget, lagt opp som ein heilskap. Det ville likevel vere verdifullt å få ei utdanning som kunne vere eit verkeleg alternativ til dei ulike variantane av lærarutdanning som i dag byggjer nokså einsidig på eit humant/historisk/litterært grunnlag. Ein slik real-variant ville sikkert tilføre lærarutdanninga nye impulsar.

Planarbeidet måtte vel skje i samråd med Forsøksrådet for skoleverket. Korleis ein skulle løyse den finansielle sida, kan eg ikkje seie så mykje om i dag, men dersom trong og interesse for eit slikt utdanningsalternativ er til stades, skulle vel ikkje det problemet vere uløyseleg. Det skulle heller ikkje by på store problem å finne ein eller fleire lærarskolar som var villige til, og hadde evne til, å prøve ut ein slik modell, vil ein tru.

Til slutt vil ein gjere merksam på at dette er eit heilt privat initiativ frå mi side. Men etter å ha undervist og administrert i lærarskolen i 16—17 år, og sidan lærarskolane no er inne i ein sterk omformingsperiode, finn ein at tida er inne til å prøve å få noko gjort. Ein vonar at framlegget her også kan vekkje interesse hos Dykk.

Med helsing

Arnvid Kyrkjeeide

Bøker

Landau & Lifschitz: «Mechanics and Electrodynamics». A shorter course of Theoretical Physics. Bd. I, 280 s. Pris innb. 3 £.

Landau & Lifschitz' kjente verk i 9 bind: 1. Mechanics. 2. The Classical Theory of Fields. 3. Quantum Mechanics. 4. Relativistic Quantum Theory. 5. Statictical Physics. 6. Fluid Mechanics. 7. Theory of Elasticity. 8. Electrodynamics of Continuous Media. 9. Physical Kinetics, hvorav de 8 er kommet ut, er beregnet som grunnlag for spesialstudium i teoretisk fysik. Det blir større og større med hvert nytt oplag, og er vel nå for stort som vanlig pensum ved universitetene. Av den grunn planla Landau en mindre lærebok i 3 bind:

1. Mechanics and Electrodynamics.
2. Quantum Mechanics.
3. Macroscopic Physics.

som først kunne fullføres efter Landaus død av Lifschitz. Denne boken skulle efter Landaus mening være basert på det store «Course» men begrenses til det materiale som enhver fysiker av i dag uansett arbeidsområde bør være fortrolig med. Hvis de to følgende bind er like gode som det første, så vil denne nye boken av Landau & Lifschitz på en ypperlig måte løse det gamle problem om et standard pensum i teoretisk fysik for universitetene.

Harald Wergeland

Fra Fysikkens Verden

34. årgang
1972

NORSK FYSISK SELSKAP
TRONDHEIM 1972

Fra Fysikkens Verden

Redaktør:

Professor, dr. Haakon Olsen,

Universitetet i Trondheim, –

Norges lærerhøgskole, Trondheim.

Redaksjonskomite:

Rektor Finn Berntsen, Strinda gymnas, Trondheim

Universitetslektor Wilhelm Løchtøer, Universitetet i Oslo, Blindern

Forsker, cand. real. Olav Steinsvoll, Institutt for Atomenergi, Kjeller

Dosent Leif Owren, Ph.D., Universitetet i Bergen, Bergen

Dr. techn. Helge Øverås, CERN, Genève

Teknisk medarbeider, annonsetjeneste:

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

Sekretær:

Fru Gudrun Græsmann,

Ekspedisjonene adresse:

Fra Fysikkens Verden,

Norges Lærerhøgskole, 7000-Trondheim

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, NTH, Trondheim.

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

INNHOLD

Hefte 1

Fysikermøte og årsmøte i Norsk Fysisk Selskap 1972 1
Nytt frå styret i NFS 2
Mjuke gittersvingningar og faseomvandlingar. *Emil J. Samuelsen* 3
Store danske investeringer i international atomforskning. *Morgenavisen, 26/2 1972* 9
«Know-How '72» i Oslo 10
Konferanser 1972 11
Personalia 12
Forurensning og atmosfærens temperatur. *Ingolf Kanestrøm* 15

Bøker 2, 8, 21
R. C. Whitten og I. G. Poppoff: Fundamentals of Aeronomy.
H. Bittel, L. Storm: Rauschen.
Steve Edwards: Physics, A Discovery Approach.
Knut Michelsen: Fysikk 1 for gymnaset. Mekanikk. Varmelære. Optikk og bølgelære.
D. A. Tidaman and N. A. Krall: Shock Waves in Collisionless Plasmas.
Anders Bjørnhaug: Fysikk 8 og 9.
S. L. Andersen, W. Løchstøer, A. Storruste: Eksperimentalfysikk. Laboratorieøvelser.
Maurice Holt (ed.): Proc. 2nd International Conference on Numerical Methods in Fluid Dynamics.
Søren Sikjær (ed.): Seminar on the Teaching of Physics in Schools.
R. S. Tebble and D. J. Craik: Magnetic Materials.
J. Ehlers et al. (ed.): Lecture Notes in Physics. Vol. 5: *Schaaf, M.:* The Reduction of the Product of Two Irreducible Unitary Representations .... Poincaré Group.

Hefte 2

Haakon Brækken 70 år. *Njål Hole* 25
Fra planetsirkel til planetellipse. *Johs. A Lohne* 26
Retningslinjer for de faglige grupper i NFS 31
Radioaktivt utslipp og miljøpåvirkning. *Ulf Tveten* 33
Rådsmøte i Europeisk Fysisk Selskap. *O. S.* 41
Nytt om CERN-samarbeidet. *H. O.* 41
Kommentar til en bokanmeldelse. *K. J. Knutsen* 42
Ad K. J. Knutsens kommentar. *Jacob Bøe* 42
Nytt undervisningsopplegg i fysikk/kjemi for 7. til 9. klasse i grunnskolen. *Asbjørn Solheim* 44

Bøker 31, 42
Svenska Fysikersamfundet: Kosmos 1970.
O. Øgrim: Termofysikk (termodynamikk).
Paul Kruger: Principles of Activation Analysis.
O. Øgrim: Størrelser og enheter i fysikken, 3. utg.

Hefte 3

Spesielle faglige siktepunkt med undervisningsopplegget i fysikk/kjemi. *Asbjørn Solheim* 49
Styrrelsesnavn i fysikken. *Otto Øgrim* 53
Aerodynamikk II, Stabilitet. *K. J. Knutsen* 55
Praktisk samarbejde om teoretisk kernefysik. *Berlingske Aftenavis* 57
Fysikkbøker og fysikkundervisning i ungdomsskolen Innlegg av *Per Inge Hønnås, K. J. Knutsen* .. 58
Fysikarmøtet i Tromsø. *E. J. Samuelsen* 62
Birkeland-strømmar 64
Referat fra årsmøtet i NFS 64
Nye æresmedlemmer av NFS 67
Konferanse «Selected problems in magnetism». *E. J. S.* 67
Nyhetsspalten 70
Studietilbud i databehandling ved NTH. *H. T.* .. 71
Møte i komiteen for magnetismeseksjonen i EPS. *E. J. Samuelsen* 72

Bøker 56, 72
E. R. Mills, E. Ascher, R. I. Jaffe (eds.): Critical Phenomena in Alloys, Magnets and Superconductors.
A. Münster: Statistical Thermodynamics. Vol. 1.
M. McChesney: Thermodynamics of Electrical Processes.

Hefte 4

Nye æresmedlemmer av NFS: Professor B. Trumphy og professor S. Westin 73
Årsmelding for NFS 74
Anvendelse av Mössbauerspektroskopi i biofysikken. *S. Prydz* 76
Fysikermøtet 1973 81
Den globale energibalanse. *Ø. Holter* 82
Nikolas Kopernikus. *K. J. Knutsen* 84
Laboratorium for fysikkundervisning. *S. Sjøberg* .. 86
Optisk koherensteori. *Kjell Gåsvik* 89
Det er vanskelig å lage læremidler. *Otto Øgrim* .. 95
Om de globale tanker i naturfagundervisningen. *Stig Berge* 96

Bøker 85, 88
Raph Baierlein: Atoms and Information Theory.
E. W. Lund: Allmenn kjemi.
Samuelsen, E. J., Andersen, E., Feder, J. (ed.): Stuctural Phase Transitions and Soft Modes.
E. J. Saletan og A. H. Cromer: Theoretical Mechanics.

