Fra Fysikkens Verden

Nr.4 - 1988
50. årgang

Utgiver:
Norsk Fysisk Selskap

Redaktører:
Øivin Holter
Finn Ingebretsen

Innhold

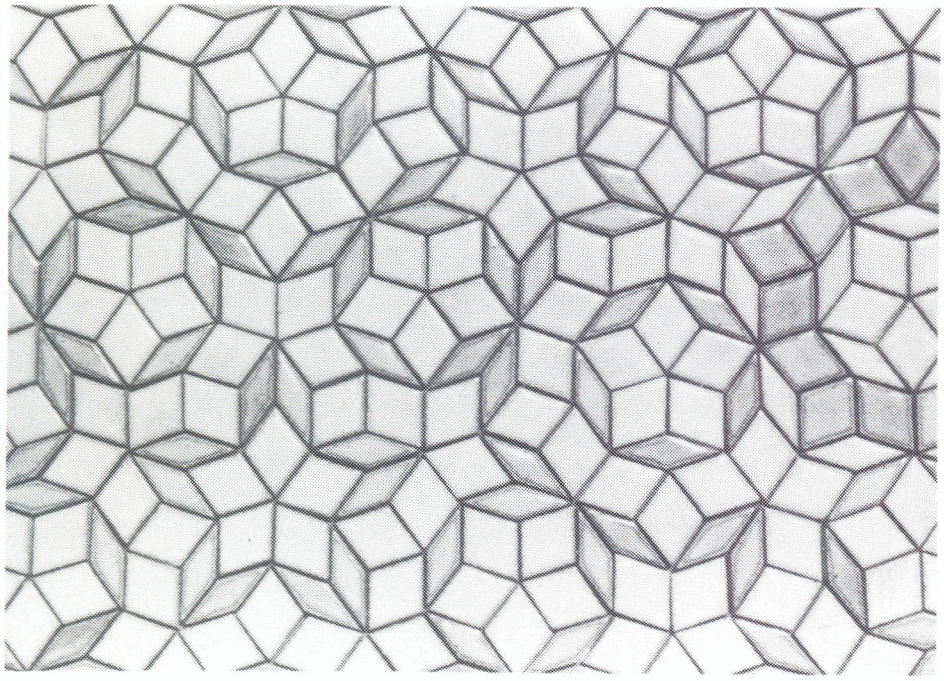
Tom Henning Johansen:
KVASIKRYSTALLER – "Umulige" krystaller (1) 86

Olav Steinsvoll:
HØYTEMPERATUR SUPRALEDERE – siste års utvikling . 91

Kjell Henriksen:
OSONLAGET upåvirket av KFK – gasser? 95

Olav Steinsvoll:
Et hundreårsjubileum "vom Hertzen geschrieben" 97

In Memoriam: Njål Hole 82
Fra Redaktørene 83
FFV-Panelet: **Kristian Fossheim** 83
FFV Gratulerer 84
Nobelprisen i Fysikk 1988 85
Kvinner i Fysikk 98
Trim i FFV 99
Reisebrev fra Kina 100
Errata 101
Bokomtaler 101
Nytt fra NFS 103
Brev til Kringkastingsrådet
Nye medlemmer



Penrosemønsteret – fliseleggerens mareritt

ISSN-0015-9247

In Memoriam

Professor Dr.techn. Njål Hole 1914 - 1988.

Njål Hole er gått bort. Han døde 6.februar 1988, 73 år gammel. Njål Hole var født 15. november 1914 i Hjørundfjord, av foreldre Ingebrigt Hole og hustru Marie, f.Langeland. Han vokste opp i Nord-Trøndelag, fra 1928 i Verdal, der hans far ble sogneprest og prost. Etter middelskole i Levanger og toårig gymnasium i Trondheim gjennomgikk han kjemistudiet ved Norges tekniske Høgskole, med avgangseksamen våren 1938.

Etter NTH-eksamen ble han sommeren 1938 ansatt som assistent hos professor J. Holtsmark ved Fysisk Institutt NTH, for å arbeide ved det kjernefysiske laboratoriet som professor Holtsmark hadde etablert. Det var utstyrt med en van de Graaff-generator for 600.000 volt, bygget ved Fysisk Institutt, visstnok den første i Europa.

Sammen med Roald Tangen, som allerede hadde arbeidet ved laboratoriet halvannet år, utførte Hole i årene fra 1938 til 1941 en serie undersøkelser over resonans-innfangning ("radiative capture") av protoner i beryllium, magnesium, fosfor og aluminium. Ved registerering av den utsendte γ-stråling ble det funnet en lang rekke hittil ukjente resonanser.

I september 1941 flyktet Hole til Sverige, etter at Gestapo hadde trappet opp sin aktivitet i Trondheim. Som kjernefysiker fikk han arbeide ved Nobelinstitutet för Fysik i Stockholm, der professor Manne Siegbahn var sjef, og han kom til å bli der i 6 år, til 1948. Ved dette instituttet, som hadde en nybygget syklotron for 6 MeV, lå forholdene særdeles vel til rette for at Hole kunne fortsette arbeidet med kjernefysikk. Ved hjelp av syklotronen kunne man lett frigjøre neutroner ved reaksjonen mellom deuteroner og beryllium. Det var vesentlig neutroninndusert radioaktivitet Hole kom til å arbeide med.

I løpet av disse årene ble det utført en serie med undersøkelser over slik radioaktivitet i mange stoffer: aluminium, vismut, rhodium, klor, jod, hafnium og wolfram, dels i samarbeid med flere andre ved instiuttet. De fleste av arbeidene ble publisert i det svenske "Arkiv för Matematik, Astronomi och Fysik", samt ett i Phys. Rev. og ett i Nature. Han publiserte også arbeider over tellerstatistikk, og utførte den siste tiden ved instituttet undersøkelser over kjerneisomeri.

Hole ble i 1948 dosent i fysikk ved Norges Tekniske Høgskole. Han disputerte i 1950 for doktorgraden ved NTH, Dr. technicae, med et arbeide over kjerneisomeri, på grunnlag av undersøkelser som var utført ved Nobelinstitutet: "Contributions to the Study of Nuclear Isomerism".

Hole's arbeide ved NTH omfattet i første rekke undervisningen for det store felleskurset i fysikk for alle avdelinger ved NTH (fysikk og arkitekt unntatt). Hole ble i 1954 professor i eksperimentalfysikk etter Roald Tangen, som flyttet til Oslo. I 1966 gikk han over i et nyopprettet professorat i fysikk med spesialområde Almen Fysikk, som han bestyrte til oppnådd aldersgrense 67 år, høsten 1981.

Ved dette instituttet ble *optikk* det sentrale forskningsfelt, etter at optikken hadde fått en fullstendig renessanse, særlig da laseren kom i bruk, med bølgeoptiske metoder, Fourieroptikk, holografi og alt som dermed fulgte. Det ble ved instituttet gjort et meget fremgangsrikt forskningsarbeid på dette felt.

Ved NTH ble Hole betrodd mange tillitsverv. Han var medlem av en komite for revisjon av loven om Norges Tekniske Høgskole, og i flere år medlem av den meget viktige budsjettkomiteen for hele NTH. Han var også i en tid medlem av Styret for Det kgl. Norske Videnskabers Selskab, hvor han var innvalgt som medlem i 1950. Fra 1955 var han medlem av det nystiftede Norges Tekniske Vitenskapsakademi, sist i 1960-årene var han en periode formann i Norsk Fysisk Selskap.

Hole var viseformann i Studentersamfundets styre våren 1955. Han ble noen år senere ridder av "De Sorte Faars Ridderskap", og senere kommandør av samme orden. Fra 1962 var han medlem av finanskomiteen i Studentersamfunnet og noen år senere komiteens formann, inntil "studentopprøret" i 1970, da det oppsto forviklinger, slik at hele finanskomiteen gikk av.

Det gikk rykter om at Hole etter krigen hadde fått en høy engelsk orden, men ingen, hverken slektninger eller venner, fikk vite hva grunnen var. Det er nu blitt kjent at han under krigen fungerte som professor Leif Tronstad's observatør og kontaktmann i Stockholm. I det kjernefysiske miljøet der Hole arbeidet sammen med den kjente østerrikske fysikeren, professor Lise Meitner, som var jødisk flyktning fra Tyskland, var det gode muligheter for å fange opp viktige opplysninger. Disse fant veien til Tronstad i London via den skandinaviske avdelingen av Secret Intelligence Service i Stockholm. Meldingene må sikkert ha vært nyttige, siden Hole fikk en så høy orden. Det viste seg å være MBE; Member of the British Empire.

Hans tilbakeholdenhet med å fortelle om denne virksomheten kan skyldes taushetsplikt. Det kan også bero på at Hole av natur var meget beskjeden. Samtidig var han en streng herre, som det sto respekt av. Det hadde nok sammenheng med hans rettlinjede karakter og sans for rettferdighet. Han var aldri redd for å gripe inn og si sin mening åpenlyst, når det var grunn til det, særlig om det ble begått urett mot noen, varmhjertet og godgjørende som han var. Og fremfor alt, han var en venn som man kunne stole på fullt ut, i ett og alt. Mange venner vil savne ham.

Vi vil minnes Njål Hole i takknemlighet.

Sverre Westin

∞

Fra Redaktørene

Det foreliggende nummer av Fra Fysikkens Verden er det siste i den femtiende årgang, og femtiåringen forsøker stadig å holde seg like aktuell. Denne gangen kan vi for våre lesere blant annet presentere status for to dagsaktuelle tema, osonforskning og høytemperatur supraledning. Siden begge tema er gjenstand for generell mediafokusering kan vi ikke motstå fristelsen; la oss gjøre en aldri så liten sammenligning mellom presentasjonen i FFV og i media forøvrig.

Oson (eller mangel på sådan) dør vi av i neste århundre, dette er TV-Norges felles viten gjennom et prisbelønnet TV-program. Prisen er sikkert velfortjent og riktig, men så langt vi kan bedømme må den i første rekke ha vært for formen. Fysikeres kultur er å være notorisk kritiske og helst starte med motforestillingene, og vi er uenige i at det bare er dårlige nyheter som er gode nyheter. Når vil vi se førstesideoppslaget om osonhullet (som aldri har vært noe "hull") over Antarktis som ble borte?

Vi mener at media også bør preges av elementer av den naturvitenskapelige kultur, kombinert med en dyp faglig innsikt. Norsk Fysisk Selskap har pekt på dette i et brev til Kringkastningsraadet, gjengitt i dette nummer av FFV.

Supraledning har forlengst passert det sensasjonelle nyhetens stadium og er inne i fasen med det møysommelige internasjonale forskningsarbeidet som langsomt etablerer den basis som er nødvendig for at denne spennende oppdagelse etter hvert skal kunne svare til forventningene i det praktiske liv. Den internasjonale aktiviteten er omfattende, og selv om det norske bidraget er begrenset i omfang viser fysikere og kjemikere i Trondheim og Oslo at vi er med i forskningsfronten.

Begge fagområder vil gi en god test på seriøsiteten i det bevilgende system. Framtiden vil vise om det vil være tilgjengelig ressurser for det seriøse forskningsarbeidet uten at vi er i en krise- eller sensasjons- tilstand. Vi håper at det ikke bare er femtiårige fysikere og tidsskrifter som fornyer seg...

∞

FFV-Panelet: Kristian Fossheim

Gjer noko med det!

Ennå surrar det i hovudet etter alle adjektive piruettar og intellektuelle krusedullar framførde av min forgjengar i denne spalta. Ja, vi er skuldige:

Enkelte markskrikerske fysikarar *har* tillate seg å informere andre enn sidemannen på kontoret om kva vi driv med. I ei kritisk tid for naturvitskapen i Norge meiner somme av oss at det er viktig å informere eit breiare publikum, og såleis stimulere interessa for fysikk og naturvitskap generelt. Kven trur at dei styrande i dette landet vil vere villige til å gje naturvitskapen dei ressursar den treng når det så sjeldan kjem positiv tilbakemelding? Tru meg: Det vil ikkje skje.

Men også det store publikum har krav på å få vite kva vi steller med. Det *er* dei som betalar og skaffar rekruttane. Det er korkje klokt eller rett å halde naturvitskapen på akademisk avstand frå den politiske prosessen. Og *den* startar faktisk med at også meinigmann blir overtydd om vår sak, og stiller seg positiv til vårt arbeid. Og eg snakkar nå ikkje om klagebrev og protestaksjonar, men om konstruktiv, positiv informasjon.

Det mest vemodige med det heile er at vi faktisk har mykje å fortelje. Men vi ligg tynt an når det gjeld informasjon om vårt arbeid både offentleg og innafor våre universitet. Vi er lydige mot Janteloven. Den set sine vilkår som norske fysikarar sjeldan bryt. Det krev faktisk litt mot å tilstå offentleg at du prøver å få til noko. Det einaste heilt sikre er at du får kritikk. Kvifor ta sjansen på å eksponere seg når ein alt veit best?

Og ennå verre blir det om du til og med blir *entusiastisk*. Slikt har vi nå slett ikkje bruk for i dette landet. Entusiastar er umodne personar som ikkje har forstått at det viktigaste er å bevare ro, skepsis og orden. Eventuelt kan forklaringa vere at du har fått for mykje pengar. Dette er særleg aktuelt dersom du arbeider i eit forkasteleg satsingsområde, til dømes materialvitskap (les: fast-stoff fysikk). Rett nok har materialproduksjon omtrent like stor tyngde som oljen i vårt land, men skal vi leggje vekt på slikt? At NAVF omsider har heva grunnforskingsinnsatsen i dette feltet til eit nivå som tek til å *minne* om det som er rekna som naudsynt i alle andre industrialiserte land, må skuldast at floskelflinke (forsknings)-politikarar har misforstått det (vi) dei driv med. Her blir vi til og med utsett for *prioritering*, eit vederstyggeleg ord i norske universitetsmiljø.

Og skulle du vere i den heldige situasjon at alt ligg til rette for å gå inn i eit nytt og spennande felt, så hugs at då er du ein skikkeleg moteløve, og ikkje heilt stuerein. Ja, for vi er framleis i Norge. Vi skal vel ikkje bli plaga med noko nytt her? Nei, la oss framfor alt bevare skepsisen, og bevise at Ola Nordmann ikkje lar seg vippe av pinnen av utanlandske påfunn.

Ja, det er så mangt vi kan ironisere over i norsk fysikk, både over fysikaren og det han driv med. Men ironien bør ikkje heilt erstatte realitetane.

Mange av kommentarane i denne spalta har dreia seg om at vi ikkje har det godt nok, dvs. at ikkje alt er *lagt til rette* for oss, for å vere meir presis. Etter det føregåande kjem det kanskje ikkje som ei stor overrasking at min upopulære og uærbødige påstand er at vi stort sett har det som vi fortener det. Den norske fysikaren har lenge nok dyrka eit image av ein fordums preseterist, altså gløgg nok, men ein sidrumpa person utan praktisk nytte for denne verda.

Og akkurat dette er han spesielt stolt av! Di meir unyttig di betre. Og slik er han, fortent nok, blitt opp-

fatta av sine omgjevnader. Dette er synd, for *fysikken* fortener det ikkje. Men under det ufarlege ytre skjuler det seg ein betydeleg arroganse. Vi er eigentleg så gode og dyktige at pengane og ressursane versågod skal kome kortaste veg frå departementet. Dette fordi unyttig fysikk er så viktig for oss alle. Er du med? Desse haldningane kan kanskje også delvis forklare kvifor det framleis er mest berre menn som satsar på fysikk som yrke og karriere. Eg trur kvinner lett gjennomskuar desse typiske mannshaldningane. Og dei vil ikkje vere med på dei. Kvinner har liten sans for å skryte av at dei er unyttige og smarte.

Etter mitt ringe skjøn har fysikken aldri vore meir spennande og interessant enn nå, med unnatak for visse periodar på 20- og 30-talet. Men norske fysikarar har ikkje evnen til å få dette fram. Fram til kven? Til det store publikum, til politikarar, gymnasiastar, husmødrer og skuleelevar.

Gjennom dei siste åra *har* fysikken si stilling blitt betre. Dette kan vi bevise. Men forskingsrådet sin argumentasjon andsynes departement, Regjering og Storting har berre verdi og overtydingskraft proporsjonalt med den tiltru forskarane opparbeider seg i samfunnet. Slik bør det vel vere i et demokrati?

Det er altså opp til *deg* å betre din eigen situasjon ytterlegare.

Gjer noko med det!

∞

FFV Gratulerer

Tormod Riste får polsk æresbevisning.

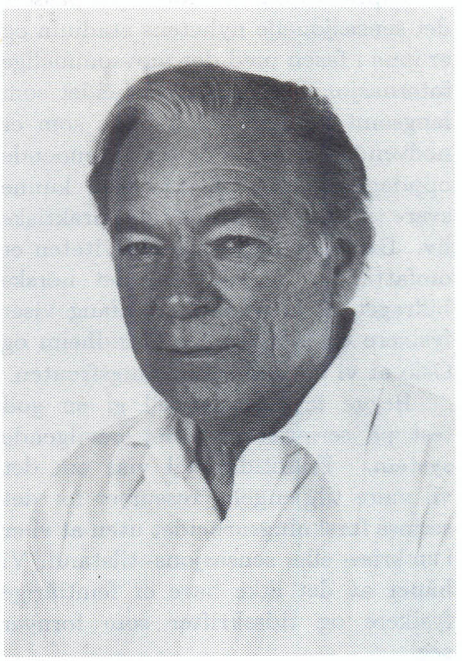
Ved en høytidelighet i Den polske ambassaden den 21. oktober overrakte den polske ambassadøren professor Tormod Riste medlemskapsdiplom i Det polske vitenskapsakademi. Medlemskapet ble tildelt som en anerkjennelse for den mangeårige innsatsen som Riste har gjort for norsk/polsk samarbeid innen faget fysikk. Professor J.Janik ankom som den første gjest til IFA, Kjeller i 1956, og siden har polske vitenskapsmenn innafor faststoffysikk slik som magnetisme, krystallografi og andre emner nesten hvert år kommet til IFE for å delta i felles eksperimenter ved reaktorene JEEP I og II. Samtidig har norske fysikere også fått anledning til å delta i polsk forskningsarbeid, både ved Swierk, Warszawa og i Dubna ved Moskva. Samarbeidet har høynet det vitenskaplige nivå for begge parter og bidratt til avspenning og vennskaplige forbindelser på tvers av de politiske blokker i Europa. Vi gratulerer Tormod Riste med denne utmerkelsen!