FORFATTERREGISTER

Berge, Stig: Om de globale tanker i naturfagundervisningen 96
Berre, Bjørn: (bokanm.). Structural Phase Transitions and Soft Modes. E. J. Samuelsen, E. Andersen, J. Feder (ed.) 88
Bøe, Jacob: (bokanm.). Fysikk 8 og 9. A. Bjørnhaug 22
— (bokanm.). Seminar on the Teaching of Physics in Schools. Søren Sikjær (ed.) 23
— Ad. K. J. Knutsens kommentar til en bokanmeldelse 42
Gåsvik, Kjell: Optisk koherensteori 89
Hauge, E. Hiis-: (bokanm.). Critical Phenomena in Alloys, Magnets and Superconductors, R. E. Mills, E. Ascher, R. I. Jaffe (eds.) 56
— (bokanm.). Statistical Thermodynamics. Vol. I. A. Münster 72
Hemmer, P. Chr.: (bokanm.). Termofysikk (Termodynamikk). O. Øgrim 32
Hole, Njål: Haakon Brækken 70 år..... 25
— (bokanm.). Kosmos 1970 31
Holt, Olav: (bokanm.) Fundamentals of Aeronomy. R. C. Whitten og I. G. Popoff. 2
Holter, Ø.: Den globale energibalanse 82
Hønnås, Per Inge: Fysikkbøker og fysikkundervisning i ungdomsskolen 58, 60
Jenssen, K. B.: (bokanm.) Allmenn kjemi. E. W. Lund 85
Kanestrøm, Ingolf: Forurensning og atmosfærens temperatur 15
Kildal, A.: (bokanm.) Shock Waves in Collisionless Plasmas. Tidaman, D. A., Krall, N. A. 22
Knutsen, K. Jostein: (bokanm.) Fysikk 1 for gymnaset. Knut Michelsen 22
— Kommentarer til en bokanmeldelse 42
— Aerodynamikk II. Stabilitet 55
— Ad. Per Inge Hønnås' artikkel 59
— Nikolas Kopernikus 1473—1543 84
Krohn, R. H.: (bokanm.) Lecture Notes in Physics. Redaktører: J. Ehlers, K. Hopp, H. A. Weidenmüller, W. Beiglböck 24
Lohne, Johs. A.: Fra planetsirkel til planetellipse. 26
Mork, Kjell: (bokanm.) Physics, a Discovery Approach. Steve Edwards 21
— (bokanm.) Størrelser og enheter i fysikken, 3. utg. Otto Øgrim 42
Olsen H.: Nytt om CERN-samarbeidet 41
Palm, Enok: (bokanm.) Proceedings of the Second International Conf. on Numer. Meths. in Fluid Dynamics. Maurice Holt (ed.) 23
Pappas, Alexis C.: (bokanm.) Principles of Activation Analysis. Paul Kruger 32
Prydz, S.: Anvendelse av Mössbauerspektroskopi i biofysikken. Del 1 76
Riste, T.: Årsmelding for Norsk Fysisk Selskap .. 74
Samuelsen, Emil J.: Mjuke gittersvingningar og faseomvandlingar 3
— Fysikarmøtet i Tromsø 62
— Selected Problems in Magnetism, Conf. 67
— Møte i komiteen for magnetismeseksjonen i EPS 72
Sjøberg, S.: Laboratorium for fysikkundervisning .. 86
Solheim, Asbjørn: Nytt undervisningsopplegg i fysikk/kjemi for 7. til 9. klasse i grunnskolen 44
— Spesielle faglige siktepunkt med undervisningsopplegget i fysikk/kjemi 49
Stegavik, K.: (bokanm.) Eksperimentalfysikk. Laboratorieøvelser. S. L. Andersen, W. Løchstøer, A. Storruste 23
Steinsvoll, Olav: (bokanm.) Magnetic Materials. Tebble, R. S. and Craik, D. J. 24
— Rådsmøte i EPS 41
Torgersen, H.: (bokanm.) Rauschen. H. Bittel, L. Storm 8
— Studietilbud i databehandling ved NTH 71
Tveten, Ulf: Radioaktivt utslipp og miljøpåvirkning 33
Vøyenli, K.: (bokanm.) Atoms and Information Theory. Raph Baierlein 85
Wergeland, H.: (bokanm.) Theoretical Mechanics. E. J. Saletan og A. H. Cromer 88
Øgrim, Otto: Størrelsesnavn i fysikken 53
— Det er vanskelig å lage læremidler 95

Klipp her!

Påmelding til Fysikermøtet i Trondheim 18. - 20. juni 1973

Navn:

Adresse:

Anmelder foredrag: Ja/Nei

Emne:

Antatt varighet ..... minutter.

Overhead-prosjektør og 5 × 5 cm slide-fremviser disponeres.

Resymé (på engelsk) må følge påmeldingen.

Innkvartering ønskes for ..... voksne og ..... barn for nettene

17—18/6 ..... 18—19/6 ..... 19—20/6 ..... 20—21/6 .....

På Singsaker Studenthjem ..... (ca. kr. 50,— pr. natt)

På Sentrum Hotell ..... (ca. kr. 80,— pr. natt)

På Astoria Hotell ..... (ca. kr. 110,— pr. natt)
(Strek under det som ønskes)

Jeg anmelder ..... personer til fisketur 18/6 (pris ca. kr. 15,—)
Barn halv pris.

Jeg anmelder ..... personer til festmiddag 19/6 (pris kr. 50,—)

Påmelding sendes senest 1. mai 1973 til

Fysikermøtet 1973, FYSIKKSEKSJONEN, NTH, 7034 Trondheim.

Klipp her!

KONFERANSER OG FAGMØTER I 1973

Utdrag av Europhysics News, Meetings Issue. Av plasshensyn tas bare dato, titel og møtested med her.

9—13 April
4th Internat. Conf. on Solid Compounds of Transition Elements. Genéve, Schweiz.

9—14 April
German Phys. Soc. Meeting on High Speed and Plasma Physics. Quantum Optics. Vest-Berlin.

10—12 April
Electric Propulsion of Space Vehicles. Abingdon, England.

10—13 April
5th National Atomic and Molecular Physics Conf. Newcastle/Tyne, England.

10—13 April
Propagation of Radio Waves at Frequencies above 10 GHz. London, England.

10—17 April
Symposium on Turbulent Diffusion and Environmental Pollution. USA.

16—18 April
Symposium on Application of Walsh Fuctions. Washington, USA.

16—18 April
11th Annual Meeting of the European High Pressure Research Group. London, England.

16—18 April
Conf. on the Liquid State — Van der Waals Centenary. Univ. of Kent, Canterbury, England.

16—18 April
Faraday Division of the Chem. Soc. — General Discussion of Molecular Beam Scattering. London England.

16—19 April
Discussion Meeting on Ion-Molecule Reactions. Vest-Berlin.

23 April
Workshop on Electron-Specimen Interaction. Chicago, USA.

23—26 April
American Phys. Soc. Meeting. Washington, USA.

23—26 April
6th Symposium on Scanning Electron Microscopy. Chicago, USA.

24—27 April
Internat. Conf. on Magnetics. Washington, USA.

26—27 April
Workshop on Scanning Electron Microscopy. Chicago, USA.

27—28 April
Conf. on Baryon Resonances. Lafayette, USA.

30 April — 2 Mai
3rd Annual Vacuum Group Conf. on Instrumentation in Vacuum Processes. Brunel University, England.

4—5 Mai
Session de printemps 1973 de la Société Suisse de Physique. Neuchatel, Schweiz.

4—7 Mai
Internat. Conf. on the Technology of Electrostatic Accelerators. Daresbury, England.

10—11 Mai
Calorimetry and Thermal Analysis. Caen, Frankrike.

14—21 Mai
The Use of Artificial Satellites in Geodesy and Geodynamics. Aten, Hellas.

21—25 Mai
Symposium on Magnetic-Electric Interaction Phenomena in Crystals. Seattle, USA.

23—24 Mai
Symposium on Noctilucent Clouds and Interplanetary Dust. Konstanz, Vest-Tyskland.

23—25 Mai
Symposium on Methods of Measurements and Results of Lower Ionosphere Structure. Konstanz, Vest-Tyskland.

23—25 Mai
Symposium on Approaches to Earth Survey Problems througt the Use of Space Techniques. Konstanz, Vest-Tyskland.

28 Mai — 1 Juni
11th European Congress on Molecular Spectroscopy. Tallin, USSR. (Organ. EPS).

28 Mai — 2 Juni
Congrès du Centenaire de la Société Française de Physique. Nancy, Frankrike.

28 Mai — 3 Juni
National Soviet Conf. on Neutron Physics. Kiev, USSR.

28 Mai — 6 Juni
16th Planetary Meeting of COSPAR. Konstanz, Vest-Tyskland.

30 Mai — 1 Juni
European Conf. on the Use of Low Energy Accelerators. London, England.

4—8 Juni
2nd World Congress on Ultrasonics in Medicine. Rotterdam, Holland.

Anvendelse av Mössbauerspektroskopi i biofysikken

Del 2.

S. Prydz

Vi har nå allerede sett på en del fenomener i Mössbauerspektroskopien som gjelder for jernholdige stoffer generelt. Vi skal se litt nærmere på disse og omtale dem adskilt for de to viktigste hovedtyper av jernholdige biokjemikalier, nemlig proteiner med og uten heme-grupper.

Heme-proteiner.
Disse karakteriseres først og fremst ved at de inneholder en (eller flere) heme-grupper av porfyrinstruktur, slik som vist i Fig. 7. Heme-gruppen er plan og inneholder 4 sammenbundne 5-ringer, hver med ett nitrogen, bundet som ligander til det sentrale jernatom. Ytterligere 2 posisjoner henholdsvis over og under hemeplanet er ledige for ekstra ligander. I hemoglobin f.eks., er heme-gruppen koblet til proteinkjeden via en av disse ekstra ligandposisjonene, idet plassen opptas av nitrogenatomet i en histidin-enhet i

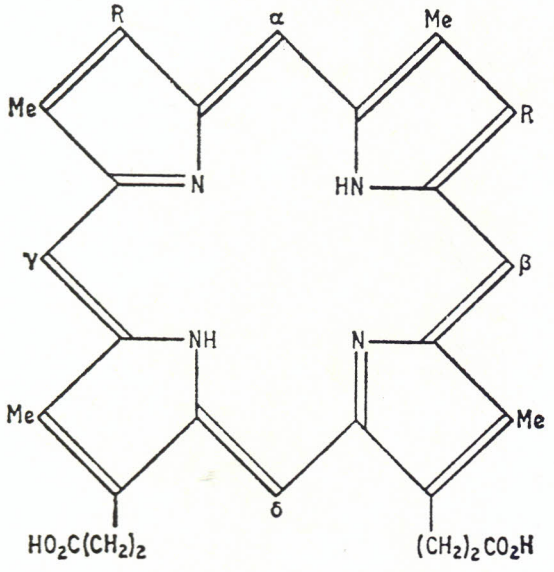


Fig.7. Den alminnelige porfyrinstruktur. Me står for metyl (-CH_3). R kan være forskjellige grupper, i protoporfyrin står R for vinyl (-$CH{=}CH_2$), i deuteroporfyrin for hydrogen (H) og i meso-porfyrin for etyl (-CH_2-CH_3). I de jernholdige heme-proteiner sitter et Fe-atom bundet i senter av den plane struktur og med de 4 N-atomer som ligandgruppenes nærmeste kjerner. I hemoglobin er det protoporfyrinversjonen som inngår.

kjeden. Hemoglobinets gasstransporterende egenskap, som utnyttes først og fremst i *Craniata*-dyrenes blodomløp, og altså hos mennesket, er basert på at det i 6. ligandsposisjon, overfor histidin på motsatt side av heme-planet, kan bindes oksygen (O_2) eller karbondioksyd (CO_2) og at denne binding er reversibel.

For å illustrere heme-proteinets ofte store kompleksitet skal vi vise ytterligere to figurer av hemeglobin, det protein som i vår forbindelse har størst interesse. Figur 8 viser den strukturmessige organisering av molekylet, med dets fire kveilede proteinkjeder, 2 av α-type og 2 av β-type. I lommer innen hver av kjedene er plassert én heme-gruppe med ett sentralt jernatom, slik som nevnt ovenfor. Figur 9 gjengir heme-gruppen med de kontakter, lik eller kortere enn 4 Å, som den har med en omkringliggende β-kjede ifølge Perutz (1968). Disse nær kontaktene mellom heme-gruppe og proteinkjede kan tenkes i en viss, liten utstrekning å influere på det observerte Mössbauerspektrum. En indikasjon på at forhold i proteinkjeden i nærheten av heme-planet kommer til uttrykk i Mössbauerspektret har vi trolig f.eks. i de systematiske forskjeller mellom cytokrom-spektre fra tørre prøver og frosne løsninger. Man tror forskjellene forklares ved at man i løsning har hydrert heme-planets nabokjeder, mens de i tørre preparater finnes i dehydrert form.

Det er i løpet av de siste 10 år gjort en rekke målinger av heme-proteiners Mössbauerspektre, og blant de mest aktive forskere på dette felt kan nevnes Caughey og medarbeidere, Gonser og Grant, Lang og Marshall og endelig Maling og Weissbluth.

Fra spredningsplottet i Fig. 6 (del 1 av artikkelen) ser vi at heme-proteinene stort sett ligger utenfor områdene for de uorganiske jernforbindelser. Dette kunne tenkes å antyde at jern i heme-proteiner kunne foreligge i intermediære spintilstander. Optiske spektre og magnetiske susceptibilitetsdata for lav-spinn ferriproteiner antyder nettopp at jernsentret er i en slik intermediær $S = 3/2$-tilstand, som faller i mellom tilstandene $S = 1/2$ og $S = 5/2$, eller alternativt at det foreligger en likevekt mellom

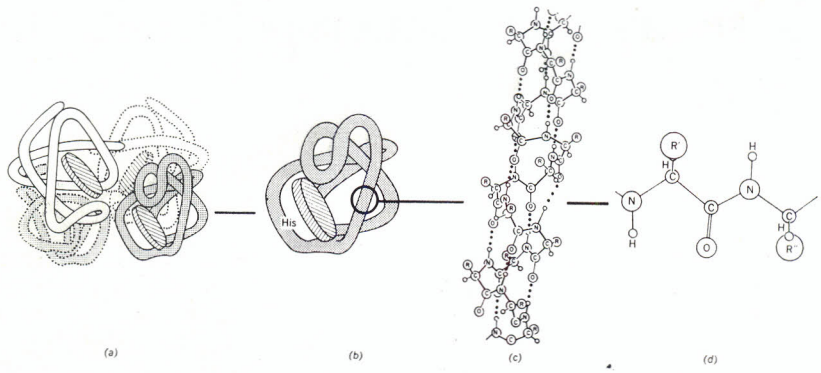


Fig. 8. Hemoglobinmolekylet. Bilde a viser 2 α-kjeder og og 2 β-kjeder satt sammen til det komplette molekyl med dets spesielle sammennøstede form (kvartærstruktur). Molekylvekten er ca. 67.000. Til sammenligning kan nevnes at de største kjente proteiner har molekylvekter omkring 7 millioner. De to skraverte kjeder er av β-type. Hver kjede inneholder en hemegruppe, bundet via histidin til kjeden og gjemt inne i en lomme i det indre av dens foldninger.
Bilde b viser en β-kjede med heme-gruppe. Alle fire kjeder er foldet til hvert sitt nøste på bestemte måter, ulike for α- og β-kjedene (tertiærstruktur).
Bilde c viser et utsnitt av β-globinkjeden. En bestemt (sekundærstruktur) fremkommer bl.a. ved at kjeden, som i dette tilfelle er enkel, men som kan være flerdobbel for forskjellige andre proteiner, er spiralsnodd og dessuten har regelmessig opptredende hydrogenbindinger. Disse, prikket på figuren, er svake elektrostatiske bindinger, i dette tilfelle mellom iminogruppenes hydrogen (positivt ladet) og oksygenatomet (negativt ladet) i den karbonylgruppen som er 3 peptidenheter ovenfor i kjeden.
Bilde d viser til slutt et lite utsnitt av denne kjeden igjen, strukket ut og lagt i papirets plan. Her vises den generelle oppbygning av proteinkjeden via peptidbindinger (-CO-NH-) fra enkle aminosyrer ved kondensasjon med vannavspaltning. De vel 20 forskjellige eksisterende aminosyrer gir anledning til 20 ulike korte sidegrupper markert med R', R'' osv. Primærstrukturen er således den for vedkommende protein spesifikke rekkefølge av R-residuer. Antallet forskjellige prinsipielt mulige proteiner med 1000 aminosyrer blir 20^{1000}. Dette tall er så stort at der i hele vår jordklode ikke finnes masse nok til å lage selv ett eneste molekyl av hver type.

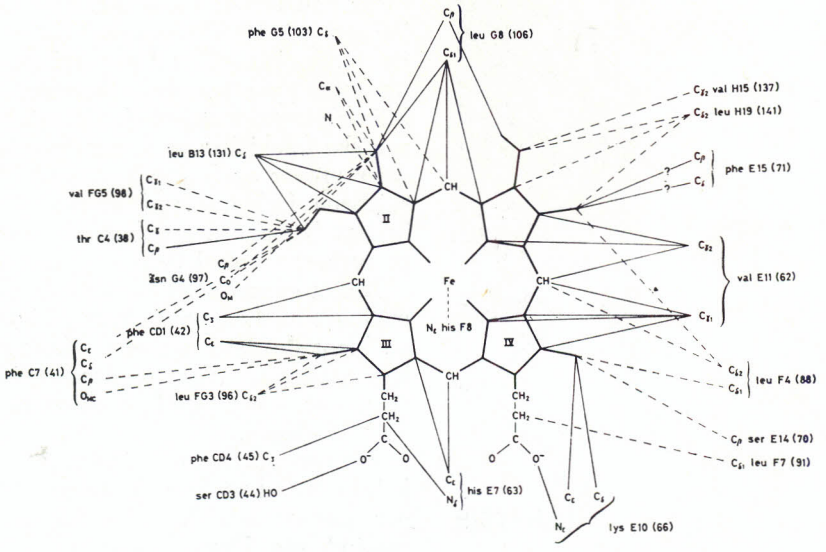


Fig. 9. Perutz' skjematiske gjengivelse av β-globoinenhetens heme-gruppe med alle nærkontakter, lik eller kortere enn 4 Å, til kjedens aminosyreresidiuer, angitt med trebokstavs forkortelser. For hvert residuum er angitt med suffikser α, β, γ osv. hvilket atom i anminosyregruppen som er nærmest til vedkommende sted i heme-planet. α angir første karbonatom, β annet osv. etter karbonylgruppen.

C_α ligger altså i kjedens ryggrad mellom peptidbindingene, mens C_β er første karbonatom ute i sidekjedene markert med R i Fig. 8 d. De store bokstaver C-H angir forskjellige grener av kjeden, og tallnummereringen gir residuenes rekkefølge langs kjeden. Stiplede henvisningslinjer viser til residuer i kjeder på histidin-siden av hemeplanets motsatte side.