Aud og Tormod Riste ved mottakelsen i den Polske ambassade.

Diplom til Søren H.H. Larsen, nestor i norsk osonforskning.

På osonsymposiet i Göttingen (se artikkel i dette nummer) ble Førsteamanuensis Søren H.H.Larsen, Universitetet i Oslo, tildelt diplom for sitt banebrytende og grundige arbeid innen osonforskning.

Larsen startet måling av oson over Longyearbyen allerede vinteren 1950 - 51, og har siden da bragt tilveie unike osondata fra Svalbard, Tromsø og Oslo. Målingene til Larsen og medarbeidere viser forskjellen i osonlaget over de to polområdene, og setter et nøkternt spørsmålstegn ved dagens krisebetonte mediafokuserte osonkatastrofe. FFV gratulerer !



Søren H.H.Larsen

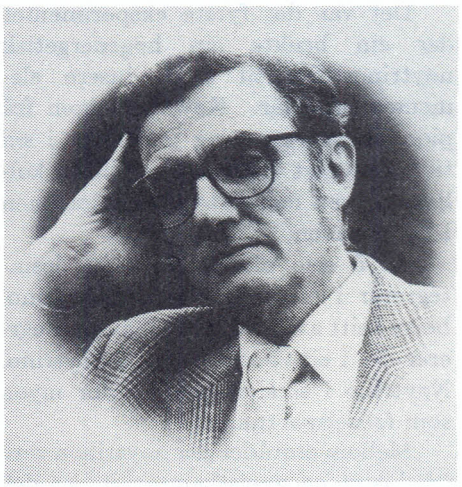
Husk Kontingenten!

Stor heder til Kristoffer Gjøtterud

Førsteamanuensis Kristoffer Gjøtterud er ved en stor tilstelning i København nylig utnevnt til "BEN ADAM" for sin utrettelige kamp for menneskerettigheter, videnskapelig frihet og spesielt for sitt omfattende arbeid for Sovjets jøder. Hedersbevisningnen (som betyr "sønn av et menneske") er tidligere gitt kjente menneskerettsforkjempere som Niels Bohr og Trygve Lie, og tildeles av Jødisk Ungdomsforening. Om Kristoffer er det sagt at "han er et lokomotiv som trekker de gode krefter med seg - og lyser opp landskapet foran seg". Til denne beskrivelsen vil alle hans kolleger og venner i Norsk Fysisk Selskap nikke gjenkjennende; ingen vil bestride hans rolle som lokomotiv også innen selskapets solidaritetsarbeid for forfulgte kolleger i vår turbulente verden. Vi gratulerer og takker Kristoffer fordi han bevisstgjør oss vanlige "godstogvogner" på menneskerettighetsspørsmål og gjør oss til litt mere - "Ben Adam".

Fra rekken av gratulanter siterer vi telegram fra "refusnik"- konferansen "Frontires of Science" i Moskva: *Participants of Scientific Conference greet the winner of the honorary prize. Only thanks to people like you miracles happen in our life.*

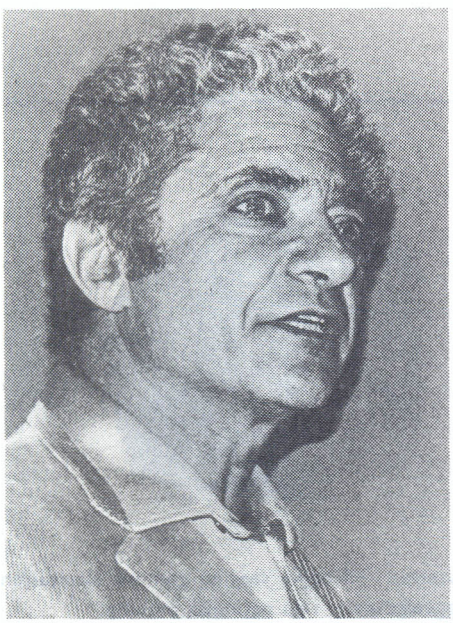
∞



Kristoffer Gjøtterud

Nobelprisen i Fysikk 1988

Dette året vart Nobelprisen i fysikk gjeven til Leon Ledermann, Melvin Schwartz og Jack Steinberger for eksperimentelt arbeid i nøytrinofysikk og for oppdaginga av at det er meir enn eit slag nøytrino.



Dei er alle amerikanske statsborgarar. Steinberger er fødd i ein liten by i Tyskland (Bad Kissingen), men kom seg som gutunge ut av landet saman med bror sin før brennofferet starta.

Eksperimentet som oppdaga at nøytrino frå pion og frå nøytron som desintegrerer ikkje er dei same, vart gjort i Brookhaven på Long Island i 1961 - 62. Nobelkomitéen har altså venta i 26 år på å ta avgjerda si. I dag er det ingen tvil om at eksperimentet var avgjerande for utviklinga av den sameinande teorien for veik og elektromagnetisk vekselverknaden: Den elektroveike teorien til Glashow, Salam og Weinberg.

Ofte er det slik at når ei oppdaging blir gjort så veit ein ikkje kor viktig oppdaginga er. I den moderne elektroveike teorien er det absolutt essensielt at elektronet, myonet (og nå τ) har kvart sitt spesifikke nøytrino som partner.

Dei fundamentale leptona kjem i dublettar:

$$\begin{pmatrix} e \\ \nu \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \mu \\ \nu_\mu \end{pmatrix} \text{ og } \begin{pmatrix} \tau \\ \nu_\tau \end{pmatrix}$$

og kvar av desse har tilordna kvarkdublettar

$$\begin{pmatrix} u \\ d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} c \\ s \end{pmatrix} \text{ og } \begin{pmatrix} t \\ b \end{pmatrix}$$

Den fyrste materifamilien

$$\begin{pmatrix} e \\ \nu_e \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u \\ d \end{pmatrix}$$

er omtrent alt som trengs for å forstå den materien vi og universet er laga av.

Dei to andre familiane

$$\begin{pmatrix} \mu \\ \nu_\mu \end{pmatrix} \begin{pmatrix} c \\ s \end{pmatrix} \text{ og } \begin{pmatrix} \tau \\ \nu_\tau \end{pmatrix} \begin{pmatrix} t \\ b \end{pmatrix}$$

"berre er der" og ingen har i dag ei fullgod forklaring på *kvifor* dei er der eller om det er fleire lepton-kvark familiar å oppdage. Eit godt svar på dette familieproblemet kan kanskje gje ein Stockholmstur i framtida.

I dag har vi orden på familiane i det minste og veit ein heil del om korleis dei av og til blandar seg saman. Den som vil lære meir om dei kan lese oppatt FFV no.1 i år.

Vi menneske er som sagt oppbygde av partiklar frå fyrste familien. Då Neddermeyer og Anderson oppdaga myonet μ i 1937 spurde I. Rabi: "Who ordered that". Dette var som vi veit i dag - fyrste partikkelen som vart oppdagą i den andre familien, den som verkar så unyttig på oss ennå. For at det skulle bli ein full (lepton) familie måtte det også oppdagast eit nøytrino ν_μ som var spesifikt for denne familien. Det avgjerande eksperimentetet som viste at ν_μ eksisterte og var ulikt ν_e, var det Schwartz, Steinberger og Ledermann som sto bak.

Medan det var eit enkelt tåkekammer som var instrumentet som påviste μ, var det eit monster av eit 10 tonns gneistkammer bygd av aluminium som påviste ν_μ. I si tid var dette eit stort eksperiment sjølv om det var berre sju fysikarar som dreiv det fram.

Det var det fyrste eksperimentet der ein brukte ein høgenergetisk nøytrinostråle til å produsere elementærpartiklar. Nøytrinoa kom frå piondesintegrasjon og piona var i sin tid produsert i proton-beryllium kollisjonar ved den nybygde syklotronen i Brookhaven.

Så å seie alle ladde pion desintegrerer i eit myon og eit nøytrino, berre i eitt av ti tusen tilfelle desintegrerer det i eit elektron og eit nøytrino. Nøytrino i strålen hadde difor myon som fødselspartnarar.

Mellom området der nøytrinoa vart produsert og gneistkammeret var det plassert eit fjorten meter tjukt lag av stålplater frå eit gamalt slagskip slik at alt anna enn nøytrinoa i strålen skulle bli absorbert.

Bak stålskjoldet sto gneistkammeret der litt over femti nøytrino induserte reaksjonar vart observerte. Mellom desse var det omtrent tredve der eit enkelt myon vart produsert og ingen sikre der eit enkelt elektron vart produsert.

Dersom nøytrinoet som vart tilordna elektron og myon var det same, skulle ein ha fått omtrent like mange elektron som myon produserte i gneistkammeret. Brookhaveneksperimentet viste altså at nøytrinoet som kom saman med myonet i piondesintegrasjon var eit spesifikt myonnøytrino ν_μ.

Alle veit dette i dag. S. Glashow fortel korleis doktoreksamen hans gjekk til i 1958: mesteparten av tida gjekk med til ein oppheta diskusjon mellom Julian Schwinger og Frank Yang (Nobel, Nobel & Nobel). Yang tende på alle pluggar fordi Glashow sa (det han hadde lært av Schwinger), at det var to ulike nøytrino i naturen.

Glashow var så sikker på at Schwinger hadde rett at han bygde inn ulike nøytrino i teorien sin (1960) for elektroveike krefter, den som gav han Nobelprisen i 1979 (saman med Salam og Weinberg).

I ettertid kan vi seie at Nobelprisvinnarane i år gjorde den fyrste avgjerande verifikasjonen av den elektroveike teorien. Steinberger og Ledermann har gjort mange andre etter 1962.

Som Glashow i 1979, kom Steinberger i 1988 innom på Fysisk institutt i Oslo rett etter prisutdelinga. Han har vore i Noreg fleire gonger før, er ein sterk personlegdom med vide interesser og gav ei glimrande førelesing 16. desember i Store fysiske auditorium. Han gjorde ære på oss og vi på han.

Hallstein Høgåsen

∞

Kvasikrystaller – «Umulige» krystaller (1)

Tom Henning Johansen *

Det kom som en rystende overraskelse da D. Shechtman og medarbeidere sent i 1984 påsto at de hadde bevis for en "umulig" krystallstruktur. I kjølvannet av denne oppdagelsen er det senere blitt rapportert en mengde liknende gåtefulle diffraksjonsbilder, og strukturene som gir opphav til disse kalles idag kvasiperiodiske, eller forkortet, kvasikrystaller.

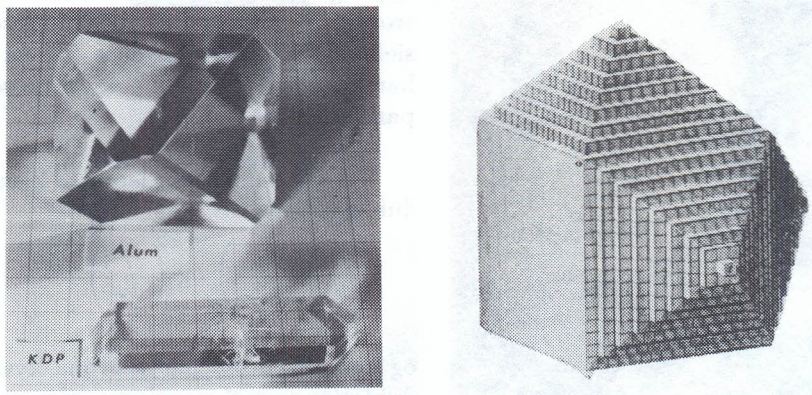


Fig.1. Krystaller med velutviklede naturlige fasetter. Til høyre sees en gammel illustrasjon av en krystall modell bestående av identiske byggeelementer i en periodisk ordning.

Figur 1 viser to eksempler på en nesten perfekt krystall med velutviklede naturlige fasetter. Ledet av regulariteten i slike fasetter framkom for flere århundrer siden idéen om at en krystall er en samling små identiske byggeklosser stablet tett inntil hverandre på en periodisk måte. Ideen har vist seg å være korrekt, og vi vet idag at disse byggeklossene (enhetscellene) inneholder en bestemt – enkel eller komplisert - fordeling av atomer.

I følge de veletablerte og rigorøse teoremer innen krystallografi eksisterer det bare en liten liste av ulike periodiske stablemåter, som er slik at klossene fyller rommet fullstendig. I to dimensjoner (2D) er en av disse gitt ved den kvadratiske oppdeling av planet, se figur 2a. 2D klosser kan vi tenke oss som f.eks. gulvfliser. Vi ser at den kvadratiske strukturen har translatorisk periodisitet siden flisemønsteret blir eksakt det samme dersom alt forskyves et vilkårlig antall flisebredder i horisontal eller vertikal retning. Videre ser vi at strukturen også har rotasjons symmetri. Ved å rotere det hele omkring senteret i et kvadrat vil mønsteret gjenta seg for hver 1/4 av en full omdreining;

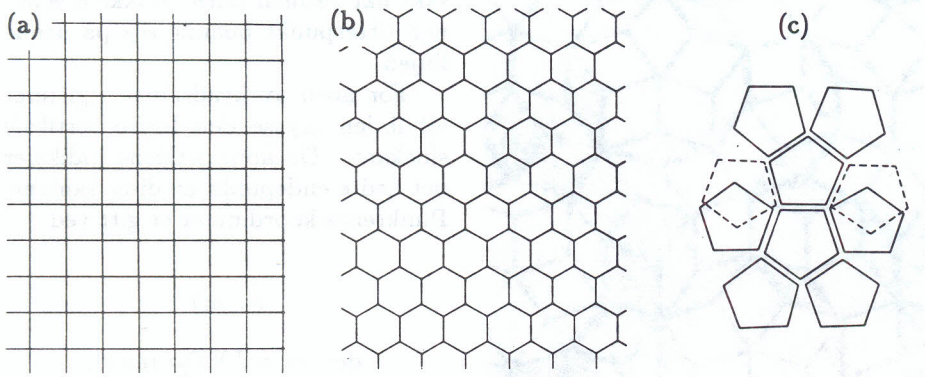


Fig.2. Kvadratisk (a) og heksagonal (b) oppdeling av planet. (c) viser frustrerende forsøk på å fylle planet med en pentagonal mosaikk.

strukturen har 4–foldig rotasjons symmetri. Figur 2b viser en heksagonal oppdeling av planet (bikubemønster), og den har 6–foldig symmetri omkring et tilsvarende punkt. Bortsett fra en triviell full omdreining, kan en periodisk struktur bare ha 2–, 3–, 4– eller 6–foldig rotasjons symmetri. Følgelig er 5–, 7–, 8–foldig symmetri osv. absolutt umulig. Dette kan lett erfares hvis man forsøker å dekke gulvet med f.eks. pentagonale fliser, som antydet i figur 2c.

Fasettdannelse er én manifestasjon av krystallinsk orden. En annen, og kanskje den mest spektakulære, oppstår gjennom fenomenet diffraksjon. Når man retter en stråle av partikler (fotoner, elektroner osv.) mot en preparert prøve vil partiklene bli spredt av atomene i materialet. Periodisiteten i atomenes posisjon gir opphav til konstruktiv interferens i spredningen langs visse retninger ut fra prøven. Ved å registrere fordelingen av diffraksjon maksima på en film har man et "fingeravtrykk" av materialet som forteller symmetrien i dets oppbygning. Utstyrt med dette effektive redskap har krystallografer hatt en lang og suksessrik tradisjon i strukturbestemmelser basert på et systematisk klassifikasjon skjema fritt for indre motsigelser.

På denne bakgrunn kom det som en rystende overraskelse da D. Shechtman og medarbeidere sent i 1984 påsto at de hadde bevis for en "umulig" krystallstruktur.[1] Denne modige annonsering var basert på studier av en Al–Mn legering der de hadde benyttet elektron diffraksjon. De publiserte en serie med diffraksjonsbilder tatt med ulike innfallsvinkler på elektronstrålen, se figur 3. Legeringen gir opphav til skarpe prikker i diffraksjonsbildet (Bragg reflekser), noe som er selve kjennetegnet på langtrekkende (les: krystallinsk) ordning av sprederene. På den annen side er det utvilsomt 5–foldig symmetri forbundet med strukturen.

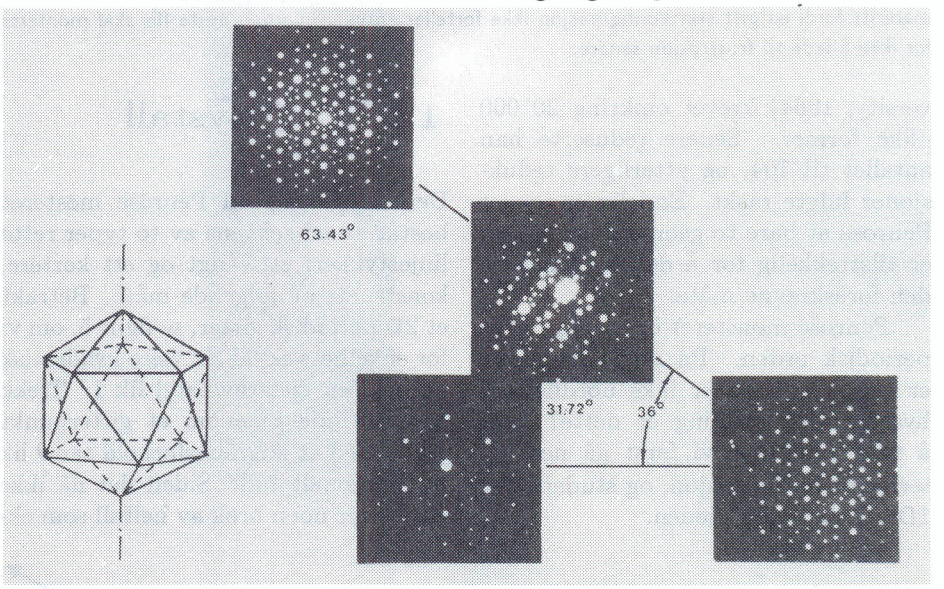


Fig.3. Elektron diffraksjonsbilder av en struktur med en 'umulig' ikosaedrisk symmetri (fra ref.1). Et ikosaeder er en 3D figur med 20 sideflater, hver av dem en likesidet trekant. Dette polyederet, et av de berømte Platoniske legemer, kan ikke fylle rommet ved periodisk stabling. Den markerte aksen er en 5-foldig symmetriakse.

Følgelig, innenfor rammene av konvensjonell krystallografi er materialet et paradoks!

Fra disse "fingeravtrykk" fikk Shechtman et al. bestemt den fulle symmetri til å være ikosaedrisk. I kjølvannet av denne oppdagelsen er det senere blitt rapportert en mengde liknende gåtefulle diffraksjonsbilder, og strukturene som gir opphav til disse kalles idag kvasiperiodiske, eller forkortet; kvasikrystaller.

Vi skal straks beskrive i detalj disse forunderlige kvasiperiodiske strukturene. Før dette gjøres bør det nevnes at innen Shechtman aksepterte sitt utrolige resultat, brukte han to år til å lete etter mulige tilfeldige årsaker som kunne forklare diffraksjonsbildene på en tradisjonell måte. Den mest opplagte kilde til 5–foldig symmetri ville da være at prøven består av flere regulære mikrokrystaller, eller tvillinger, sammensatt med en vinkel $2\pi/5$ eller 72° i forhold til hverandre. Selv med de mest avanserte analysemetoder forble det umulig å forklare den forbudte symmetrien som en tvillingdannelse effekt. Diffraksjonsbildene er karakteristiske for et homogent materiale.

Allerede julaften 1984 fikk man i Physical Review Letters[2] beskrevet et arbeide av D. Levine og P. S. Steinhardt som oppløste paradokset. De presenterte her en modell for den nye strukturen som ved enkle matematiske beregninger reproduserer nærmest ekvivalent alle de observerte diffraksjonsbildene. Deres kvasikrystall (det var de som ga strukturen dette navnet) er en 3D analog til det berømte Penrose mønsteret vist i figur 4.

R. Penrose fant[3] i 1974 denne konstruksjonen som en løsning på et problem matematikere hadde strevet med i mange år; er det mulig at et endelig antall geometriske former kan fylle planet på en *ikke–periodisk* måte? Det første eksempel på en slik mosaikk ble funnet av R. Berger. Hans løsning, presentert i hans doktoravhandling (Harvard Uni-

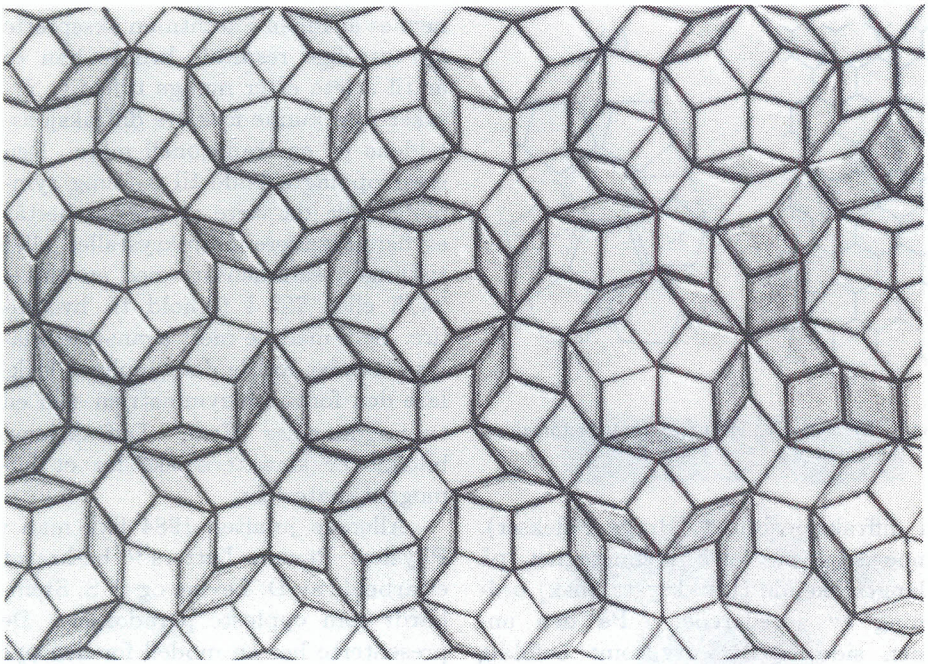


Fig.4. Penrose mønsteret. Planet dekkes på en ikke-periodisk måte av to typer romber. Antall 'fete' romber relativt til antall 'slanke' er det gyldne forhold. For en flislegger er mønsteret et mareritt fordi en gitt startkonfigurasjon ikke forteller entydig hvordan neste flis skal monteres for ikke å lede til frustrasjon senere.

versity, 1964) krevet omkring 20 000 ulike former. Senere reduserte han antallet til 104, og ytterligere reduksjoner fulgte raskt. Endelig oppdaget Penrose at bare to geometriske figurer er tilstrekkelig for å dekke planet på den foreskrevne måte.

Penrose mønsteret er opplagt uten periodisk orden. På den annen side er strukturen heller ikke uordnet, så hva for slag ordning er dette? For å forstå det bør vi først gå ned ytterligere en dimensjon, og studere den 1D kvasikrystall kjeden.

1D kvasikrystall

Den 1D analog til Penrose møsteret består av en sekvens av to typer rette linjestykker, ett langt og ett kortere, konstruert på følgende måte. Betrakt et 2D periodisk gitter, se figur 5, om vi for enkelhets skyld lar være kvadratisk og med en gitteravstand lik 1. Trekk en rett linje gjennom et gitterpunkt $(0,0)$ med et stigningsforhold $\tan\theta$ lik et irrasjonalt tall. Siden det nå ikke eksisterer noen brøk av heltall som eksakt har verdien $\tan\theta$ vil ikke noe annet gitterpunkt befinne seg på denne linjen.

For noen av kvadratene i gitteret vil linjen krysse den høyre vertikale sidekant. De åpne sirklene indikerer det nedre endepunkt av disse kantene. Punktenes koordinater er gitt ved

$$(n, m)$$

$$\text{der } m = INT[n \tan\theta].$$

$INT[x]$ betyr heltallsverdien av tallet x.

Ta nå de åpne sirklene og projiser dem normalt inn på skrålinjen. Det gir settet av fylte sirkler, som langs linjen befinner seg i posisjonene

$$r = n\cos\theta + m\sin\theta\,.$$

Hvis vi definerer $\cos\theta$ som ny lengdeenhet kan dette skrives som

$$r_n = n + \tan\theta \cdot INT[n\tan\theta]\,,$$

$$n = \text{ heltall}\,.$$

Herav følger det at et kort linjestykke (S) har lengde 1, og opptrer hver gang $INT[n\tan\theta]$ forblir uforandret mens n øker med 1. Et langt linjestykke (L) fåes når begge leddene på høyresiden i ligningen økes. Følgelig er lengdeforholdet mellom L og S gitt ved

$$\frac{L}{S} = 1 + \tan\theta\,.$$

Fra konstruksjonen ser vi at S er projeksjonen av en horisontal sidekant i gitterkvadratene, mens L fåes som en projeksjon av en diagonal. Vi kan derfor lett finne det relative antall ganger L'er og S'er vil opptre i kjeden. Konsentrasjonsforholdet er

$$\frac{N(L)}{N(S)} = \frac{N(diagonal)}{N(horisontal)}$$

$$= \frac{m}{n-m}.$$

Siden brøken m/n raskt nærmer seg stigningen på projeksjonslinjen, har vi asymptotisk at

$$\frac{N(L)}{N(S)} = \frac{1}{\cot\theta - 1},$$

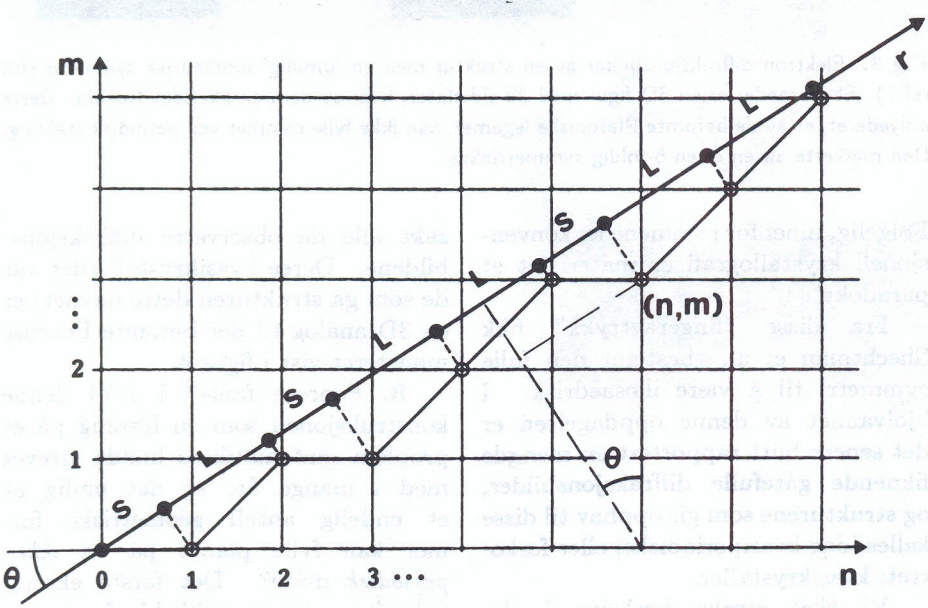


Fig.5. Konstruksjon av 1D kvasikrystall.

for en lang kjede.

Fra disse resultatene kan vi beregne den gjennomsnittlige lengde for linjestykkene

$$\bar{a} = \frac{S\,N(S) + L\,N(L)}{N(S) + N(L)}$$

$$= 1 + \tan\theta \, \frac{N(L)}{N(S) + N(L)} ,$$

som asymptotisk får verdien

$$\bar{a} = 1 + \tan^2\theta .$$

Det sentrale poeng ved konstruksjonen er at sekvensen av L'er og S'er aldri vil gjentas periodisk så lenge projeksjonslinjen velges med et irrasjonalt stigningstall.

Diffraksjon fra Fibonacci kjeden

(Ny vri på gammel klassiker til glede for mange lesere)

La nå hvert av de projiserte punktene på linjen bli dekorert med et atom. Vi ønsker å bestemme diffraksjonsbildet som denne strukturen vil gi. La oss da velge et bestemt irrasjonalt stigningstall, nemlig det gyldne forhold

$$\cot\theta = (\sqrt{5}+1)/2 \equiv \tau$$

Sekvensen av L'er og S'er blir i dette tilfellet den såkalte Fibonacci sekvensen, som er den desidert mest studerte 1D kvasikrystall. Fra den foregående analysen følger det at Fibonacci kjeden har egenskapene

$$\frac{L}{S} = \frac{N(L)}{N(S)} = \tau = 1.618\ldots$$

og

$$\bar{a} = 1 + 1/\tau^2 = 1.381\ldots .$$

Atomenes posisjon blir nå beskrevet ved formelen

$$r_n = n + \frac{1}{\tau}\, INT[\frac{n}{\tau}] .$$

Ved å benytte den matematiske identiten

$$x = INT[x] + \{x\} ,$$

der {x} betegner restdelen av tallet x, kan vi skrive r_n på den mer hensiktsmessige formen

$$r_n = n\bar{a} - \frac{1}{\tau}\{\frac{n}{\tau}\} .$$

Legg merke til at det siste leddet i ligningen er periodisk i variabelen n med en periode på τ. Følgelig representerer r_n en regulær kjede (første ledd) modulert med en inkommensurabel bølge på en slik måte at kun to typer intervaller $r_{n+1} - r_n$ genereres. Situasjonen er illustrert i figur 6.

Fra spredningsteorien (se boks) blir spredningsintensiteten, $I \propto |\mathcal{A}|^2$:

$$I \propto \left(\frac{\sin X/2}{X/2}\right)^2$$

for $\Delta\vec{k}\cdot\vec{e} = k_{pq}$,

og $I = 0$ for alle andre $\Delta\vec{k}$.

Dette viktige resultatet, som er helt sentralt når vi siden skal gå til høyere dimensjoner, kan vi kontrollere ved å gjøre (Fourier) analysen på en helt annen måte. Vi kan utføre det klassiske demonstrasjonseksperimentet – Youngs interferensforsøk, som vi husker fra skoletiden – der vi nå bytter ut det periodiske strekgitteret med et kvasiperiodisk gitter der spalteåpningene er ordnet etter en Fibonacci sekvens. Eksperimentet har den velkjente oppstillingen som vist skjematisk i figur 8.

Noen dråper spredningsteori

Vi skal beregne spredningsamplituden i ulike retninger, se figur 7.

$$\mathcal{A}(\Delta\vec{k}) \propto \frac{1}{N}\sum_{n=1}^{N} \exp(i\vec{r}_n\cdot\Delta\vec{k}) .$$

Periodiske krystaller gir konstruktiv interferens i retninger der spredningsvektoren $\Delta\vec{k}$ er lik en resiprok gittervektor (Laue betingelsene). Dette klassiske resultat gjelder opplagt ikke for kvasikrystaller. La oss derfor istedet gjøre en intelligent gjetning på hvilke $\Delta\vec{k}$ som nå gir Bragg reflekser.

La $\vec{e}$ være enhetsvektor langs kjeden, dvs. $\vec{r}_n = r_n\vec{e}$ og betrakt følgende mulighet

$$\Delta\vec{k}\cdot\vec{e} = k_{pq} = \frac{2\pi}{\bar{a}}\,(p + \frac{q}{\tau}) , \quad (1)$$

p, q = heltall. Fasen til et generelt ledd i $\mathcal{A}$ blir da

$$\vec{r}_n\cdot\Delta\vec{k} = r_n\, k_{pq}$$

$$= 2\pi n\,(p + \frac{q}{\tau}) - \frac{k_{pq}}{\tau}\,\{\frac{n}{\tau}\}$$

$$= 2\pi(np + q\, INT[\frac{n}{\tau}])$$

$$+(2\pi q - \frac{k_{pq}}{\tau})\{\frac{n}{\tau}\}.$$

Den første delen av det siste uttrykket er av typen $2\pi\times$ heltall, og bidrar ikke ved eksponensiering. Spredningsamplituden $\mathcal{A}(k_{pq})$ blir derfor:

$$\propto \frac{1}{N}\sum_n \exp[i(2\pi q - \frac{k_{pq}}{\tau})\{\frac{n}{\tau}\}].$$

Siden τ er et irrasjonalt tall vil variabelen $\{n/\tau\}$ være jevnt fordelt over *hele* intervallet $[0,1]$ idet n gjennomløper *alle* heltall. I grensen $N \to \infty$ kan følgelig $\mathcal{A}(k_{pq})$ skrives som et enkelt løsbart integral

$$\mathcal{A}(k_{pq}) \propto \int_0^1 \exp(iXz)dz \quad (2)$$

$$= \frac{\sin X/2}{X/2}\exp(iX/2) ,$$

der $X = 2\pi q - k_{pq}/\tau$

For å se at vår gjetning virkelig tilsvarer skarpe diffraksjonsmaksima kan vi betrakte en annen spredningsvektor $\tilde{k}$, dvs. $\tilde{k}$ er *ikke* på formen k_{pq} i lign.(1). Vi legger merke til at våre k_{pq}'er fyller k–tallinjen på en tett måte, slik at $\tilde{k}$ kan tilnærmes av en k_{pq} med vilkårlig god presisjon. Ettersom dette gjøres bedre og bedre vil man trenge stadig høyere verdier på heltallet q. I denne serien av forbedrede approksimasjoner vil altså nevneren $X/2$ i lign.(2) divergere, og følgelig resultere i null amplitude $\mathcal{A}(\tilde{k})$.

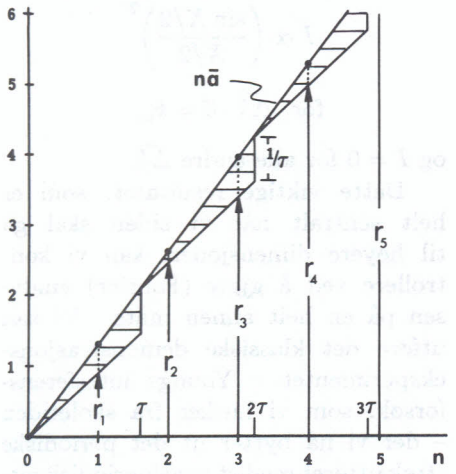


Fig.6. Grafisk løsning av posisjonene r_n i Fibonacci kjeden.