Protein[a]	Species	Type[b]	Form of sample[c]	Temperature (K)	Isomer shift[d] (cm sec)	Quadrupole splitting (cm/sec)
1. HbO_2[e]	human	*A*	*C*	85	+0.012 ± 0.010	0.216 ± 0.010
	human	*A*	*S*	85	+0.022	0.214
	human	*A + D + F + S*	*C*	84	+0.015	0.214
	rabbit	—	*R*	80	+0.020	0.220
	horse	—	*C*	77	+0.014 ± 0.005	0.216 ± 0.005
	horse	—	*C*	4.2	+0.011	0.226
HbO_2[f]	rat	—	*S*	195	0.000 ± 0.005	0.189 ± 0.005
	rat	—	*S*	77	+0.006	0.219
	rat	—	*S*	1.2	+0.004	0.224
HbO_2[g]	rat	—	*C*	5	+0.010 ± 0.005	0.225 ± 0.005
2. Hb[e]	human	*A*	*P*	150	+0.072 ± 0.010	0.209 ± 0.010
	human	*A*	*P*	100	+0.077	0.220
	human	*A*	*S*	85	+0.087	0.243
	human	*A + D + F + S*	*C*	84	+0.080	0.223
	human	*A + D + F + S*	*C*	32	+0.085	0.233
	rabbit	—	*C*	80 –85	+0.085	0.225
	rabbit	—	*S*	78 –80	+0.082	0.237
	rabbit	—	*S*	10	+0.085	0.250
Hb[f]	rat	—	*S*	195	+0.070 ± 0.005	0.240 ± 0.005
	rat	—	*S*	4	+0.071 ± 0.005	0.240 ± 0.005
Hb[g]	rat	—	*C*	5	+0.077 ± 0.005	0.24 ± 0.01
3. HbCO[e]	human	*A*	*P*	297	+0.010 ± 0.010	0.040 ± 0.010
	rabbit	—	*R*	78	+0.008	0.033
	rabbit	—	*R*	10	+0.008	0.037
HbCO[f]	rat	—	*S*	195	−0.002 ± 0.005	0.036 ± 0.005
	rat	—	*S*	4	+0.006 ± 0.005	0.036 ± 0.005
HbCO[g]	human	*A*	*C*	5	+0.011 ± 0.003	0.034 ± 0.005
4. MetHb[e]	human	*A*	*P*	297	−0.002 ± 0.010	0.196 ± 0.010
	human	*A*	*S*	78	+0.007	0.207
	human	*F + S*	*P*	297	−0.005	0.203
	rabbit	—	*P*	297	+0.006	0.201
	bovine	—	*P*	297	+0.003	0.205
	canine	—	*P*	297	−0.004	0.202
	equine	—	*P*	297	+0.005	0.200
	porcine	—	*P*	297	+0.002	0.208
	unknown	—	*P* (denatured)	297	−0.002	0.208
	human	—	*P* (denatured)	297	−0.001	0.203
					+0.002*	0.203*
MetHb[f]	rat	—	*S*	195	0.000 ± 0.005	0.200 + 0.005
5. MetHbF[e]	human	*A*	*P*	297	0.000 ± 0.010	0.200 ± 0.10
MetHbF[f]	rat	—	*S*	4	—	~0.03
6. MetHbCN[e]	human	*A*	*P*	297	0.000	0.122
	human	*A*	*P*	250	0.000	0.130
	human	*A*	*P*	—	0.003	0.140
	human	*A*	*S*	297	no resonance observed	
	human	*A*	*S*	253	+0.000	0.130
MetHbCN[f]	rat	—	*S*	195	−0.003 ± 0.005	0.139 ± 0.005
7. MetHbOH[f]	rat	—	*S*	195	−0.002	0.157
		—	*S*	77	−0.00	0.19
8. $MetHbN_3$[e]	human	*A*	*P*	297	+0.006 ± 0.010	0.201 ± 0.010
$MetHbN_3$[f]	rat	—	*S*	195	−0.005 ± 0.005	0.230 ± 0.005
9. MetMb[e]	sperm whale	—	*P*	297	+0.010 ± 0.010	0.206 ± 0.010
MetMb[h]	sperm whale	—	*P*	298	−0.010 ± 0.002	0.196 ± 0.002
	sperm whale	—	*P*	228	−0.010	0.202
	sperm whale	—	*P*	77	−0.004	0.204
10. Ferrous[e] cytochrome *c*	equine	heart	*P*	297	+0.032 ± 0.010	0.127 ± 0.010
11. Ferric[e] cytochrome *c*	equine	heart	*P*	297	+0.005	0.201
			P	77	+0.007 ± 0.005	0.205 ± 0.007

* Average values

[a] Compounds preceded by the prefix 'met' are ferric; all others are ferrous.

[b] Type *A* hemoglobin is normal human hemoglobin; all others are mutant varieties (C. Baglioni, 1963).

[c] *C* –red cells; *R* –reticulocytes; *S*–aqueous solution containing 30% of the protein (by weight); *P* –lyophilized powder.

[d] Isomer shifts are relative to Co-57 in palladium.

[e] This laboratory.

[f] Data from Lang and Marshall (1966).

[g] Data from Gonser and Grant (1965).

[h] Data from Caughey, *et al.* (1966).

Tabell II. Isomerforskyvning og kvadrupolsplitting for heme-proteiner.

de to sistnevnte spinntilstander. Denne hypotesen, med likevekt av to samtidig forekommende former, skyldes målinger på komplekser med henholdsvis cyanid og fluorid.

Både Mössbauer- og Elektron Spinn Resonans (ESR)-spektroskopi kan brukes for å detektere de to spinn-tilstander, men ESR-målinger blir i flere tilfeller meget unøyaktige, slik at Mössbauerspektroskopi her kan supplere med verdifulle informasjoner.

Lang og medarbeidere har målt Mössbauerspektra for protoheme- og mesoheme ferri-cytokrom C peroksidaser ved temperaturene 4,2 og 195 K. Fra disse målingene kunne de si at begge former av enzymet inneholdt både høy- og lavspinn jernioner, Fe^{3+} ($S = 1/2, S = 5/2$). De kunne også bestemme variasjonen med temperaturen i likevekten mellom de to spinn-tilstander. Ved lav temperatur måtte et eksternt magnetfelt anvendes for å adskille de to spinn-tilstandene.

Den kjemiske isomer-forskyvning og kvadrupolsplitting for heme-proteiner er gjengitt i Tabell II. (Alle stoffer hvis navn har forstavelsen Met- er ferriforbindelser, altså med oksydasjonstrinn +3 for jern-ionet.) I det følgende skal vi trekke frem enkelte av resultatene presentert i denne tabellen og kommentere dem.

Oksyhemoglobin, $HbO_2(Fe^{2+})$, er studert i mange former: normal human type i erythrocyter og i løsning, forskjellige humane mutanthemoglobiner i erythrocyter, kanin oksyhemoglobin i retuculocyter, og endelig rotte oksyhemoglobin i erythrocyter og i frossen løsning. I alle tilfelle fåes en symmetrisk dublett med en isomerforskyvning og en kvadrupolsplitting som er avhengig av opprinnelse, type og prøveform. Kvadrupolsplittingen er temperaturavhengig. Overensstemmende med at oksyhemoglobin trolig er diamagnetisk ($S=0$) er der ingen magnetisk hyperfin splitting ved lav temperatur.

Videre er undersøkt forskjellige former for de-oksyhemoglobin, $Hb(Fe^{2+})$; karbonmonoksyhemoglobin, $HbCO(Fe^{2+})$; methemoglobin, $metHb(Fe^{3+})$; metmyoglobin, $metMb(Fe^{3+})$; methemoglobinfluorid, $metHbF(Fe^{3+})$; methemoglobincyanid, $metHbCN(Fe^{3+})$; methemoglobin azid, $metHbN^3(Fe^{3+})$; og endelig cytokrom C.

Eksempelvis kan vi i Fig. 10 se på spektret av lyofilisert human methemoglobin. Til forskjell fra Fe^{2+}-derivater viser både met-hemoglobin og met-myoglobin markerte endringer ved lav temperatur. Dette gjelder både for lyofilisert prøve og frossen løsning. Asymmetrien som viser seg

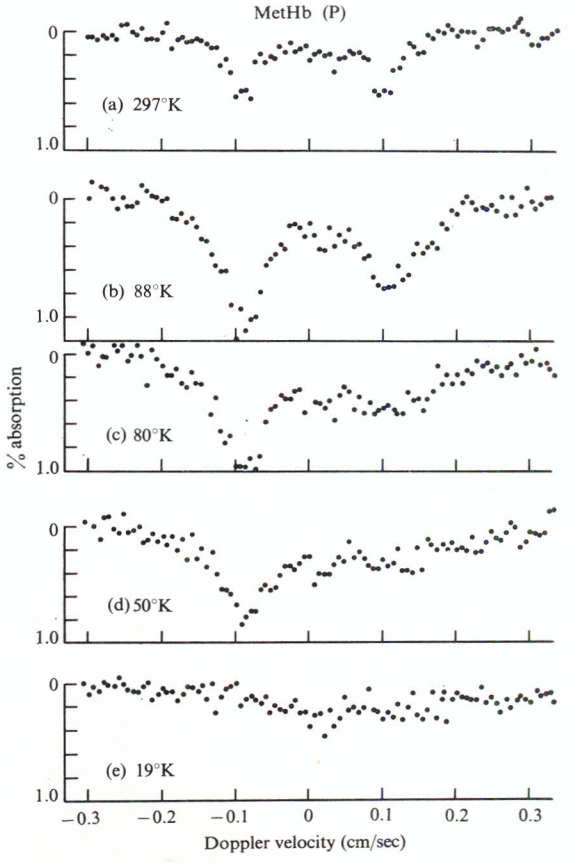


Fig. 10. Mössbauerspektre av human met-hemoglobin (lyofilisert pulver) ved forskjellige temperaturer.

i alle disse tilfeller, skyldes en ulik temperaturavhengig forbredning av to komponenter i kvadrupol-dubletten. Lang og Marshall har funnet en oppløst magnetisk hyperfin struktur ved 4 K.

Lignende spektre fåes for met-hemoglobin cyanid som viser meget nær de samme data, bortsett fra bare ca. ⅔ så stor kvadrupolsplitting. Ved 4,2 K kommer en magnetisk hyperfin struktur til syne. Ferri-cytokrom C gir videre et spektrum identisk med met-hemoglobin. Ferrocytokrom C gir imidlertid et annet spektrum enn (ferro-)hemoglobin (= de-oksyhemoglobin). Det har vært foreslått at noe av årsaken her ligger i en blandet forekomst av både Fe^{2+} og Fe^{3+}-type. I det hele tatt er det åpenbart fra de tolkninger som foreligger i litteraturen, at her er mange uløste problemer.