Fra teorien bør vi vente å finne konstruktiv interferens på skjermen i retninger gitt ved

$$\bar{a}\ \sin\phi_{pq} = (p + q/\tau)\ \lambda$$

$$p, q = \text{heltall}.$$

Som vi nettopp var inne på, innebærer denne formelen at skarpe diffraksjonsmaksima vil opptre tett fordelt langs en linje over skjermen. Mellom to skarpe lysflekker vil det befinne seg uendelig mange andre! På den annen side vil intensiteten på flekkene variere

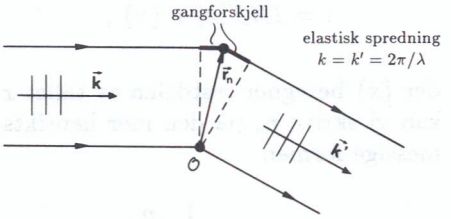


Fig.7. Spredning av innkommende bølge (bølgetallsvektor $\vec{k}$) mot punktobjekter i posisjoner $\vec{r_n}$. I en retning $\vec{k}'$ vil utgående bølge fra to spredere ha en faseforskjell $2\pi\times$ gangforskjell$/\lambda$, eller $\vec{r_n}\cdot\vec{\Delta k}$ der $\vec{\Delta k} = \vec{k}' - \vec{k}$. Den totale spredningen i en viss retning får vi ved å summere bidragene fra alle sprederene, dvs. beregne amplituden $\mathcal{A}(\vec{\Delta k})$.

sterkt, og man vil selvsagt med øynene bare se de mest lyssterke. Disse vil være gitt av de p, q som gjør parameteren X liten. Siden X kan skrives som

$$X = 2\pi\ (q\tau - p)/\sqrt{5}$$

vil dette intreffe når p/q har en verdi nær τ.

Det er et faktum at de beste rasjonale approksimasjoner til τ fåes når q og p er to etterfølgende Fibonacci heltall. Fibonacci tallene er definert ved rekursjonsformelen $F_l = F_{l-1} + F_{l-2}$, som gir tallene $1, 2, 3, 5, 8, 13\ldots$ De mest lyssterke flekkene på skjermen tilsvarer derfor indekser p og q der $(p, q) = (F_{l+1}, F_l)$.

Figur 8 viser også det faktiske resultatet av dette eksperimentet. Leseren oppfordres til å sammenholde diffraksjonsbildet med teorien for spredningsintensiteten.

Det er nå interessant å sammenlikne dette diffraksjonsbildet med bildene observert fra virkelige kvasikrystaller (figur 3 nederst til venstre). Vi ser at vår serie av Bragg reflekser finnes igjen langs mange retninger i Shechtmans diffraksjonsbilde. Det er klart at vi er på vei til å forstå vesentlige trekk ved strukturen til kvasikrystaller. I neste del av artikkelen vil vi utvide analysen til høyere dimensjoner, og faktisk vise hvordan man kan beregne såvel som gjenskape ved enkel lysspredning slike vakre diffraksjonsmønstre. Vi skal der også diskutere vibrasjonsspekteret til en elastisk Fibonacci kjede, som også har en høyst merkverdig karakter.

Artikkelen fortsettes i neste nummer.

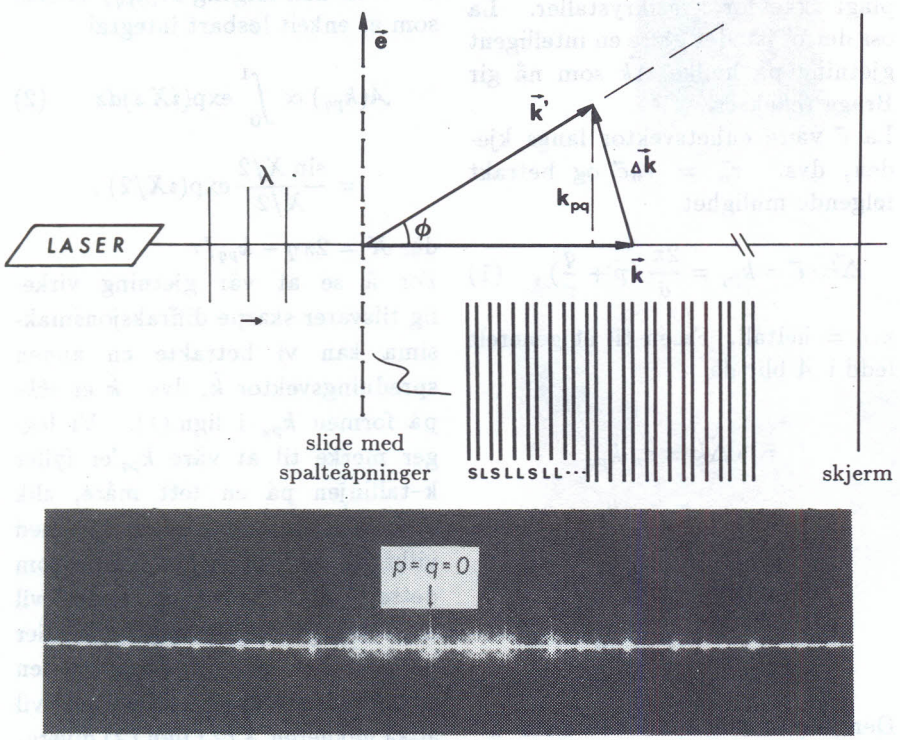


Fig.8. Young's interferens oppstilling anvendt på et Fibonacci strekgitter. Merk at k_{pq} er projeksjonen av $\vec{\Delta k}$ inn på $\vec{e}$. (Under) Diffraksjonsbilde fra et gitter med 150 streker. En samlelinse ble benyttet for fokusering på skjermen.

Referanser

1. D.S. Shechtman, I. Blech, D. Gratias og J.W. Cahn. Phys. Rev. Lett. **53**, 1951, (1984).
2. R. Penrose. Bull. Inst. Math. and Appl. **10**, 266, (1974).
3. D. Lavine og P.J. Steinhardt. Phys. Rev. Lett. **53**, 2477, (1984).

∞

Skriv i FFV

Høytemperatur supraledere – siste års utvikling

Olav Steinsvoll *

Et år er gått siden Alex Müller og Georg Bednorz fikk Nobelprisen for oppdagelsen av supraledning i keramiske materiale. Da var allerede forskere verden over i full aktivitet i dette spennende feltet.

I fjor hadde FFV flere artikler og referater der strukturen og teorien for de nye høytemperatur supralederne (SL) ble gjennomgått [1–3]. I løpet av det siste året er det skjedd ytterligere utvikling innafor feltet, og vi skal her summere opp noen av de viktigste begivenheter.

Norsk og internasjonal forskning

Norsk forsking innafor faststoffysikk har vært for nedadgående de siste 10-15 åra, og det har rådd en viss pessimisme for framtida til fagfeltet. I løpet av de siste par åra har likevel NAVF fått mer midler å rutte med. Dette vil føre til styrking av fagmiljøene. Vi får dessuten håpe at alle oppslagene om de nye SL i alle slags media det siste året har vekket myndighetene og fått dem til å forstå hvor viktig faststoffysikk er for industrisamfunnet. I flere større norske fagmiljøer har en nå dreid interessen i retning av SL. Det spennende og utfordrende feltet har ført til stor entusiasme og det er oppstått en generell optimisme for faststoffysikken i Norge.

USA, Japan og Fellesmarkedslandene bruker ca 100 millioner dollar hver til forsking innafor SL pr år. Aktiviteten er særlig stor i Japan der 70 firmaer allerede driver med produktutvikling på basis av den kunnskapen som en sitter inne med nå. Interessen for SL er framleis stigende, både i grunnforskingsmiljøene og i industrien. For å få dette til er det skjedd både faglige og økonomiske omprioriteringer. I hele verden er det mellom 10 til 20 tusen forskere som sysler med problemer innafor SL. Det er nødvendig med et intimt samarbeid mellom kjemikere, faststoffysikere og teoretikere skal en ha håp om å kunne bidra med noe vesentlig. Dessuten bør en ha tilgang til en god instrumentpark.

Nye supraledere

I den historiske oversikten om supraledning[2] ble det vist hvordan en først fant SL blant de metalliske elementene, 26 stykker i alt, f.eks. Hg. Deretter ble det funnet flere binære SL metalliske legeringer, f.eks Nb_3Sn. SL ternære legeringer, slik som $PbMo_6S_8$ ble funnet utover i syttiåra. I 1975 oppdaget en det første SL oksid, nemlig $BaPb_{0.75}Bi_{0.25}O_3$ med T_c = 13 K, altså en forbindelse med fire bestanddeler. De nye SL som ble oppdaget i 1986/87 av Bednorz og Müller $(La,Ba)_2CuO_4$ og Chu ($YBa_2Cu_3O_{6+d}$ = "YBCO"), var nettopp slike kvaternære forbindelser. Utviklinga er gått videre det siste året med flere utgaver SL kvintære forbindelser, slik som $Bi_2Sr_2CaCu_2O_{8+d}$ og $Tl_2Ba_2Ca_2Cu_3O_{10+d}$ med T_c opp til 125 K. Dessuten har en funnet en forbindelse i $BaBiO_3$ familien som har T_c = 30 K, nemlig $Ba_{0.6}K_{0.4}BiO_{3-d}$. Dette er bemerkelsesverdig fordi en her har en stoffamilie uten noen magnetisk fasetilstand (se seinere) og en høy T_c uten Cu-O plan. På den annen side har de perovskittstruktur slik som de nye SL kopperoksidene.

Nye tidsskrifter

I løpet av de siste åra er det holdt hundrevis av konferanser om SL, og de kjente internasjonale tidsskriftene har hatt spesialnummer og særtrykk for å få unna alle artiklene som har strømmet inn til redaksjonene. I tillegg er det nå startet opp en serie nye tidsskrifter som dekker SL mer eller mindre seriøst. Tidskrifter med navn som "High T_c Update", "Superconductor", "Supercurrents", "Superconductivity News" osv. tar hver for seg ulike nisjer av informasjonsbehovet innafor SL. Det har vel aldri hendt før at en oppdagelse i fysikk har utløst så mye aktivitet, i laboratoriene, i redaksjonene, i populærtidsskrifter, dagspressen og media ellers.

Anvendelser

Når det gjelder storskala anvendelser slik som kraftige magneter, har en enda ikke lykkes med noe gjennombrudd. I supraledende tynne lag, tynnfilmer, har en nok målt ganske høye strømtettheter, men tida har vært for knapp til å overføre dette til praktisk, kommersiell teknologi.

En har likevel store forhåpninger om anvendelser i mikroelektronikk og mikromekanikk. Meissnereffektens løfteegenskaper er blitt årets bilde i alle slags media. En har nå benyttet den til å lage små SL lagre for hurtigroterende rotorer. Videre har en laget SL SQUIDS, altså magnetfeltdetektorer, og en mener også å kunne lage analogprosessorer. Med SL ledningsføring mellom "chips" ville en øke signalhastigheten betydelig. Vanskeligheten er likevel at når en damper de nye SL på silisium, vil en ødelegge de spesielle SL egenskapene pga diffusjon inn i silisium. En utvei er å dampe på et sperresjikt mellom SL og silisium, og en har allerede sett framgang på dette området. Et spesielt lovende felt er framtidig kombinasjon av GaAs halvlederteknologi på chips med SL forbindelser som opererer ved 60 K. Dette er en optimal arbeidstemperatur for GaAs og en trygg temperatur for den nye SL.

Det tok over 25 år fra transistoren ble oppfunnet til den hadde gjort

sitt store kommersielle gjennombrudd i de integrerte kretsene. Tilsvarende vil det nok ta tid før en har funnet de egnete markedsnisjer for SL anvendelser. Dette vil sikkert skje på helt nye områder som en ikke har tenkt på før, og der SL ikke møter konkurranse fra eksisterende SL teknologi.

Fasediagrammer

Av formlene ovenfor ser en at forbindelser mellom kopperatomer og oksygenatomer i varierende forhold går igjen hos de nye SL. En mener derfor at fysikken i disse Cu-O plan er avgjørende for SL oppførslen; de andre atomene i forbindelsene styrer fysikken i disse planene bare gjennom den indirekte virkning deres valensforhold, atomstørrelser osv har i Cu-O planene. Det siste året har en derfor lagt mye arbeid i å finne ut hvordan faseforholdene endrer seg for den enkleste forbindelsen La_2CuO_4 når en doper med Ba/Sr atomer.

Det har vist seg at ettersom en tilsetter mer og mer Ba/Sr og dessuten måler på stoffet ved ulike temperaturer, vil en gå gjennom svært mange av de fenomenene som er beskrevet i Kittels bok om faststoffysikk! Fasediagrammet med mengden av Sr som x-parameter og temperaturen T(K) som y-parameter er vist noe forenklet i figur 1. En har først et område der stoffet er en antiferromagnet, AF, altså en AF fase. Så kommer et magnetisk spinnglassområde, SG, og deretter en supraledende fase, SL. Mellom SG fasen og SL fasen går skillelinja mellom isolatorisk og metallisk oppførsel, I/M. Bortest mot høyre går skillet mellom ortorombisk, O, og tetragonal, T, struktur for stoffet. Her skjer det altså en strukturell faseovergang. I tillegg er det ved NTH påvist en ny, tetragonal fase ved 60 K, over det SL området (ikke tegnet inn).

I dette fasediagrammet kan en betrakte La_2CuO_4 som grunntilstanden eller morsubstansen, mens tilsetningen av Ba/Sr gjør det mulig med ulike eksitasjonsformer utover grunntilstanden. Fasediagrammet er målt ved hjelp av nøytronspredning, magnetisk kvadrupol resonans, ledningsevnemålinger, røntgenstrukturmålinger, ultralydmålinger osv. Oppgaven for teoretikerne er nå å forklare dette fasediagrammet med en omfattende teori.

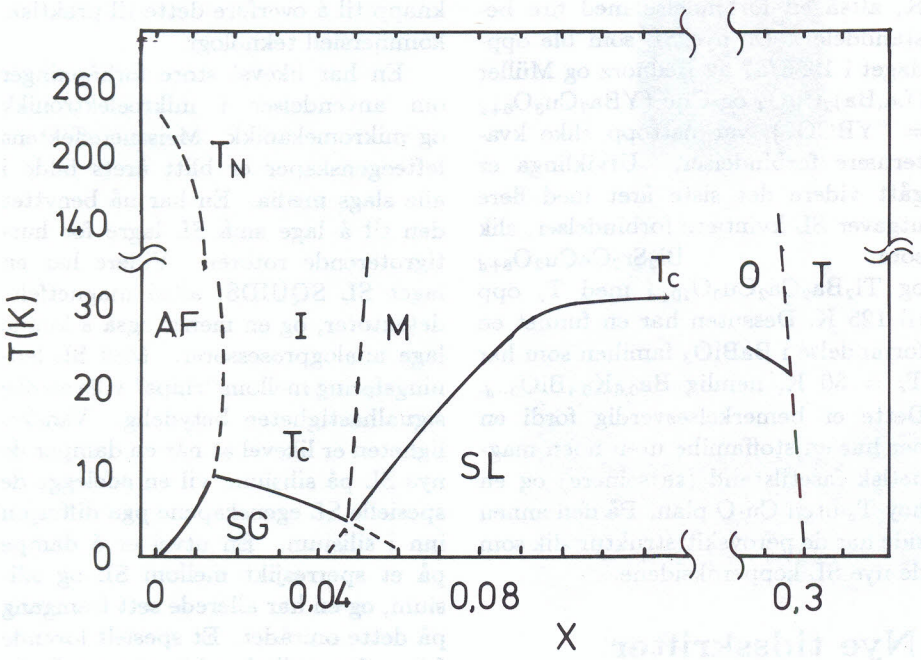


Fig.1. Forenklet fasediagram for $La_{(2-x)}(Ba,Sr)_xCuO_{(4-d)}$ der temperaturen T er avsatt langs y-aksen og dopingsgraden x er avsatt langs x-aksen.
AF=antiferromagnetisk faseområde, SG=spinnglass faseområde, SL=supraledende faseområde, I=isolatoriske område, M=metallisk område, T=område med tetragonal struktur og O=område med ortorombisk struktur.

*IFE, Kjeller.

Teorier

Undersystemet av kopper-oksygen ioner kan altså være bærer av den viktigste fysikken. Nøytrale atomer av Cu og O har elektronskall som er fyllt opp som vist nedafor:

$$Cu^0 = (Ar)\ 3d^{10}4s^1 \text{ og}$$
$$O^0 = (Be)\ 2p^4,$$

der (Ar) og (Be) er argon og beryllium elektrontilstandene med fyllte skall.

$$Cu^+ = (Ar)\ 3d^{10} \text{ og}$$
$$O^{-2} = (Be)\ 2p^6$$

er også tilstander med fyllte elektronskall. Det viser seg at for oksygen er dette en særlig stabil tilstand, og oksygen har som kjent valens -2 i de fleste kjemiske forbindelser. For kopper er det mer tvilsomt om Cu^+ er den mest stabile tilstand, og kopper opptrer hovedsakelig med valens +2 i Cu - O planene. For å få dette til må en ta elektroner bort; en tilfører altså "hull" (=manglende elektron) og dessuten et spinn=1/2 på kopperplassen. Kopperionene kan derfor tillegges et lite magnetisk moment, og det er dette som ordner seg antiferromagnetisk ved lave dopingverdier i Cu - O planene, se figur 2a. Isolert sett kan disse planene beskrives kjemisk som CuO_2.