Met-hemoglobin og met-myoglobin er alminnelig antatt å være type $Fe^{3+}(S = 5/2)$. Mössbauerdata antyder $Fe^{3+}(S = 1/2)$. En del forvirring skyldes trolig at tørking synes å forårsake overgang fra spinn 5/2 til spinn 1/2.

Dette er understøttet av data fra en større serie susceptibilitetsmålinger. Imidlertid, for stoffer i løsning er det her en klar motsetning mellom data fra Mössbauerspektra, som gir S = 1/2, og susceptibilitetsmålinger, som gir S = 5/2. Dog antyder Mössbauerspektra ved lav temperatur også S = 5/2. Lang og Marshall har forsøkt å løse dette problemet ved å introdusere en viss kovalent karakter i jernets binding.

Skulle vi forsøke å trekke en konklusjon fra de data vi så i tabellen for heme-proteiner, måtte det være 1) at de aller fleste isomer-forskyvninger ligger mellom 0 og ±0.15 mm pr. sek., og 2) at alle undersøkte stoffer viser kvadrupolsplitting, som for de fleste er stor og overraskende konstant.

De fleste stoffene, inkluderende oksyhemoglobin, er altså funnet å ha liten isomer-forskyvning og stor kvadrupolsplitting. Dette antyder ifølge anerkjent teori jernioner av type Fe^{3+} (S = 1/2) som ikke skulle vise magnetiske hyperfin vekselvirkning ved de laveste temperaturer. Oksyhemoglobin har imidlertid ifølge målinger av magnetisk susceptibilitet S = 0. At lavtemperatur Mössbauer spektra ikke viser magnetisk hyperfin splitting stemmer overens både med S = 0 og S = 1/2, så dette befordrer ingen avgjørelse. Vi skal her huske at susceptibilitetsmålinger gir en gjennomsnittsverdi over hele molekylet, mens Mössbauerspektroskopi bare er følsom for de aller nærmeste omgivelser til jernionet. Elektronoverføring mellom jern og oksygen kan også bidra til å modifisere forholdene.

Fig. 11 viser en modell for bindingen av O_2 i oksyhemoglobin. Godtar vi som mest sannsynlig at oksyhemoglobin har toverdig lav-spinn jern, Fe^{2+}(S = 0), kan kompleksdannelsen med oksygen beskrives ved at vekselvirkningen mellom jerns orbital d_{yz} og oksygenmolekylets antibindende π^x-orbital er ansvarlig for tapet av oksygenets paramagnetisme, og kovalent binding fjerner effektivt et elektron fra d_{yz}-orbitalen. Dog kan ikke denne modellen forklare den observerte temperaturavhengighet i kvadrupolsplittingen (ΔE_Q er 2.2 mm/s ved 1,2 K og 1,9 mm/s ved 195 K).

Lang og Marshall har imidlertid alt i 1966 foreslått en noe mer detaljert modell hvor alle observasjonsdata synes å kunne passe inn, og en alternativ modell i 1971. I den første ligger oksygenmolekylet parallelt til heme-gruppen, slik som i Fig. 11, mens den alternative modell forutsetter at O_2-molekylet står med sin akse normalt til heme-planet, og at vekselvirkningen

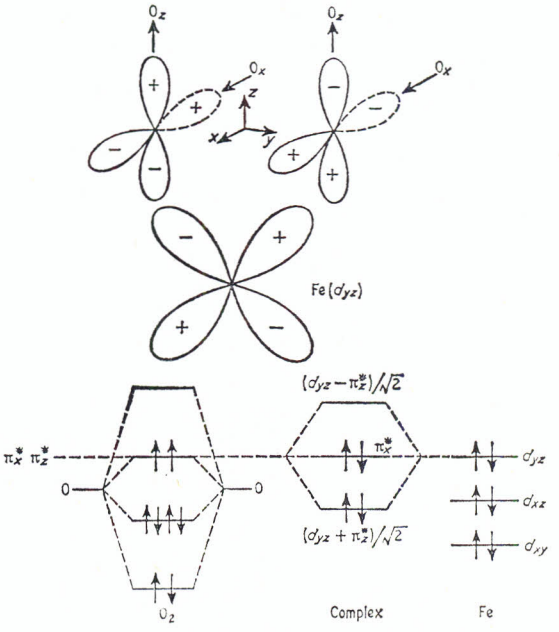


Fig. 11. Skjematisk representasjon av bindingen i oksyhemeglobin basert på vekselvirkning av π^x-molekylorbitalen i oksygen med jerns d_{yz}-orbital. Herved fjernes degenerasjonen og oksygenmolekylet får parede spinn.

vesentlig skjer ved en relativt kraftig sigmabinding.

Begge disse modeller krever at det skal eksistere en laveste eksiterte orbitaltilstand med liten besetning ved værelsestemperatur, idet molekylet forblir diamagnetisk. Den temperaturavhengige kvadrupolsplitting antyder imidlertid at det finnes en termisk eksiterbar tilstand med annerledes ladningsfordeling enn grunntilstanden. En mulighet kan være termisk indusert vibrasjon eller hindret rotasjon av oksygenet eller nærliggende deler av proteinkjeden.

Mens lav-spinn HbCO(Fe^{2+}) på enklere måte viser liten og temperaturuavhengig kvadrupolsplitting, gir ferricytokrom C en splitting på 1,2 mm/s, men fortsatt med bare en ganske liten temperaturvariasjon, hvilket antyder at dets struktur nær det sentrale jernatom er stivere enn hva tilfellet er hos oksyhemoglobin.

Også hemoglobin-fluorids spektre kan gi mange verdifulle opplysninger om heme-gruppens vekselvirkninger, selv om fluorid-derivater selv ikke forekommer naturlig.

Hemoglobinfluorid har treverdig jern og spinn S = 5/2. Spektre mellom 195 K og 1,2 K viser betraktelig spinn-spinn og spinn-gitter relaksa-

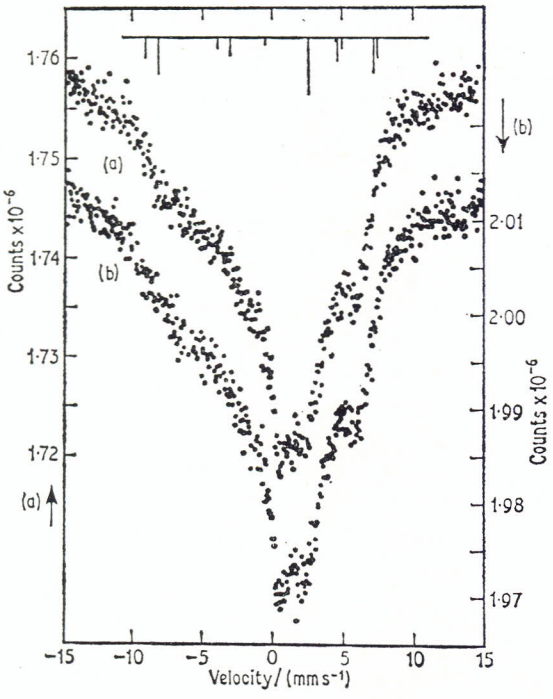


Fig. 12. Mössbauerspektre av HbF. Kurve (a) er observert ved 4 K og (b) ved 1.2 K. Spinn relaksasjon gjør at linjene i det beregnede spektrum (angitt øverst i form av rene linjer) ikke så godt gjenfinnes i de observerte kurver.

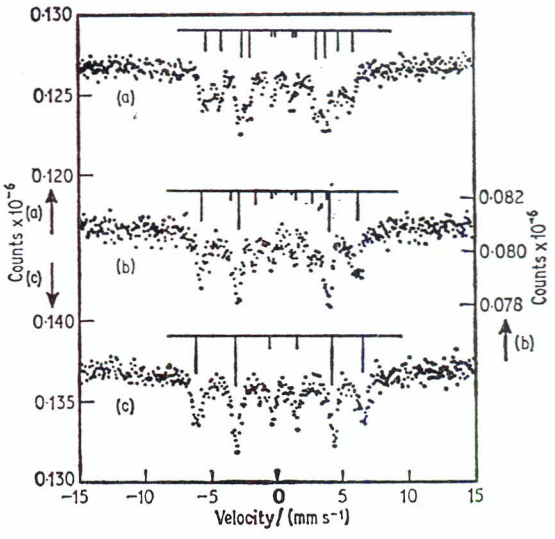


Fig. 13. Mössbauerspektre av HbF i ytre magnetfelt av forskjellige styrker. Kurve (a) er observert ved 7,5 kG felt, (b) ved 15 kG og (c) ved 30 kG, i alle tilfeller står feltet perpendikulært på observasjonsretningen. Vi ser at linjene her, og spesielt da for 30.000 gauss felt, er langt skarpere enn i Fig. 12 uten felt.

sjonseffekter. I Fig. 12 er spektrene sammenlignet med beregnede spektre. Interpretasjon av spektre uten ytre pålagt magnetfelt er vanskelig på grunn av relaksasjon av elektronets spinn forårsaket av lokale kjernefelter. Vellykket simulering av spektre kan ikke oppnås uten at vekselvirkningene fra de nærliggende ligandkjerner tas i betraktning.

La oss før vi går videre sammenligne det relativt dårlig oppløste spektret i Fig. 12 med dem i Fig. 13, hvor trinnvis økende magnetfelt er anvendt. For 30.000 G ser vi et meget godt oppløst spektrum med klart adskilte linjer. Vi ser også at det er oppnådd en meget god overensstemmelse mellom de observerte og de beregnede spektrallinjeintensiteter.