Her er det at P.W. Anderson kommer inn med sin "Resonance Valence Bond" (RVB) beskrivelse[4]. To nærliggende kopperatomer som har motsatte spinnretninger kan tenkes å inngå en nærmere forbindelse ved overlapping av sine respektive bølgefunksjoner; en ser altså ikke lenger på Cu^{2+} som et ion med bare ionebinding, men tar også hensyn til en svak kovalent bindingskomponent. I vårt tilfelle med et firkantgitter vil i ett øyeblikk alle Cu^{2+} være parret på en måte i en singlett-tilstand, for så i neste øyeblikk å være parret på en annen måte. Grunntilstanden for stoffet blir altså en slags resonanstilstand der hvert Cu^{2+} ↑ stadig snur seg rundt etter en ny partner for sitt "valence bond", se figur 2b.

Når en doper stoffet, vil en innføre eksitasjoner utover denne grunntilstanden, og en må se på hva slags kvasipartikler det er mulig å eksitere. Disse må føre stoffet over fra isolator til leder eller helst supraleder. Ifølge

Anderson er det to slags hovedeksitasjoner. Den ene er rett og slett et enslig kopperion $Cu^{2+}\uparrow$ (spinn opp eller ned) midt blant alle parene. Dette kan i neste omgang bryte opp et naboekteskap og inngå en kovalent binding. Derved flytter den enslige spinntilstand seg bortover i gitteret. Eksitasjonen kalles "et spinon" og flytter altså bare spinn 1/2 og ikke ladning. De er fermioner.

En annen eksitasjonsform som kalles "et holon" vil innføres direkte ved dopingprosessen der La^{3+} erstattes delvis av Sr^{2+}. Ved dette drives noen kopperioner over i treverdig tilstand ved at hull (=manglende elektroner) vandrer bort til dem:

$$Cu^{2+}\uparrow + \text{hull}\downarrow = Cu^{3+}\uparrow\downarrow$$

"Holons" har altså spinn 0 og er bosoner. De bærer ladning og kan vandre omkring i krystallgitteret. Ved høyere dopingverdier kan det tenkes at de kondenserer til en makroskopisk kvantetilstand med null moment og derved gir opphav til supraledning. Det merkelige ionet $Cu^{3+}\uparrow\downarrow$ stabiliseres av gitterkreftene.

I det siste er det teoretikere som mener at spinonene er spinn 1/2 bosoner mens holonene er spinn 0 fermioner ! Andre teoretikere mener at den skisserte teorien ovenfor ikke kan være rett fordi den ikke tar hensyn til de mellomliggende oksygenionene. En har nemlig sett eksperimentelt at det ved høye dopingverdier er tap av nøytralt oksygen fra stoffet. Dette må komme av at hullene som diffunderer også må kunne feste seg til de mellomliggende negative oksygenionene og nøytralisere dem.

A. Aharony og medarbeidere[5] har det siste året satt fram en annen teori der de nettopp tillater at hullene kan hoppe rundt i undergitteret av oksygenioner på et bakgrunnsgitter av kopper med AF struktur. På Rondablikkmøtet for kondenserte fasers fysikk i høst (se referat) fortalte Aharony om hvordan en magnetisk frustrasjonsmodell kunne forklare pardannelsen mellom mobile hull i de nye supralederne. Rekkefølgen av de ulike fasene i fasediagrammet ved endring av dopingsgraden viser at det tydeligvis etterhvert innføres vekselvirkninger som bryter ned AF ordningen i Cu-O gitterplanene. Det er nærliggende å tenke seg at et økende antall hull på oksygenplassene, $O^{2-} + \text{hull}\uparrow = O^{-}\uparrow$, vil framkalle en ferromagnetisk (F) vekselvirkning i tillegg til den opprinnelige AF vekselvirkning mellom to koppermomenter. De vil derfor samtidig prøve å stille seg både parallelle og antiparallelle til hverandre i par, se fig 3. Resultatet er frustrasjon og en spinnglassfase der Cu-momentene peker i vilkårlige retninger. Denne fasen ser ut til å fortsette et stykke inn i SL området slik at en samtidig har både SL og SG. De positive hullene (fermioner) på oksygenplassene hopper direkte mellom oksygenionene og bindes sammen til par i singlettilstand (bosoner) av magnetiske årsaker. Parene kondenserer videre til en SL makroskopisk kvantetilstand.

Teoretikerne har altså prøvd å forklare egenskapene til de nye SL både ved hull som hopper mellom bare kopperatomer og mellom bare oksygenioner. Det ser ut som de eksperi-

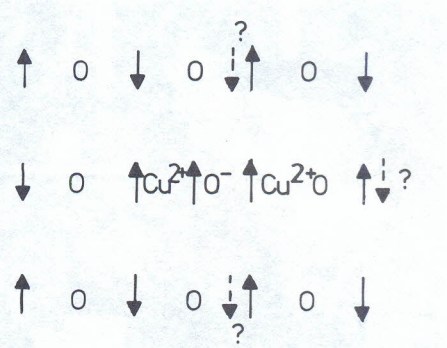


Fig.4. Frustrasjonsoppførsel i Cu-O plan. Med et hull på en oksygenplass fås $O^{-}\uparrow$. Dette magnetiske oksygenatomet mellom to kopperioner fører til ferromagnetisk kopling mellom dem og innretning av koppermomentene. Samtidig har en AF kopling til de nærmeste nabo kopperionene. Koppermomentene får derved vansker med å bestemme sin innretning.

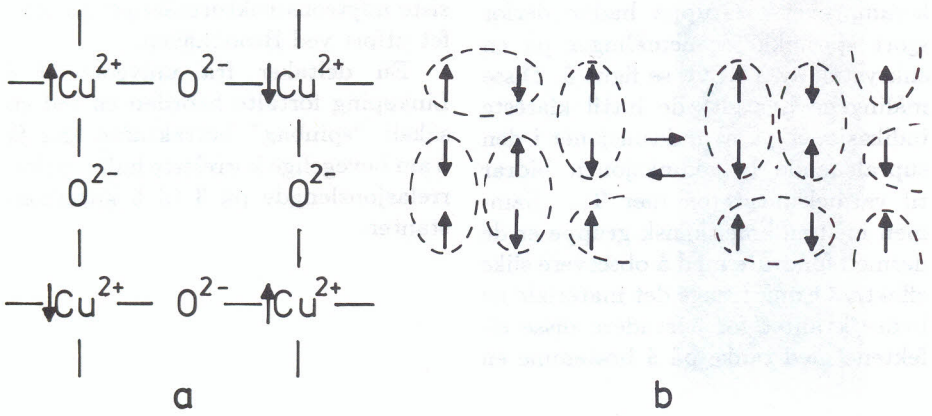


Fig.2. a) Antiferromagnetisme i Cu-O planene. b) "Resonance Valence Bonding". Den kovalente bindingskomponenten hos $Cu^{2+}\uparrow$ ionene søker stadig nye partnere.

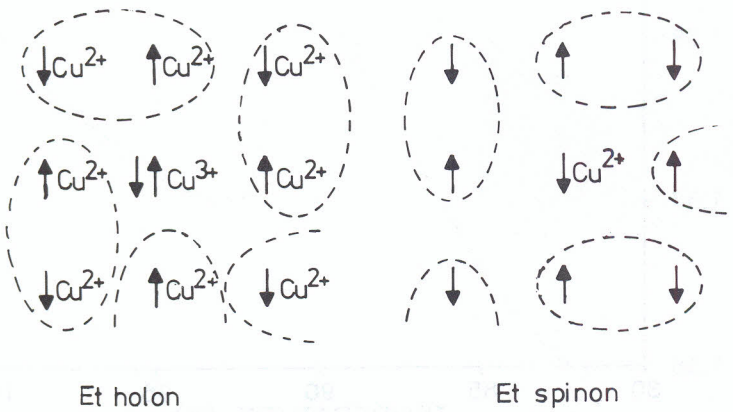
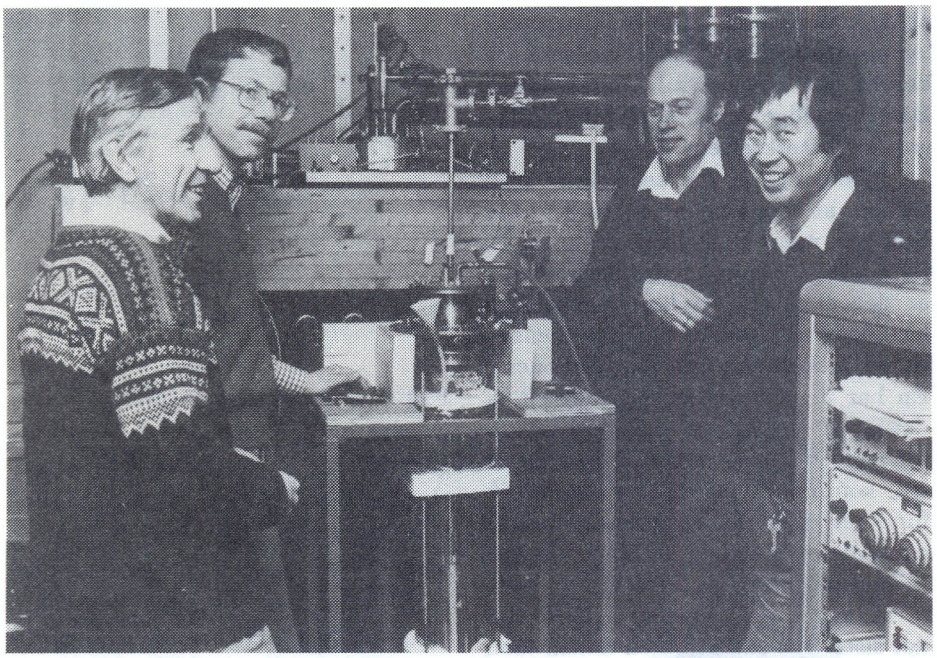


Fig.3. a) Kvasipartiklen "holon" er et treverdig kopperion. b) Kvasipartiklen "spinon" er et enslig, toverdig kopperion.



Lavtemperaturgruppen i Oslo. Fra v.: Harald Brattsberg, Geir Helgesen, Arne Skjeltorp og Yang Zhongjin

mentelle fakta favoriserer den siste antakelsen. Vi har her bare tatt for oss to eksempler på ulike forklaringsmodeller, men det fins sikkert 20-30 andre modeller som blir kraftig forfektet av sine opphavsmenn.

Den norske innsatsen

På Rondablikkmøtet var det en hel sesjon tilegnet SL med korte rapporter fra norske laboratorier. Gruppa fra IFE/UiO rapporterte et eksempel på de kjemiske problemene en kommer borti ved de nye SL. Ved substitusjon av lanthanioner i YBCO gitteret var det tydelig at ionestørrelse og valens avgjorde hvilke gitterplasser som ble foretrukket. Videre eksperimenter viste at de største lanthanideionene søkte seg til Y og Ba plassene.

Gruppa ved NTH hadde bygd opp nye målemetoder og arbeidd mye med YBCO. De er spesialister på ultralyd og varmekapasitetsmålinger, og de hadde bl.a. målt elastiske egenskaper og spesifikk varme for stoffet over et stort temperaturområde. Ved SL overgangen endres disse egenskapene. De målte endringene var blitt sammenliknet med en forventet teoretisk endring. Flere av YBCO prøvene var dessuten blitt analysert med høypresisjons røntgen for å klarlegge renhetsgrad og eventuelt innhold av andre faser. Resultatene var gode, vanligvis 99% 123-fase (YBCO) eller bedre. Énkrystaller av énfasemateriale kan gi mer og bedre opplysning enn keramprøver. Gruppa hadde derfor gjort spesifikk varmemålinger på en énkrystall av YBCO, se figur 5. Disse målingene har gitt de hittil klareste indikasjoner på at fluktuasjoner i den supraledende bølgefunksjonen bidrar til varmekapasiteten nær T_c. Sammen med en amerikansk gruppe er de dermed først ute med å observere slike effekter. Ennå trengs det materiale av bedre kvalitet for å studere disse effektene med tanke på å bestemme en sikker kritisk eksponent for den divergerende spesifikke varmen ved faseovergangen til SL. Gruppa samarbeider med utenlandske miljøer for å oppnå dette.

Med ultralyd har NTH gruppa påvist en strukturell ustabilitet og elastisk hysterese i YBCO materialet. På møtet rapporterte Aukrust og medarbeidere (IBM Science Centre, Bergen) storskala Monte Carlo beregninger på YBCO som påviste at denne ustabiliteten skyltes ordningen av oksygen i kjeder. Disse resultatene stemte helt overens med eksperimentene utført ved NTH.

Ultralydmålinger på $(La, Ba)_2CuO_4$ ved NTH var blant de første målingene som påviste den strukturelle faseovergangen (T → O) ved omlag 200 K[6]. Det ble også funnet en karakteristisk mykgjøring av gittersvingningene over et stort temperaturområde og en ny faseovergang ved 65 K. Disse resultatene kan nå forklares i lys av de aller siste nøytronstrukturmålinger på stoffet utført ved Brookhaven.

En deltaker fra universitetet i Linkøping fortalte hvordan en ved en såkalt "spinbag" betraktning kan få fram bevegelige korrelerte hull med korrelasjonslengde på 3 til 5 gitterkonstanter.

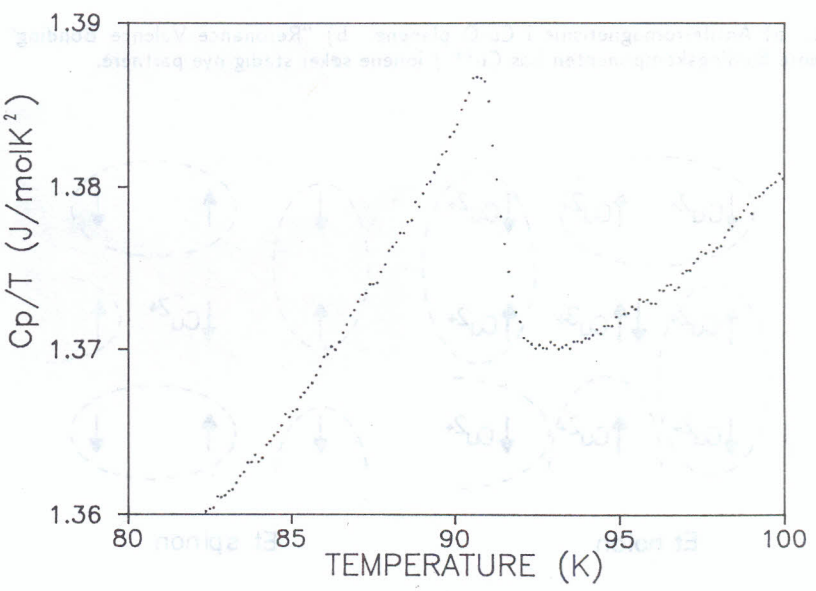


Fig.5. Spesifikk varme for en énkrystall av YBCO målt ved NTH. En ser den typiske anomalien ved den SL overgangen ved ca 90 K. Fra artikkel i Int. J. of Mod. Physics, under trykking.

Referanser

1. K. Fossheim, Fra Fysikkens Verden 49, 19, (1987).
2. O. Steinsvoll og J.L. McCauley, Fra Fysikkens Verden 49, 43, (1987).
3. O. Steinsvoll, Fra Fysikkens Verden 49, 91, (1987).
4. P.W. Anderson, Science 235, 1196, (1987).
5. R.J. Birgeneau et al, PRL 59, 1329, (1987) og Z.f.Phys B, Cond. Matt. 71, 57, (1988).
6. K. Fossheim et al, Sol. State Com., 63, 631, (1987).

Populære bøker, ikke referert i artikkelen:

7. J.L.Mayo, "Superconductivity, The Threshold of a new Technology". Tab Books Inc., PA (1988).
8. R.M.Hagen, "Superconductors. The break through". Unwin and Hyman Ltd. (1988).

∞

Osonlaget upåvirket av KFK-gasser?

Kjell Henriksen *

Hvert fjerde år samles osonforskere til et symposium. I år var møtet lagt til Göttingen, Vest-Tyskland i perioden 7.-14. august. Denne gangen var deltagerantallet over 400, en fordobling fra forrige møte som ble holdt i Halkidiki, Hellas. Denne økningen skyldes utvilsomt den store interessen for osonlaget som ble vakt idet Farman et al. (1985) rapporterte om osonhull i Antarktis.

I Göttingen ble mer enn 400 vitenskapelige arbeider presentert, en del som foredrag, men de fleste som "posters". Alle aksepterte arbeider vil bli trykt i en konferanserapport, og den skal være ferdig før nyttår.

Det mest aktuelle osontema for folk flest er frykten for en nedgang av stratosfærisk oson på grunn av freongasser og andre antropogene forurensinger, men med de foreliggende data er det ikke mulig å påvise noen global svekkelse av osonlaget. Det er derfor innlysende at tilstanden til osonlaget, slik den framstilles i massemedia, er overdramatisert.

Imidlertid kan osonnedgangen som utvikler seg over Antarktis, være påvirket av forurensing. I perioden september-oktober var osonets kolonnetetthet i 1987 så lav som 125-150 D.U. (1 D.U. er lik 0.01 atmcm), mens Dobson (1967) rapporterer om osonverdier på 240-250 D.U. i perioden 1956-1959.