I Fig. 14 er beregningen av spektret vist i trinnvis bedre tilnærmelser. Kurve a gir beregningsresultatet når man ser bort fra all vekselvirkning med ligandkjerner. I kurve b har man tatt hensyn til vekselvirkningen med det ligandbundne fluor, og i kurve c er inkludert ytterligere én ligandkjerne, nemlig ett av profyrinstrukturens nitrogenatomer (med spinn I = 1). Den drastiske effekt (fra kurve a via b til c) av overført hyperfin vekselvirkning gjør det

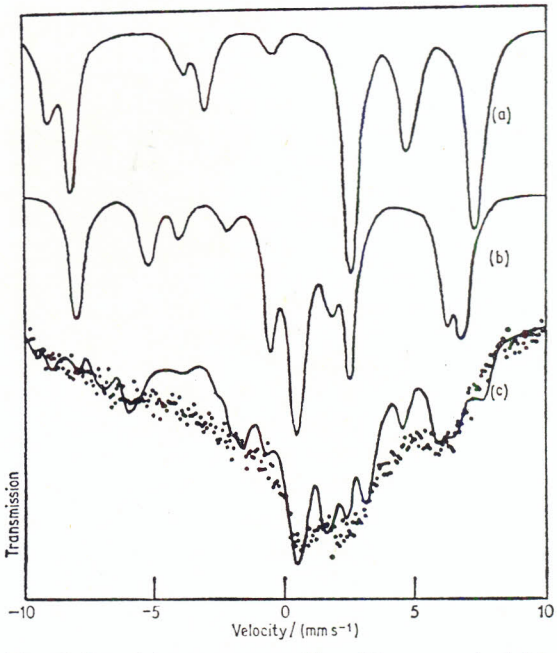


Fig. 14. Betydningen av nære ligandkjerners vekselvirkning med jern for det beregnede spektrum av HbF uten ytre magnetfelt. Kurve (a) viser predikert spektrum hvor alle ligandkjerner er neglisjert under beregningen. (b) inkluderer overført hyperfin vekselvirkning fra fluor. (c) inkluderer ytterligere én ligandkjerne, nemlig et nitrogenatom (med I=1) i porfyrinstrukturen. Den eksperimentelle kurve er observert ved 1,2 K.

ganske tydelig at det å etablere en sammenheng mellom slike beregninger og de eksperimentelle observasjoner vil være ytterst vanskelig uten en dominant vekselvirkning som kan beregnes.

Videre har man på tilsvarende måte studert $MetHbN_3(S = 1/2)$ hvor man relativt godt utleder spektrets former på basis av en spinn-Hamiltonfunksjon predikert fra elektronspinnresonansmålinger av g-verdier (Landé's g-faktor).

Lignende er situasjonen også for hemoglobincyanid. I flere tilfelle har man ved beregninger forsøkt å korrelere observerte kvadrupolsplittinger med de molekylære elektronstrukturer.

Endelig har man også studert forskjellige peroxidaser og deres derivater inngående. Her finnes mange trekk som minner om forholdene hos myoglobin og hemoglobin.

Metalloproteiner uten heme-grupper.
De viktigste av disse i vår sammenheng er ferredoxin, ferritin, xanthin oxidase og haemerythrin. Det finnes også en del andre jernholdige proteiner og også noen nukleotidkomplekser, som imidlertid foreløpig er dårlig undersøkt.

Frrichrome. Ser vi tilbake på spredningsplottet i Fig. 6, finner vi f.eks. ferrichrome, som har de minste verdier for både isomerforskyvning og kvadrupolsplitting. En vel karakterisert, såkalt A-type er studert over hele temperaturområdet fra 1 til 300 K etter ^{57}Fe-anrikning. $Fe^{3+}(S = 5/2)$ finnes i en oksygenholdig struktur med oksahedral symmetri.

Ferredoxin. Den type av dette enzymet som finnes hos spinat, har spektre som vist i Fig. 15. Molekylvekten er ca. 12.000, og det har 2 jernatomer. Et 30 kG magnetfelt ved 1,5 K gir ubetydelig forbredning av det tolinjede spektret til den oksyderte form av enzymet, hvilket antyder at den elektroniske tilstand er ikke-magnetisk(Fe^{2+},$S = 0$).

Reduksjon av enzymet gir et mer komplisert spektrum som viser ett $Fe^{2+}(S = 0)$ ion og ett $Fe^{2+}(S = 2)$ ion. Den siste komponent forbredes v.h.a. et sterkt magnetfelt mens den første ikke endres. Ingen av disse enkle typer er konsistente med spektrale data fra ESR-målinger, og det er derfor mulig f.eks. at en tredje konfigurasjon opptrer i liten mengde.

E u g l e n a ferredoxin (fra grønnalge) viser to identiske jernsentre. Ved osydert form av ^{57}Fe-anriket enzym fåes kvadrupolsplitting 0,65 mm/s ved 4,2 K. Isomerforskyvning på 0,22 mm/s og manglende vekselvirkning med ytre magnetfelt bekrefter $S = 0$. I redusert form fåes et komplisert lavtemperaturspektrum som antyder et uparet elektron vekselvirkende med begge jernsentre.

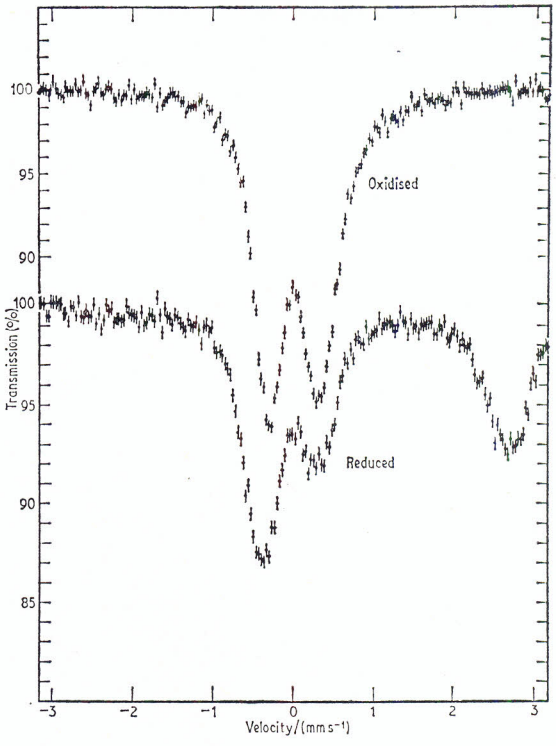


Fig. 15. Mössbauerspektrene av oksydert og redusert ferredoxin isolert fra spinat, observert ved 4,2 K. Diskusjon er gitt i teksten.

Den oksyderte form av ferredoxin fra C l o s t r i d i u m p a s t e u r i a n u m, med 7 jernatomer pr. molekyl, vekt 6000, gir et spektrum tilsvarende det i Fig. 15, skjønt det er noe evidens for minst 2 ulike jernomgivelser.

C h r o m a t i u m ferredoxin, med 3 til 5 Fe pr. molekyl, med vekt ca. 6000, har i oksydert form minst 2 ulike jernomgivelser. Disse viser noe ulik kvadrupolsplitting. Trolig har man for begge, som hos spinat $S = 0$, mens det i den reduserte form synes å forekomme ca. 17 % jern med spinn $S = 2$.

Xantine oxidase. Dette enzym har 8 jern pr. molekyl og i en tilstand lignende den hos ferredoxinene, alle åtte synes å være $Fe^{2+}(S = 0)$.

Haemerythrin. Dette heme-frie protein med molekylvekt 108.000 og bestående av 8 underenheter, hver med 2 jern som sammen kan binde ett molekyl oksygen, er ansvarlig for blodets oksygentransport hos en del hvirvelløse dyr.

Deoksyhaemerythrin synes, fra kvadrupolsplittingen, å ha kun en type jernomgivelser med jernet som $Fe^{2+}(S = 2)$. Oksyhaemerythrin viser 2 ulike Fe^{3+} høy-spinn kvadrupolsplittinger, som vel igjen trolig antyder 2 ulike jernomgivelser. Det innbyrdes mengdeforhold er avhengig av prepareringsmåten. Det synes som om to og to jernatomer forbindes i en bro ved opptak av molekylært oksygen, hvilket gir en overveiende diamagnetisme.

Nitrogenfiksering. Heme-fritt jernholdig protein er isolert fra cellene hos den nitrogenfikserende bakterie Azotobacter vinelandii. Spektret varierer sterkt etter som bakterien inkuberes under nitrogen eller argon. Det synes derfor som om jern spiller en viktig rolle i selve nitrogenfikseringen.

Nukleotider. La oss til slutt nevne at jern synes å spille en rolle også i nukleinsyrene (RNA) selv om denne ennå ikke er klarlagt. Mössbauerspektre er studert for komplekser av Fe^{2+} og Fe^{3+} med adenosin mono-, di- og tri-fosfat (AMP, ADP, ATP).

Konklusjon.
Mössbauerspektroskopien med dens muligheter for å undersøke mikroomgivelsene til jern gir for biologisk interessante stoffer en ny og nyttig metode.