Selv om osonmålinger i Antarktis startet for vel 30 år siden, er måleseriene likevel ikke lange nok til å utelukke at osonsvekkelse også kan ha forekommet tidligere, og da uten innflytelse av KFK-gasser. Når KFK-gassene kommer opp i stratosfæren, blir UV-strålingen så intens at klor frigjøres, og virker som katalysator for osonnedbryting

$$O_3 + Cl \rightarrow ClO + O_2$$

$$ClO + O \rightarrow Cl + O_2$$

Amerikanske grupper har funnet en økning i ClO-tettheten på 100- 400 ganger, korrelert med nedgangen på bortimot 100% i oson- konsentrasjonen. Dette skjer i høydeområdet 15-25 km, men forekommer bare når temperaturen er så lav at stratosfæriske skyer og ispartikler dannes.

I likhet med Cl virker også NO_x som katalysator for nedbryting av oson. Når både NO_x og Cl er til stede, reagerer de med hverandre og danner det stabile $ClONO_2$-molekylet, og det virker som reservoir for klor. Imidlertid spaltes molekylet, når det kolliderer med stratosfæriske tåkepartikler, klor frigjøres og resulterer i en dramatisk nedgang i osonmengden. Disse forholdene eksisterer bare så lenge temperaturen er lav nok til at stratosfæriske skyer dannes, og utviklingen overvåkes med intensive observasjonsprogram i september, oktober og november. Det er fortsatt uklart hvorfor de unormalt lave stratosfæriske temperaturene gjentar seg.

I 1986 ble det på grunnlag av observasjoner fra NIMBUS-7 satellitten hevdet at et osonhull også eksisterer i Arktis, sentrert over Svalbard (Heath, 1986). Senere har det kommet fram at følsomheten til instrumentene i satellitten hadde forandret seg slik at osonhullet i Arktis neppe kunne være reelt. Likevel holdes argumentasjonen om osonhull i Arktis vedlike av satellitteksperimentatorer (Heath, 1988; Nagatani et al., 1988). Imidlertid gir Dobson-målinger fra Tromsø og Svalbard ingen holdepunkt om noe osonhull (S.H.H. Larsen, 1988), og disse bakkemålingene er i overensstemmelse med tilsvarende målinger fra Canada (Evans et al., 1987).

In situ målinger med ballonger viser at KFK-gasser fins opp til 40-50 km høyde, og at mengden øker med 10% pr. år (Fabian, 1988). Likelvel er det ikke mulig å påvise noen tilsvarende nedgang i den globale osonmengden. Den naturlige tilførselen av klor til stratosfæren er estimert til 20-30%, men stratosfærens totale innhold av naturlig klor må være mye større. Det er derfor mulig at det alltid har vært tilstrekkelig med klor i stratosfæren for osonsvekkelser som i

* Nordlysobservatoriet, Tromsø

Antarktis.

En vesentlig del av symposiet gikk med til å drøfte observasjonsdata for oson, godheten og eventuelle forbedringer i målemetodene. Ennå er Dobson-spektrometrene, konstruert av Dobson i 1920-årene, det instrumentet som brukes som referanse. Imidlertid er en rekke nyutviklinger på gang, og i dag syns et kanadisk instrument, Brewer spektrometret, å være den nyskapningen som har størst tiltro. Nå tas alle målinger i Canada med dette instrumentet. Det selges nå til en rekke land, og Sovjetunionen har også kjøpt 3 stykker. Merkelig nok vil ikke amerikanerne ta i bruk Brewer-instrumentet.

Når det gjelder observasjoner over lengre tid, syns ennå satellittmålingene å være relativt ustabile. Det arbeides nå systematisk med å kalibrere satellittinstrumentene mot bakkemålinger, da satellittdata er spesielt egnet for global oversikt.

Det var en betydelig interessse for en NASA-rapport om den globale osontrenden. Et sammendrag av rapporten ble frigitt i mars 1988 og viser at osonmengden i perioden 1969-86 har avtatt om vinteren med (6.2±1.5)% i latitudeintervallet 53-64°N. Sommerverdiene viser en svak økning, og den midlere nedgang for hele perioden er på (−2.3±0.7)%. For lavere latituder er nedgangen i vinterverdiene totalt 2-5%, og noe mindre for sommerverdiene. I et innledningsforedrag ble konklusjonene fra rapporten gjengitt, men uten anledning til spørsmål eller diskusjon i tilknytning til presentasjonen. Likevel gav NASA-rapporten grunnlag for uformelle meningsutvekslinger.

Data som NASA-rapporten bygger på, er målinger med Dobson spektrometre fra bakken. I Figur 1 er målinger fra 12 stasjoner nord for 59°N midlet (Bojkov, 1988), og i samme figur er trenden fra NASA-rapporten for latitudeintervallet 53-64°N inntegnet. Vintermålingene i figuren viser at det er en økning i osonmengden i perioden 1957-1969, som tilsvarer nedgangen fra 1969 til 1986. Ifølge medlemmer av komiteen som har laget NASA–rapporten, er ikke noen trend beregnet for perioden før 1969, siden relativt få Dobson spektrometre da var operative. De store minskningene rundt årene 1962-64 kan skyldes hydrogenbombeeksplosjoner i ionosfæren.

På den nordlige halvkule er den negative trenden erstattet med en positiv trend siden 1986. Det er interessant å se hvor lenge økningen av osonmengden vedvarer, men den gir iallfall støtte for en påstand om at den negative trenden i perioden 1969-1986 neppe skyldes freon og andre KFK-gasser.

På symposiet ble en rekke modeller presentert som forklarer den aktuelle tilstanden og den framtidige utviklingen. Siden det ennå gjenstår mye før grunnleggende mekanismer som angår osonvariasjonene som f.eks. de lave temperaturene i september-oktober i Antarktis eller innflytelsen av troposfæriske stormer og solaktiviteten, er tilfredsstillende forstått, er det vanskelig å forutsi trenden i osonmengden.

En rekke foredrag og posters understreket at osonlaget beskytter livet på jorda mot skadelig UV-stråling fra sola. Ingen vil at osonlaget skal svekkes på grunn av menneskelig aktivitet. Store latitude- og tidsvariasjoner forekommer imidlertid av naturlige årsaker, og disse er av massemedia ofte tolket som resultat av forurensinger.

Osonlaget rundt ekvator er ganske stabilt gjennom året med tetthet 220-240 D.U. Ved høyere bredder er variajsonene langt større og med maksimalverdier på 460 D.U. (Iqubal, 1983). Biosfæren blir utsatt for mye mer UV-stråling ved ekvator enn ved høyere bredder både fordi solen står høyere på himmelen, og osonkonsentrasjonen er lavere. I Norge er UVB-strålingen også om sommeren så lav at UVB-dosen bare utgjør 10-20% av dosen ved ekvator (Henriksen og Stamnes, 1988). En vesentlig årsak til øket frekvens av hudkreft i Norge er økningen i feriereiser til Syden og bruk av høyfjellsol og solarier, ikke svekkelse av osonlaget over Norge.

Osonsymposiet ble avsluttet uten at noen konklusjoner eller resolusjoner ble fattet. Likevel ble de mest aktuelle spørsmål angående stratorfæriskoson drøftet på en faglig forsvarlig måte, og for de som er spesielt interesserte, henvises det til konferanserapporten.

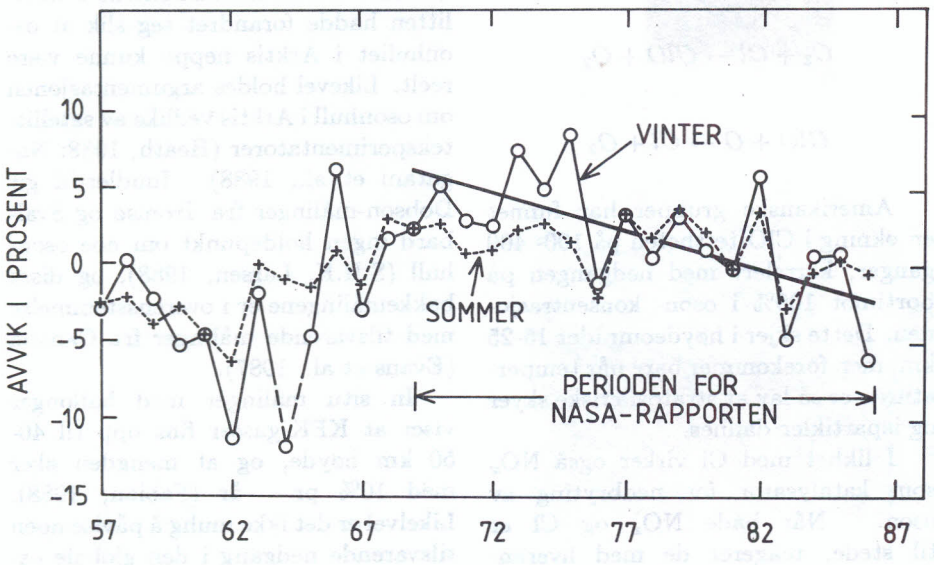


Fig.1. Kurvene viser kolonnetettheten av oson målt med Dobsonspektrometre fra 12 stasjoner nord for 59°N i perioden 1957-86. Avvik i prosent fra middelverdien er avsatt.
o—— angir vinterverdiene, desember-mars.
+- - - angir sommerverdiene, mai-august.
På figuren er også perioden omtalt av NASA-rapporten angitt, og den heltrukne kurven viser nedgangen på 6.2% i løpet av 17 år. Nedgangen er i god overensstemmelse med de observerte vintermålingene, og kurvene er laget av Bojkov (1988).

∞

Referanser

1. Bojkov, R.D., *Ozone variation in the Northern Polar regions.* Meterol. Atmos. Phys. **38**, 117-130, 1988.
2. Dobson, G.M.B., *Forty years' research on atmospheric ozone at Oxford: A history.* Applied Optics **7**, 387-405, 1967.

3. Evans, W.F.J., H. Fast, A.J. Forester, G.S. Henderson, J.B. Kerr, R.K.R. Vupputuri og D.J. Wardle, *Stratospheric ozone science in Canada: An agenda for research and monitoring.* Internal Report ARD 87-3, Atmospheric Environmental Service, Downsview, Canada, 1987.

4. Fabian, P., $CHClF_2$ (CFC-22): *Distribution, budget and environmental impact.* Foredrag på osonsymposiet, 1988.

5. Farman, J.C., B.G. Gardiner og J.D. Shanklin,*Large losses of total ozone in Antarctic reveal seasonal* ClO_x/NO_x *interaction.* Nature 315, 207-210, 1985.

6. Heath, D., *Bird's-eye view of the holes at the poles.* New Scientist **112**, 1533, 37, 1986.

7. Heath, D., *Changes in the vertical distribution of stratospheric ozone and the associated global scale changes in the total ozone from observations with the Nimbus-7 SBUV instrument:1978-1986.* Poster på osonsymposiet, 1988.

8. Henriksen, K. and K. Stamnes, *Solar irradiance and oszone column density in polar regions derived with an UV-sensitive double monochromator.* Poster på osonsymposiet, 1988.

9. Iqbal, M., *An introduction to solar radiation.* Academic Press, New York, 1983.

10. Larsen, S.H.H., *Total ozone amount in the Arctic, the Scandinavian sector. Changes of ozone in connection with 30 hPa temperature. The ground based- and satellite measurements are used.* Poster på osonsymposiet, 1988.

11. Nagatani, R.M., A.J. Miller, K.W. Johnson and M.E. Gilman, *An eight-year climatology of ozone and meteorology.* Poster på osonsymposiet, 1988.

Et hundreårsjubileum «vom Hertzen geschrieben»

Olav Steinsvoll *

Når en er kommet litt opp i åra slik som jeg, begynner en gjerne å se tilbake på sitt eget liv og f.eks. spørre : Hvorfor valgte jeg fysikken som yrke, og hva har dette valget brakt av skuffelser og gleder.

Det er blitt sagt at fysikere kan deles opp i kategorier ettersom hva de bedrev av "eksperimenter" i sin barndom: noen mekka på sykler eller klokker, seinere på biler, noen laget kjemiske eksplosjoner og atter andre koplet opp radioer. Jeg må bekjenne at jeg har vært innom alle disse feltene, men det var særlig radio og ledninger som kom til å prege meg for livet. Lukten av en varm loddebolt kan framleis få det til å gå varmt nedetter ryggen på meg. Jeg hadde nemlig en onkel som var elektroingeniør og radiofrelst på hybel hos oss da jeg var liten. Det ble lodding og kopling, og et krystallapparat under senga. Med dette apparatet hørte jeg Quislings tale om kvelden 9. april 1940 - familiens lille folkemottaker var stum pga strømutkopling. Seinere under krigen hørte jeg faktisk både Kiran og Øksnevad fra BBC, London på dette apparatet når forholdene var gode, uten for mye fading. De blanke sidene i min gamle tyske grammatikkbok - Løkkes naturligvis - er framleis fulle av notater om frontenes bevegelser under den andre verdenskrigen og rare særmeldinger. Etter krigen kom tida da en radioamatør riktig kunne utfolde seg med lett tilgang på tysk materiell og nye norske radioer med gode kortbølgebånd. En ny verden åpnet seg: Sydamerika med et vell av stasjoner på kortbølge med hurtigplaprende hallomenn og - damer, raske reklamer og besettende musikk. Jazz fra USA og BBC, men også lødig stoff fra NRK slik som symfonikonserter, Universitetenes radioforedrag og utenrikskronikker. Alt dette ble sugd inn og bygde etterhvert opp mine interesser og livsholdning. Deretter ble det militær radioskole, radioamatørlisens og UKEsender på Blindern i flere omganger. Valget av fysikk hovedfag gikk nesten automatisk, og seinere er det blitt en del elektronikk i yrket.

Det er derfor rart å tenke på at det i år er akkurat 100 år sida Heinrich Hertz (f. 1857) gjorde sine banebrytende eksperimenter for å bekrefte at Maxwells likninger beskrev noe virkelig. Problemet var allerede forelagt han av Helmholtz tidlig i 1880 åra, da han drev med doktorgradsstudiene, men han følte seg ikke kompetent til å sette i gang med noen forsking på dette og valgte en lettere oppgave. Men det lå nok i underbevisstheten og modnet seg. I 1885 ble han professor i fysikk i Karlsruhe, og et par år etter satte han i gang med eksperimentene. Han forbandt en stor induksjonsspole til en åpen svingekrets, avbrutt av et par messingkuler med en liten avstand slik at det kunne dannes gnister mellom dem. Dette var senderen hans. Som mottaker brukte han en annen åpen svingekrets, en halvbølge dipol, som også endte i et gnistgap, se figur 1. Han avstemte dem til hverandre med en primitiv kondensator; han var derfor oppmerksom på resonansprinsippet, se figur 2. Sender og mottaker sto først tett ved hverandre.

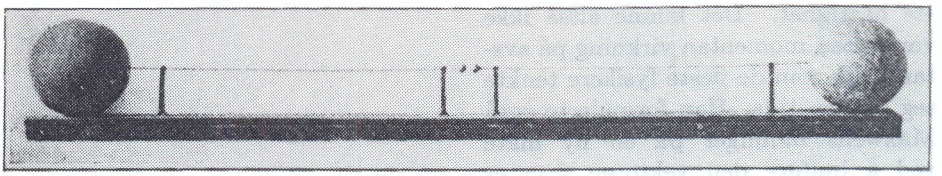


Fig.1. En åpen Hertz svingekrets med gnistgap brukt som mottaker. For å øke kapasiteten i kretsen er den belastet med to store metallkuler i hver ende.

*IFE, Kjeller.

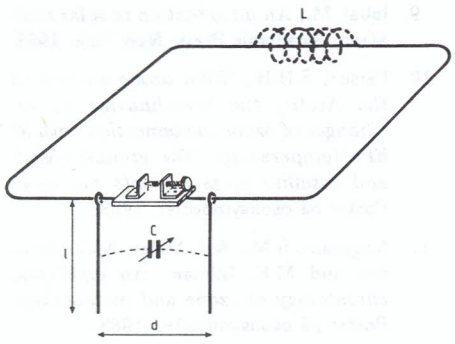


Fig.2. En Hertz svingekrets med avstemming, to løse ledninger i nærheten av gnistgapet der avstanden kan varieres.

Når han aktiverte induktoren, kunne han se små utladninger i gnistgapet både hos sender og mottaker. Men dette kunne jo skyldes elektromagnetisk induksjon, altså vanlig transformatorvirkning. Han flytta derfor apparatene lengre og lengre bort fra hverandre og observerte hele tida utladningene. Deretter satte han prismer av dielektrika og metallskjermer mellom apparatene og kunne påvise skygge- virkninger, refleksjoner, interferens og brytningsfenomener slik som Maxwells likninger forutsa. Fra avstanden mellom knutene for de stående bølgene langs en koaksial transmisjonslinje regnet han ut bølgenes forplantningshastighet og fant at den var lik lysets hastighet. Bølgelengden var omlag 6 meter (50 MHz), altså det dobbelte av bølgelengden til FM båndet i våre dager. Han bygde så en parabolsk reflektor som fokusserte bølgene, og med filtre av mange parallelle kopper tråder kunne han vise bølgenes polarisasjonsegenskaper. Nå var bølgelengden 70 cm (450 MHz), så vi kan si at Hertz startet mikrobølgeteknikken ! Alle eksperimenter viste derfor at de Hertzske bølgene hadde nøyaktig de samme egenskapene som synlig lys.

Da han offentliggjorde sine resultater, viste han seg også som en habil teoretiker og la fram overbevisende argumenter for at både statiske og dynamiske elektromagnetiske felter forplantet seg gjennom rommet med lysets hastighet. Det kunne altså ikke være noen momentan virkning på avstand slik som de fleste fysikere tenkte seg på den tida. Han formulerte også Maxwells likninger på en ny måte ved å innføre den vektoren som er blitt oppkalt etter han. H. Hertz artikkel i 1888 dannet et viktig skritt mot utviklingen av praktiske radioforbindelser (Marconi 1896, (1)), TV og Radar. H. Hertz døde allerede i 1894, bare 37 år gammel, av blodforgiftning fra en betent tann. De som er interessert, vil kunne studere originalapparaturen til H. Hertz på Deutsches Museum i München. Det fins også replika av apparaturen på museum i London.

I gymnaset leste jeg i filler Egil Hylleraas bok om "Atomene" (2). Der inntar J.C. Maxwell og H. Hertz en framtredende plass, og de ble mine helter. Jeg mente at jeg til og med forsto de kryptiske fire likningene til Maxwell som også sto i boka; Hylleraas hadde nemlig illustrert dem med noen svært instruktive skisser. Pregingen av omgangen med radiorør, motstander, kondensatorer, ledninger (lange og store antenner !) og Maxwells likninger er framleis levende hos meg. Jeg er derfor endt opp i Veteranradioklubben med spesialinteresse for gamle Huldraer og Sølvsupere, norsk elektronikks høydepunkter i vår nære fortid ! Huset vårt er spunnet inn i en vev av antenner til ulike formål. Takk skal dere ha, Maxwell, Hertz og Marconi for alle gledesstunder dere har gitt meg og alle radioter !

Referanser

1. O.Steinsvoll: "Guglielmo Marconi 1874 - 1937" FFV **1, 39** (1974).
2. E.Hylleraas: "Atomene. Forskningens vei mot ukjent land". Cammermeyers Boghandel, Oslo (1947).

∞

Husk Kontingenten!

Kvinner i Fysikk

Kvinnelige Fysikere, et kontaktnett.

På årsmøtet i Norsk Fysisk Selskap i juni 1988, ble det tatt initiativ til å danne et kontaktnett av kvinnelige norske fysikere.

Det ble dannet et interimsstyre med Annik Magerholm Fet som leder. Begrunnelsen for å danne et slikt nettverk er bl.a. følgende:

- det er i seg selv interessant å skaffe en oversikt over kvinnelige fysikeres arbeidssted og type arbeid.
- et kontaktnett kan være med på å fremme det arbeidet kvinnelige fysikere utfører.
- det kan være med på å øke rekrutteringen av jenter til fysikkutdannelse på lavere og høyere nivå.
- et kontaktnett kan fungere som støtte for andre kvinner i et ellers mannsdominert fagområde, det er et forum hvor en kan utveksle gjensidige erfaringer og informasjon.

Arbeidet med å samle inn navn på kvinner uteksaminert i fysikk ved universiteter og høyskoler er allerede i gang. Så langt har vi fått tilsendt lister fra alle universitetene på uteksaminerte kandidater etter 1970 med cand.scient.-grad eller høyere, og fra NTH har vi fått en oversikt over kvinnelige sivilingeniører i fysikk etter 1970. Vi har også fått medlemsoversikten fra Norsk Fysisk Selskap. Så langt har vi valgt å begrense oss til å samle inn navn på kvinner utdannet etter 1970, men vi er selvsagt interessert i å få alle interesserte med i nettverket.

Ennå gjenstår det imidlertid mye arbeid:

Vi mangler ennå en del adresser, og vi er glade for all hjelp vi kan få til å spore opp disse. Derfor har vi tillatt oss å liste opp navnene på de vi ennå ikke har klart å finne adresse på. Vi

håper at leserne kan hjelpe oss med dette.

Så snart adresseinnsamlingen er gjennomført, vil alle registrerte få tilsendt ytterligere informasjon om nettverket. Fordi vi ønsker å få i stand et navneregister som kan brukes av alle kvinnene som er i registeret til å få kontakter med andre kvinner i sitt felt, trenger vi oppdaterte adresser og yrkesoversikter.

De vi skriver til, vil derfor også få tilsendt et spørreskjema der vi spør etter opplysninger som f.eks. oppdatert adresse og yrke. Det vil også være interessant å få en oversikt over yrkesforløp etter endt utdannelse.

Registreringen blir selvsagt utført under forutsetning av at den nødvendige tillatelse fra datatilsynet blir gitt, og i forståelse med de personer registeret vil omfatte. Vi er takknemlig for alle reaksjoner fra dere som måtte lese dette, og ber dere ta kontakt med enten:

Annik Magerholm Fet
Møre og Romsdal Tekniske Fagskole
Fogd Greves vei 5
6009 Ålesund

eller

Åshild Fredriksen
Nordlysobservatoriet,
Boks 954
9001 Tromsø.

Vi vil også benytte anledningen til å takke Norsk Fysisk Selskap for velvillig økonomisk støtte (kr. 1000,- til porto o.l.), samt til Gerd Jarrett som har hjulpet oss med å sette opp navnelistene. Vi håper vi også i framtiden kan henvende oss til NFS for videre hjelp og støtte.

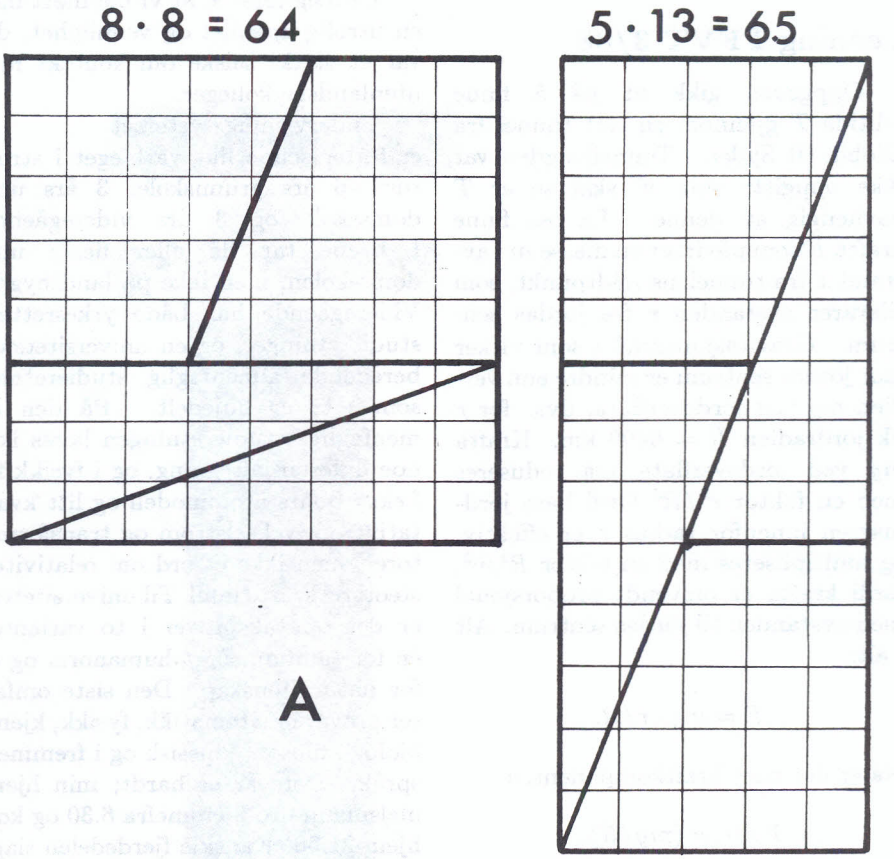
Tromsø 17/10 - 88.
Annik Magerholm Fet
Åshild Fredriksen

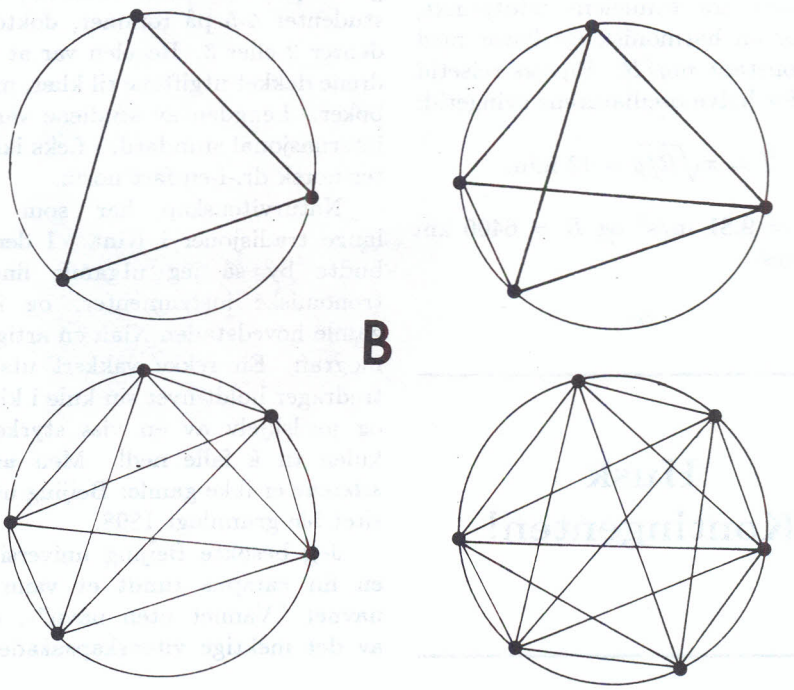
Studer
FYSIKK

Trim i FFV

FFVT 4/88

Disse julenøttene dreier seg om inndeling av flater i mindre arealer. I det første problemet (fig.A) ser en at oppdeling av de 64 rutene, og ny sammensetning gir 65 ruter. I det andre problemet (fig.B) illustreres at når alle linjer trekkes mellom n punkter på en sirkel, så deles sirkelflata opp i 2^{n-1} mindre arealer. Det er trivielt at n=1 gir ett areal, n=2 gir to arealer, og





figuren viser at n=3, 4, 5 og 6 gir 4, 8, 16 og 32 arealer. Haken er at det tilsynelatende er vanskelig å finne mer enn 31 arealer i siste figur.

I det første problemet får vi altså et areal for mye, i det andre problemet et areal for lite. FFV's lesere synes forhåpentligvis at dette er en lite tilfredsstillende måte å få balanse i regnskapet!

Løsning FFVT 3/88

Oppgaven gikk ut på å finne falltida T gjennom en rett tunnel fra Globia til Syden. Tunnellengden var ikke oppgitt; som vi skal se er T uavhengig av denne. La oss finne krafta F som påvirker en masse m i avstand x fra tunnelens midtpunkt, som tilsvarer avstanden r fra jordas sentrum. Gravitasjonskrafta som virker mot jordas sentrum er mindre enn verdien mg ved jordoverflata, dvs. for r lik jordradien $R = 6400$ km. Krafta mg ved jordoverflata må reduseres med en faktor r^3/R^3 fordi bare jordmassen innenfor radius r er effektiv, og multipliseres med en faktor R^2/r^2, fordi krafta er omvendt proporsjonal med avstanden til jordas sentrum. Alt i alt:

$$F = mg \cdot r/R.$$

Nå er det bare kraftkomponenten

$$Fx/r = (mg/R)x$$

som akselererer *langs* tunnelretningen. Vi ser at krafta er proporsjonal med avstanden fra tunnelens midtpunkt, som for en harmonisk oscillator med kraftkonstant mg/R. Envegs reisetid er derfor halve oscillatorens svingetid:

$$T = \pi\sqrt{R/g} = 42 \text{ min},$$

når $g = 9.81$ m/s^2 og $R = 6400$ km innsettes.

∞

Husk Kontingenten!

Reisebrev fra Kina

Redaksjonen har antydet et reisebrev til FFV. Jeg etterkommer gjerne ønsket, men tar det forbehold at ingen blir Kinaekspert på to uker, og at jeg kan ha misforstått enkelte ting.

La meg først si at vi ble møtt med en utrolig åpenhet og vennlighet; det var et sterkt ønske om kontakt med utenlandske kolleger.

Undervisningssystemet er forbausende likt vårt eget i struktur: 6 års grunnskole, 3 års ungdomsskole og 3 års videregående. I byene tar de aller fleste ungdomsskolen, men ikke på landsbygda. Videregående har både yrkesrettede studieretninger, og en universitetsforberedende almenfaglig studieretning som *ikke* er linjedelt. På den almenfaglige studieretningen læres ikke noe differensialregning, og i fysikk fås f.eks. Bohrs atommodell og litt kvalitativt om vekselstrøm og transformatorer, men ikke et ord om relativitetsteori og svarte hull! Til universitetene er det opptaksprøver i to varianter, én for samfunnsfag/ humanoria og én for naturvitenskap. Den siste omfatter prøver i matematikk, fysikk, kjemi, biologi, filosofi, kinesisk og i fremmedspråk. Siste år er hardt; min hjemmelsmann dro hjemmefra 6.30 og kom hjem 21.30. Kanskje fjerdedelen slapp gjennom nåløyet.

Universitetsstudentene bodde gratis på universitetsområdet, ferske studenter 4-5 på rommet, doktorstudenter 2 eller 3. Regelen var at foreldrene dekket utgiftene til klær, mat og bøker. Lengden av studiene var som internasjonal standard, - f.eks ikke etter norsk dr.-i-en-fart norm.

Naturvitenskap har som kjent lange tradisjoner i Kina. I den forbudte by så jeg utgamle fine astronomiske instrumenter, og i den gamle hovedstaden Xian en artig seismograf: En rekke vakkert utskårne tredrager holdt hver sin kule i kjeften, og jordskjelv av en viss styrke fikk kulen til å falle ned! Men *universitetene* er ikke gamle: Beijing universitet ble grunnlagt 1898.

Jeg besøkte Beijing universitet, - en fin campus rundt et vann med navnet "Vannet uten navn"-, og to av det mektige vitenskapsakademiets 123 institutter. De siste kan også tildele doktorgrader og har både egne dr.studenter og endel fra universitetene.

Vitenskapsakademiets Institutt for fysikk i Beijing hadde 190 dr.studenter fra hele Kina, og et teknisk og vitenskapelig personale på 600 personer. Direktøren for instituttet er tradisjonelt også generalsekretær for Kinesisk Fysisk Selskap (25 000 medlemmer!). Forskningen hadde dreiet stadig mer i anvendt retning, nå skjønnsmessig 40% grunnforskning, 60% anvendt. Antall industrioppdrag økte, det var viktig å tjene penger. Akademiet drev f.eks. et kommersielt selskap som produserte permanente Nd-Fe-B magneter for spesielle formål. Og på Beijing universitetet laget et lite verksted med en ingeniør og fem arbeidere helium-neon lasere med variabel bølgelengde; ingeniøren fortalte stolt at de solgte til og med til utlandet.

Beijing var tidlig ute i høgtemperatur supraledningskappløpet, delvis fordi de lenge hadde hatt ekspertise i tynn-film supraledning. Professor Zhao fortalte at deres første måling av supraledning over 90 K ble gjort 19.2. 1987 og publisert i Folkets Dagblad 6 dager etterpå. Raskt referee-system!

Hovedvekten lå på faste stoffers fysikk. Mye bra apparatur såvidt en legmann kunne bedømme. Siden våre kjære allierte i vest har nedlagt forbud mot eksport av høyteknologi, så har de vært nødt til sjøl å bygge f.eks. molekylstråle epitaksi - maskiner for produksjon av lagdelte halvledermaterialer (supragittere og kvantebrønner). Men det har sikkert egenverdi å stole på egne krefter.

En pappkasse på gulvet i kjelleren viste seg å skjule et topp moderne selvlaget tunneleringsveipemikroskop med oppløsningsevne 0.1 Å normalt på, 1 Å parallelt med overflata som det sveipes over! - Det teknisk sett mest imponerende vi så var den nye akseleratoren ved akademiets Institutt for høyenergifysikk, for elektron-positron kollisjoner. Både den lineære akseleratoren og lagringsringene var etter modell Stanford, men med høyere energi. Alt heimegjort og en god prøvesten for kinesisk industri.

Det satset i det hele tatt iherdig på teknologi. P.g.a. en flyforsinkelse

i Xian så jeg en times TV-program om tannhjul-snekke-forbindelser. Mer trigonometri og likninger på en time enn på 5 år i NRK!

Til en middag som akademiet holdt hadde de også invitert Professor Fang Lizhi, nå tilknyttet Beijingobservatoriet. Det var interessant, synes jeg, fordi vi leste i norske aviser for ikke så lenge siden at han - da som prorektor ved et annet universitet - hadde fremmet besk kritikk mot myndighetene og fått sparken.

Universitetslønnene er usle, også relativt sett (drosjesjåfører tilhører derimot den økonomiske overklasse). Under besøk i et lama-tempel ble vi fortalt at de buddhistiske munkene som holdt stedet i stand var statsansatte med mer enn professorlønn! Det er derfor viktig for universitetene å finne ekstramidler for å kunne gi ansatte noe mere.

Universitetsadministrasjonen tildeler de ansatte leilighet, små, men med husleie nær null. Og den viktigste fordelen ved å rykke opp fra lektor til professor var å få større leilighet. At både studenter og ansatte bor på universitetsområdet er naturligvis en stor fordel kommunikasjonsmessig, og spesielt i en trafikkmessig heksegryte som Beijing. Forholdene kan illustreres ved historien om en Beijing bussjåfør og en prest som banket på hos St.Peter samtidig. St.Peter tok et tilbakeblikk på deres tidligere meritter og slapp straks sjåføren inn i himmelen, mens presten ble bedt om å vente. Presten spurte indignert om grunnen til forskjellsbehandlingen, og fikk svaret: "I din forsamling sov de fleste, mens i hans buss ba alle inderlig!"