Det er ganske viktige biokjemiske mekanismer man får adgang til å studere. Dette fremgår helt enkelt av de vesentlige biologiske funksjoner til de systemer og stoffer vi har sett metoden anvendt på. Målinger er utført på bakterier, på helblod og på erythrocyter og reticulocyter fra forskjellige dyr. Mens haemerythrin befordrer oksygentransporten i blodet hos en del hvirvelløse dyr, er det hos de høyere utviklede *Craniata*-dyrene hemoglobin som tjener dette formål, mens myoglobin tjener som oksygenlagrende komponent i muskelvevet. Av hemoglobin finnes det tallrike «mutanter» med små karakteristiske forskjeller. Flere av disse mutanttyper har vært studert.

Av cytokromer finnes hovedtyper betegnet med a, b og c. Som cellulære respirasjonsenzymer finnes de vesentlig i cellenes mitokondrier hos dyr og høyere (aerobe) planter. Den såkalte prosthetiske gruppe, av protoporfyrin-type hos b og c og av deuteroporfyrin-type for a's vedkommende, er bundet, via thioeter-broer, til to cysteinresiduer i den enkle peptidkjede. Cytokromene kan forekomme i redusert eller oksydert tilstand, og red/oks-prosessene er reverserbare, hvilket er basis for cytokromenes rolle som elektrontransport-molekyler i den såkalte oksydative fosforylering. Det er nettopp jernionet som deltar her, idet det skifter mellom Fe^{3+} og Fe^{2+} i hhv. oksydert og redusert form.

Sammen med cytokromene er ferredoxin på essensielle måter involvert i plantenes foto-fosforyleringsmekanismer. I den såkalte cykliske fotofosforylering gir et lyseksistert klorofyll a-molekyl fra seg et elektron til ferrodoxin, hvorfra det overføres til cytokromer og videre via flaviner og plastokinoner tilbake til klorofyll a. Elektronets opprinnelige eksitasjonsenergi, mottatt fra lyset, avleveres trinnvis ved red/oks-prosesser som produserer ATP.

Endelig har vi nevnt at også Co-holdige stoffer kan reduseres ved Mössbauerspektroskopi, og som eksempel nevnte vi vitamin B_{12} som har kobolt som sentralatom i sin heme-gruppe.

Når det gjelder Mössbauerstudier av hemeproteiner, kan man generelt si at for de fleste heme-proteiner er det overensstemmelse mellom Mössbauer isomer-forskyvning, kvadrupol-splitting, magnetisk hyperfin splitting og ESR data som alt i alt antyder at ligandfelt-modellen holder. For en del hemoglobin-derivater synes det som om inkonsistenser kan finne sin løsning i noe mer sofistikerte modeller.

Dessverre synes det ikke som om Mössbauerspektroskopiske data fra hemoglobinderivater foreløpig kan korreleres i særlig utstrekning med de meget omfangsrike og imponerende data fra de krystallografiske arbeidene til bl.a. Perutz. I alle fall er tiden ennå ikke moden for dette, og en av årsakene er vel at vekselvirkninger mellom heme-gruppene og proteinkjedene som er foldet omkring dem, bare er en annenordens effekt. Dette er slik først og fremst fordi kjedene nesten utelukkende har uladete grupper pekende innover i de lommer hvor heme-gruppene ligger, se Fig. 8 og 9.

Skulle det imidlertid ut fra Mössbauerspektroskopi bli mulig en gang i fremtiden f.eks. å forstå bedre de forhold ved hemoglobinets funksjon i organismen som slår feil ved de ca. 100 forskjellige typer molekyldefekter (først og fremst i proteinkjedene) som ledsages av alvorlig sykdom, ville det være av betydelig verdi for menneskeheten.

Om enn mange av de første biofysiske anvendelser av Mössbaueréffekten bærer preg av å være kun anvendelser av en teknikk, kjent fra et annet fagområde, på biokjemiske systemer inneholdende jern, uten at noen klar og god problemstilling alltid foreligger, må man trolig ha lov å håpe at også Mössbauerspektroskopien

vil bli en metode som i kombinasjon med andre etter hvert vil bidra til løsningen av biofysiske problemstillinger og således gi oss øket forståelse av de levende systemer.

LITTERATUR

G. Lang and W. Marshall: «Mössbauer effect in some haemoglobin compounds», Proc.Phys.Soc. *87* (1966) pp. 3—34.

G. Lang: Mössbauer spectroscopy of haem proteins», Quart.Rev.Biophys. *3* (1970) pp. 1—60.

J. E. Maling and W. Weissbluth: «The application of Mössbauer spectroscopy in the study of iron in heme protein» in S. J. Wyard (ed.): «Solid State Biophysics», Chap. 10, pp. 327—368, McGraw-Hill Book Comp., New York 1969.

L. May (ed.): «An Introduction to Mössbauer Spectroscopy», Chap. 13, 180—190, Adam Hilger, London 1971.

N .N. Greenwood and T. C. Gibb: «Mössbauer Spectroscopy», Chap. 13, pp. 352—370, Chapman and Hall Ltd., London 1971.

Fysikdagerna för gymnasiaster 1972

K. J. Knutsen

Undertegnede deltok i «Fysikdagerna för gymnasiastar» som ble holdt i Stockholm og Västerås 20. og 21. november. Møtet ble arrangert av Sveriges Mekanförbund i samarbeid med Svenska Fysikersamfundet. Dette var det tolvte i rekken av arrangementer, og det deltok i alt ca. 50 gymnasiaster fra en rekke forskjellige gymnas fordelt over hele Sverige. Det var skolene selv som hadde valgt sine representanter. Gymnasiastene fikk reise og opphold dekket av medlemmer av Sveriges Mekanförbund.

Møtevirksomheten tok til i Tekniska Museet i Stockholm. Professor Lamek Hulthén, Svenska Fysikersamfundet, Uppsala, ønsket velkommen. Han ga også en kort oversikt over det som opptok fysikerne for 50 år siden, og påviste at meget av dette stoffet også var aktuelt i dag.

Museidirektør Sigvard Strandh, Tekniska Museet, Stockholm, kåserte om: «Framtidsstudier genom tiderna — og i fremtiden». Han sa at det selvsagt var vanskelig å si noe om fremtiden, men han mente at man i et slikt tilfelle hadde stor nytte av å vite noe om fortiden. Han syntes derfor det var merkelig at man ikke hadde noen stillinger i «History of Science» i Sverige. (Slike stillinger har man som bekjent ikke i Norge heller.) Strandh ble etterfulgt av Docent Tord Claeson, Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg. Hans foredrag het: «Supraledning resistanslöshet vid mycket låga temperaturer.» Teorien for tunneleffekten gikk nok hus forbi for de fleste gymnasiastene, men de tekniske aspekter interesserte den oppvoksende slekt.

I Västerås gjennomførte man et såkalt fremtidsspill. Gymnasiastene ble delt i 5 grupper med 2 ledere med teknisk innsikt. Gruppe 1 behandlet: Persontransport. Gruppe 2: Transportsikkerhet. Gruppe 3: Energidistribusjon. Gruppe 4: Informasjonssystemer. Gruppe 5: Undervisningsteknologi.

Spillet ble utført på den måten at gruppen fikk beskjed om at en oppdagelse var blitt gjort. Man skulle så finne ut hvordan denne oppfinnelse kunne utnyttes i de kommende 10—15 år. Gruppene hadde anledning til å innhente opplysninger fra de andre gruppene om det var ønskelig. Man fikk i løpet av de tre timene spillet varte beskjed om i alt 9 oppdagelser, noen fingerte og noen virkelige.

Aktiviteten og interessen var meget stor hos gymnasiastene, og det var tydelig at de satte pris på noe som satte fantasien i gang. Men tiden ble for knapp for de fleste gruppene til å få sammenfattet en rapport om de resultatene man var kommet fram til. Av den grunn er det vanskelig å vurdere det hele.

Tirsdag ble tiden benyttet til studiebesøk i ASEA. Det ble gitt korte demonstrasjoner på laboratoriene for laser, metallografi, materialprøvning, høgspenning og apparat & system.

Etter besøk på ASEA-Forum-utstillingen holdt direktør Dick Lundqvist foredrag om «Fysikern i framtidens industri».

Jeg fikk anledning til å snakke med mere enn 20 av gymnasiastene. De var meget positivt innstilt til det hele, og hadde bare bagatellmessige innvendinger til arrangementet.

Jeg benyttet også anledningen til å spørre om hvordan de likte seg på skolen, om de var fornøyd med sine lærere og hvordan de likte fysikkpensumet. De lot til å være meget vel til freds med sine lærere, både dem de hadde på «högstadiet i grundskolan» og dem de nå hadde på gymnaset. Men de mente at det matematiske grunnlaget de hadde var for dårlig til at de virkelig kunne fordype seg i de fysiske teorier. Det lot til å være enstemmighet om at dette skyltes at mengdelæren hadde tatt uforholdsmessig mange av matematikktimene. De mente

at de ble hemmet av at det var for mange elever i klassen som ikke var interessert i å lære noe. Jeg skylder å gjøre oppmerksom på at utvalget neppe kan sies å være representativt for svenske gymnasiaster. De som var tatt ut til fysikkdagene, var sikkert av de flinkeste elever i sine respektive klasser.

Jeg skulle tro at norske gymnasiaster ville ha stort utbytte av et tilsvarende arrangement. De økonomiske problemer ville selvfølgelig være store. Men kanskje den norske industrien kunne være like generøs som den svenske.

(Forts. fra s. 1)

singelpartikkeltilstandene i ^{208}Pb gjennom reaksjonen ^{207}Pb(d,p)^{208}Pb.

Bakkebø, John Atle: «Observasjon av langsomme røntgenstrålingspulsasjoner før og omkring lokal geomagnetisk midnatt, assosiert med magnetiske pulsasjoner i samme frekvensområde».

Davidsen, Bjørn Gunnar: «En undersøkelse av elektronpresipitasjonen i nordlyssonens morgensektor».

Espedal, Bjarne: «Finstruktur i elektronpresipitasjonen i nordlyssonen observert i lokal morgensektor».

Fausa, Leif: «DWBA beregninger for reaksjonene ^{34}S(^{3}He,p)^{36}Cl og ^{32}S(^{3}He,p)^{34}Cl».

Hamre, Olaf Anfinn: «En undersøkelse av banedynamikken i en 4 sektors isokron ringsektorsyklotron».

Håvåg, Magne: «Utvikling av et automatisk databehandlingssystem og eksempel på anvendelse av dette på finstruktur i røntgenstrålingen i nordlyssonen».

Johnsen, Ola Marius: «Datastyring av en måleapparatur for telling av partikkelspor i kjerneemulsjoner».

Jacobsen, Jane Mcgregor: «A Study of the Channels:
$K^+N \rightarrow K^+\pi^+\pi^-\pi^\circ N$
$K^+N \rightarrow K^\circ\pi^+\pi^+\pi^-N$ (N= nucleus/nucleon)
at 10 GeV/c in a Propane/Heavy Freon Mixture.»

Løset, Laila: «En undersøkelse av energinivåene i ^{239}Pu ved hjelp av reaksjonen ^{238}Pu(d,p)^{239}Pu.»

Nag, Tormod: «$K^+n \rightarrow K^\circ p$ Ladningsombytning ved 10 GeV/c».

Nyre, Nils: «Eit studium i energinivåa i ^{239}U ved hjelp av reaksjonen ^{238}U(d,p)^{239}U».

Nøstbakken, Ole Johan: «Energinivå i uran ^{237} studert ved hjelp av reaksjonen ^{238}U(d,t)^{237}U.

Rongved, Reidar: «Presentasjon og behandling av rakettdata fra Andøya».

Strøman, Arve: «Energinivåer i ^{238}Pu».

Strømann, John Rokstad: «Variasjoner i FoF2 og emisjonene 01(6300Å) og N_2^+ (4278Å) i Arktis, vinteren 1969/70».

Sørensen, Terje: «Ballongmålinger av hurtige, kvasiperiodiske intensitetsvariasjoner i nordlys (λ=4278Å) og røntgenstråling med energi større enn 25 keV».

Bøker

N. J. Zabusky (ed.): Topics in Nonlinear Physics, Proceedings of the Physics Session, International School of Nonlinear Mathematics and Physics. (Springer, Berlin 1968). 724 sider. Pris DM 54,—.

Ikke-lineære problemer, viktige i mange grener av fysikken, er i det store og hele terra incognita; von Weiszäcker antyder at studiet av ikke-lineære fenomener i fysikken er å likne med studiet av ikke-elefanter i zoologien. — En sommerskole i ikke-lineær matematikk og fysikk ble holdt ved Max Planck-instituttet i München fordi enkelte (ifølge forordet) håpet at begreper og metoder i én gren av ikke-lineær fysikk kunne nyttiggjøres i en annen gren. Formodentlig brast håpet.

Boka inneholder de seks foredragsseriene i fysikk. Heisenberg forteller i det interessante innledningsforedraget om de ikke-lineære fenomener han har arbeidet med i hydrodynamikk og elmentærpartikkel fysikk, og oppsummerer de etter hans mening generelle trekk ved ikke-lineære problemer. Heisenbergs advarsel til kontinuumsfysikerne om at den mikroskopiske struktur ikke nødvendigvis kan neglisjeres selv ved makroskopiske fenomener tar Truesdell ikke tungt i sine forelesninger: «It is a pure illusion to think that learning all about tiny things first is the path to knowledge about big things. Continuum mechanics deals directly with the phenomena . . . «. Truesdell foredrar i velkjent stil ikke-lineære aksiomatiske feltteorier i mekanikken krydret med polemiske utfall mot oss overflatiske fysikere.

Prigogine og Baus beskriver ikke-likevektsfenomener fra et mikroskopisk standpunkt, basert på Brusselskolens perturbasjonsmetoder. Prigogines forelesninger er noe springende, anvendelsene spenner fra elementærpartikler til kosmologi. Bloembergen foreleser over ikke-lineær optikk, etter laseren en aktuell gren av fysikken. Wheeler argumentere pittorsk for sin «geometrodynamiske» beskrivelse av fysikken, hans vyer gjør anmelderen noe svimmel.

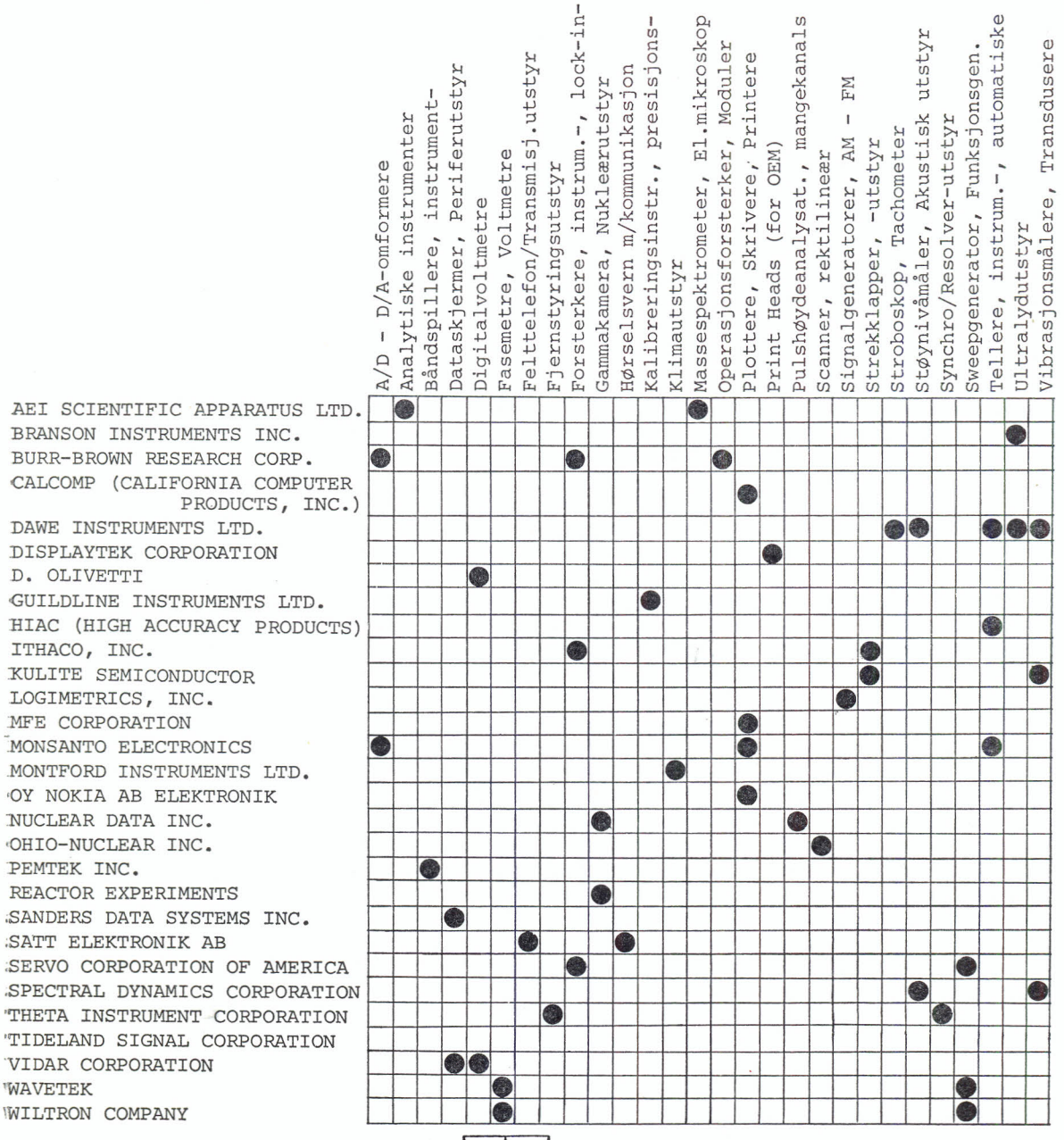
Helhetsinntrykket av boka er at den er svært heterogen. Jeg tror ikke den vil få mange lesere; studenter vil finne den vanskelig tilgjengelig, og eksperter vil søke bedre kilder.

P. C. Hemmer

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.

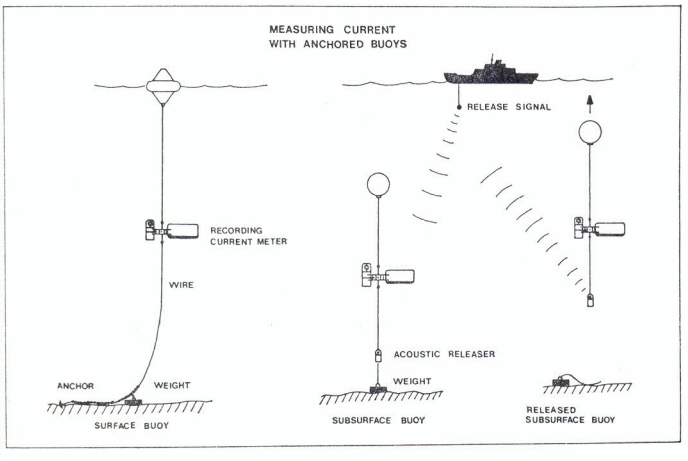
Postgirokonto: 88388 Bankgirokonto: 5102.20.16001

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 METERS
for ocean currents down to 6000 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