P.C. Hemmer

∞

Errata

I artikkelen "Magnetisme - Nye modeller, faglige kontroverser" i FFV 3 1988 er det to trykkfeil på side 71.

Begynnelse av avsnittet "Magnetisering som snor og bukter seg":

For å kunne forstå at det dannes .... viss størrelse l også over T_c ....

Øverst, midterste spalte:

Fra en bestemt q-verdi ($q = 2\pi/l$), skulle en så ha vandrende spinnbølger med en dispersjonskurve, slik at den kan sees ved hjelp av nøytronspredning, ikke bare ved konstant - energi sveip, men også ved konstant q - sveip, se fig.5.

∞

Bokomtaler

Taizo Muta: Foundation of Quantum Chromodynamics, World Scientific, 1987 (409 s.).

Kvantekromodynamikken, QCD, ble laget i begynnelsen av 70- årene som en teori for de sterke vekselvirkningene, og den har hittil bestått prøvene mot eksperimentene. Riktignok er viktige eksperimentelle områder fortsatt uprøvd eller dårlig testet, takket være vår manglende evne til å regne, men det betyr at QCD også i dag er et meget aktivt forskningsområde.

Muta's bok føyer seg til en etter hvert betydelig litteratur om QCD. Den kan lett leses av en som har noe kjennskap til feltteori, og gir en grei introduksjon i emnet. Spesiell oppmerksomhet er viet til temaene: renormaliseringsgruppen, operatorproduktutvikling og infrarøddivergenser. Noen vil også ha nytte av et forholdsvis stort kapittel med anvendelser av teorien på eksperimentelle situasjoner.

En usedvanlig omfattende referanseliste fyller 17 sider.

Kjell Mork

∞

J.A.H. Futterman, F.A. Handler and R.A. Matzner: "Scattering from black holes". Cambridge Monographs on Mathematical Physics, 1988, 192 sider

Spredning er en prosess som fysikerne nå har en god forståelse av. Eksempelvis er solnedgangen rød og himmelen blå, fordi sollyset blir spredd av støv og luftmolekyler. Men nå kopler fysikerne denne spredningsdisiplinen sammen med Einsteins generelle relativitetsteori for å undersøke hva som skjer med en bølge som passerer i nærheten av et sort hull.

Denne boka som de tre forfatterne kommer med, fyller så absolutt et behov. Det eksisterer i dag en rekke introduksjonsbøker i generell relativitetsteori, og i forskningsbibliotekene finner en mange tykke bind med konferanserapporter. Den første kategorien fører aldri leseren fram til forskninsfronten, mens den siste typen ofte er uforståelig for den som ikke allerede er i gang med egen forskning.

"Scattering from black holes" representerer brukbar pedagogikk siden fremstillingen blir enhetlig. Stoffet presenteres også i riktig pedagogisk rekkefølge.

Forfatterne prøver ikke å gå direkte på sak, men beskriver det enkleste tilfellet først (spredning av en skalar bølge i tyngdefeltet fra et ikkeroterende sort hull). Først når leseren behersker dette, står han rede til gi seg i kast med de mer kompliserte tilfeller der løsningen oftest er langt fra analytisk. Men med den tidligere erfaringen kan fysikeren likevel nå forstå hva som skjer, særlig når asymptotiske tilfeller også tas i betraktning.

Det må innrømmes at boka er avansert rent regneteknisk. Det er også absolutt en nødvendighet at leseren behersker både spredningsteori og Einsteins gravitasjonsteori. Heldigvis finnes det en ypperlig historisk innføring med fyldig referanseliste. Boka er altså skrevet for studenter som arbeider mot en doktorgrad og for mer viderekomne forskere. En må nok regne med slit og svette, før en behersker denne matematikken. Men er en villig til å ta den jobben, så skulle det være nok av fundamental forskning å ta fatt på.

Henning Knutsen

∞

The Proceedings of the ICA Conference on Prospects in Modern Acoustics-Education and Development. Utgitt av Antoni Sliwinski, University of Gdansk og Gustaw K.E. Budzynski, Technical University of Gdansk

I dagene 19.-21.mai 1987 ble det holdt en internasjonal konferanse i Gdansk, Polen om utdannelse i akustikk. Polakkene, og særlig deres nestor professor Malecki, har interessert seg meget for dette spørsmål. Konferansens opprinnelige tittel var "How to teach acoustics?", men ble endret til ovenstående etter konferanse med IUPAP, som støttet konferansen økonomisk. Men invitasjonene til innlegg ble sendt under den opprinnelige tittel, slik at praktisk talt alle innlegg gjaldt "education". Alle innlegg er gjengitt i "Proceedings".

Det var deltagere fra en rekke land, selv om nok mesteparten kom fra Øst-Europeiske land.

Foredragene dreiet seg stort sett om undervisningsopplegg eller undervisningsprogrammer. De fleste tok sikte på det vi vil kalle "acoustical engeneering". Men det ble sjelden eller aldri nevnt *hvor mange* studenter som fulgte de forskjellige programmene. Samlet ga imidlertid konferansens foredrag en god oversikt over den utdannelsesvirksomhet eller de intensjoner som er aktuelle i akustikk, ikke minst i utviklingsland. Det framgikk også tydelig den praktiske betydning akustikken og akustikere har fått.

Blant de foredrag som ikke angikk undervisningsopplegg kan nevnes et av professor Sliwinski, hvor han tok for seg det "gap" som eksisterer mellom et universitet som en akademisk institusjon og industrien, som den praktiske virksomhet som måtte ha en eller annen løsning *nå*. Han mente forøvrig at dette gapet var mindre i akustikken enn i mange andre fag.

Dette er jo kjente toner også hos oss, men stemmer vel ikke så godt med den erfaring man her har gjort iallfall ved Fysisk institutt, Blindern. Svært mange fysikere går nå ut i industri eller annen "praktisk virksomhet". (Det er vanskelig å få fysikere til skolen). Såvidt jeg vet kan det ikke sies at kandidater med en praktisk, eksperimentell hovedoppgave er mer etterspurt enn teoretikere.

Av andre mere spesielle foredrag kan nevnes et av professor Heckl (Berlin) om hvorledes datamaskiner kan utnyttes til å lage film om kompliserte akustiske fenomener, noe som ellers har lett for bare å bli en formel.

I et annet foredrag ble det av Houtmer (Nederland) og Rossing (USA) demonstrert hvorledes lyd subjektivt *oppfattes* under forskjellige forhold. De regnet med å utgi disse demonstrasjonene kommersielt på CD eller kassettbånd.

Alt i alt gav konferansen et bilde av at akustikken, fra å være en litt bortgjemt del av fysikken de fleste steder, har fått en stor praktisk betydning. Men fremdeles er det fysikk det dreier seg om. Det kommer man ikke utenom.

Wilhelm Løchstøer

∞

Pieter B. Visscher: Fields and Electrodynamics. A Computer-compatible Introduction. John Wiley and Sons, 1988. 544 sider.

Det første som slår en når en får denne boka i hende, er hvor forskjellig den er fra de vanlige lærebøker i elektrodynamikk. Vanligvis vil jo de elektriske og magnetiske feltene være framstilt som kontinuerlige felter i tid og rom. Men Visscher innfører diskretisering fra første stund. Årsaken til dette henger selvfølgelig sammen med at datamaskinene er blitt så alminnelig på studentnivå. Visscher selv skriver omtrent slik i sitt forord: Den alminnelige innfallsvinkel til elektrodynamikken har neppe endret seg i det hele tatt i løpet av de siste 50 år (og ikke mye i løpet av de siste 100 år heller). Opprettholdelse av det tradisjonelle pedagogiske opplegget kunne man forsvare de første 2-3 dekadene av datamaskinens tidsalder på grunn av at datateknikken var tilgjengelig bare for noen få viderekomne studenter, og dessuten fordi denne form for teknikk var ganske vanskelig å forstå. Første del av dette argumentet er jo foreldet. Og siste del av de, mener Visscher, skyldes simpelthen at de eksisterende bøker i diskretiseringsmetoder allerede forutsetter at leseren har et solid grunnlag i kontinuumsteori. Forfatterens hovedtese er altså: I et innføringskurs er den diskrete framgangsmåte både pedagogisk og logisk sett å foretrekke; den kontinuerlige teorien bør følge etterpå.

Som sagt, så gjort. De første 160 sidene av boka gir en innføring i diskret teori for mekaniske, dynamiske systemer. Framstillingen inneholder blant annet definisjon av diskret gradient, divergens og curl i krumlinjekoordinater. Så følger den egentlige elektromagnetiske teorien med behandling av elektriske og magnetiske felter, elektrostatikk, magnetostatikk, og elektromagnetisk stråling. I tilknytning til boka finnes en PC diskett, til simulering av bølgebevegelser, og variasjon av felter. SI-enheter er benyttet i boka. Nivået tilsvarer omtrent 2. årskurs ved NTH.

Boka er ikke bare utradisjonell i sitt opplegg; den virker ganske moderne i emneutvalget også. For eksempel gir framstillingen på s. 411 og 412 en instruktiv demonstrasjon av hvordan man ved hjelp av enkel diskretisering kan finne et approksimativt uttrykk for magnetfeltet omkring en strømsløyfe i et hulrom, når det er et superledende materiale omkring.

Nå kan en jo undres over i hvilken grad en såpass kraftig dreining av innfallsvinkelen til elektrodynamikken vil bli fulgt opp i praksis. For de fleste lærere vil det vel fortsatt være slik en stund framover at det faller mest naturlig å behandle kontinuumsteorien først, i et introduksjonskurs. Men dette er jo noe som kan endre seg. Studenter lærer seg datateknikk mye tidligere enn hva de gjorde før. Visschers bok er i alle fall et interessant forsøk på en nyorientering. Ett moment som taler til fordel for den diskrete framgangsmåte allerede på et tidlig trinn, er at slike metoder er i utstrakt bruk i moderne fysikk, f.eks. i gittergauge teori for elementærpartikler, og i renormaliseringsteori for faste stoffer.

Den som vil bruke boka, bør passe på å få med seg simuleringsdisketten. Disketten manglet i mitt anmeldelseseksemplar. Det kan neppe være meningen at den må kjøpes separat?

20 september 1988

Iver Brevik

∞

R.V. Jones: "Instruments and Experiences: Papers on Measurement and Instrument Design". Wiley Series in Measurement Science and Technology, John Wiley and Sons, 1988. 485 sider.

Sjelden er jeg blitt så imponert av noe vitenskapelig arbeid som jeg ble for flere år siden ved å lese R.V. Jones' artikkel i Proc. Roy. Soc., der han fortalte om sitt strålingstrykkeksperiment i dielektriske væsker. Ideen var å sende en lysstråle gjennom væsken og måle det dreiemoment lyset forårsaket på et lite torsjonsopphengt, nedsenket speil. De mekaniske effektene var uhyre små; faktisk var dreiemomentet bare av størrelsesorden 10^{-13} Nm. Likevel var Jones (sammen med sin medarbeider J.C.S. Richards) istand til å etterprøve at dreiemomentet stemte med det teoretisk predikerte resultat, med en nøyaktighet på omkring 1%. (Eksperimentet er av stor betydning for den elektromagnetiske teori i dielektriske media.) Sofistikerte knep så som "chopping" ble benyttet for å skille ut uønskede effekter fra oppvarming, konveksjon, osv. Som et eksempel på speilets følsomhet: han kunne meget lett detektere at en solid betongplate under apparatet ble påkjent av kraften fra én finger.

Egentlig kommer det derfor ikke som noen overraskelse at R.V. Jones i kraft av sin status som fremragende eksperimentalfysiker faktisk innen mange forskningsområder, ble funnet verdig til å skrive første bind av den nye Wiley-serien som skal omhandle måleteknikk i vitenskap og teknologi. Boka består av to hoveddeler. Første del (8 kapitler) er reprints, gruppert etter emneområde, hvert kapittel forsynt med en introduksjon som ofte på en fornøyelig måte forteller om forfatterens personlige vei inn i problemområdet. Han orienterer bl.a. optiske "vektstenger", måling av elastiske deformasjoner, og mikrobarografer. Som et fascinerende eksempel på måling av elastiske deformasjoner kan nevnes at han har målt hvordan Storbritania bikker over i østlig retning ved flo sjø, på grunn av at bunnen i Nordsjøen komprimeres av vekten av det ekstra vannet over. Så finner vi en over 100 siders behandling av strålingstrykkeksperimenter, samt tilsvarende eksperimenter omkring "aether drag".

Bokas andre hoveddeler av mer populærvitenskapelig art: "Topic in Education and Instrument Design", med opptrykk av noen foredrag hvor Jones øser ut av sin erfaring og innsikt. Enhver eksperimentalfysiker bør kunne ha noe å hente av verdi. Og det er bemerkelsesverdig i hvilken grad også mange teoretiske fysikere har lagt vekt på betydningen av eksperimentelt arbeid. Jones forteller for eksempel om sitt møte med Niels Bohr, da denne var på visitt i Aberdeen. Jones fortalte sin berømte gjest at laboratoriets instrumentpark neppe ville være av større interesse for ham, men ble imøtegått øyeblikkelig: "Oh yes, it will, I like that sort of thing. When I was a research student I was the one in the laboratory who repaired all the instruments".

13. september 1988

Iver Breivik

∞

Nytt fra NFS

Styret i NFS har, etter vedtak på årsmøtet i 1988, sendt følgende brev til Kringkastningsrådet:

Nyhetsbildet og samfunnsdebatten er i stigende grad blitt preget av saker med naturvitenskapelig og teknologisk bakgrunn. Norsk Fysisk Selskap besluttet på årsmøtet i 1988 å be styret i selskapet om å uttrykke sin bekymring over den dekning slike saker får i Norsk Rikskringkasting.

Dekningen er etter vår mening altfor ofte preget av en faglig begrepsforvirring og gis en journalistisk vri som kan føre til misinformasjon og ubegrunnede skremsler for allmennheten. I tillegg hender det at fagfolk stilles i miskreditt, dersom de ikke bekrefter journalistens konklusjoner.

I den senere tid har vi hatt flere eksempler på slike saker, her kan nevnes dekning og oppfølging av Tsjernobylulykken og den såkalte algeinvasjonen. Begge hendelser burde ha gitt utgangspunkt for oppfølging med saklig opplysning og informasjon der særlig vitenskapelig ekspertise blir trukket inn. Dette ble i stor utstrekning forsømt av NRK. På samme måte føler vi at den informasjon om ozon og drivhuseffekt som har vært presentert av NRK, mangler den vitenskapelige balanse som bør forlanges av NRK.

Vi mener at kravet til saklighet og objektivitet stadig bør være meget høyt i NRK. Vi vil også stille spørsmål ved NRK's evne til å trekke inn faglig ekspertise, når det gjelder å informere om ulykker som er nevnt ovenfor.

Vi mener at bristen i informasjon om hendelser der naturvitenskapelige fenomener står sentralt, skyldes en underbemanning av medarbeidere med bakgrunn i naturvitenskap. Det er ikke nok å gi etterutdanningsstipendier til journalister uten tilstrekkelig naturvitenskapelig bakgrunn. Antall faste NRK- medarbeidere med naturvitenskapelig bakgrunn bør økes betydelig ut over det lille antall som eksisterer i dag.

Norsk Fysisk Selskap oppfordrer Kringkastingsrådet til å revurdere NRK's ansettelsespolitikk slik at grundig faglig kompetanse blir vurdert på lik linje med journalistisk dyktighet.

For Styret i Norsk Fysisk Selskap
Eivind Osnes
leder

Nye medlemmer

Nye medlemmer tatt opp på styremøtet 13. desember 1988:

Student Anders Westreng Borgland
Klostergata 42A
7030 Trondheim

Høgskolelektor Halvard Holtane
Boks 42 Linderud
0517 Oslo 5

Avd.Ing. Lars Morten Johansen
Baneveien 40
3600 Kongsberg

Student Anders Kristoffersen
Henrik Angellsgt. 11
7045 Trondheim

Siv.Ing. Jostein Mårdalen
Institutt For Fysikk
7034 Trondheim-NTH

Student Torbjørn Skauli
Havsteinbakken 11C
7021 Trondheim

Prosjektleder Cyrus Zahedi
Elkem A/S
Bremanger Smelteverk
6930 Svelgen

Norsk Fysisk Selskap

Styre

Leder:
Professor Eivind Osnes,
Fysisk institutt, Universitetet i Oslo.

Nestleder:
Professor Ove Havnes,
Institutt for matematiske realfag,
Universitetet i Tromsø.

Styremedlemmer:
Førsteamanuensis Torgeir Engeland,
Fysisk institutt, Universitetet i Oslo.
Førsteamanuensis Johan Stadsnes,
Fysisk institutt, Universitetet i Bergen.
Professor Haakon A. Olsen,
Fysisk institutt, Universitetet i
Trondheim/AVH.

Selskapets sekretær:
Gerd Jarrett,
Fysikkavdelingen, Institutt for energiteknikk, Boks 40, 2007 Kjeller.
Tlf.:(06) 812560
Postgirokonto: 5 88 38 89.
Bankgirokonto: 5102.09.58344.

Fra Fysikkens Verden

Redaktører:
Førsteamanuensis Øivin Holter,
Førsteamanuensis Finn Ingebretsen,
Fysisk institutt, Universitetet i Oslo.

Redaksjonskomité:
Førsteamanuensis Noralv Bjørnå,
Institutt for matematiske realfag,
Universitetet i Tromsø.
Professor Anne Grete Frodesen,
Fysisk institutt, Universitetet i Bergen.
Lektor Ingerid Hiis Helstrup,
Langhaugen skole, Bergen.
Professor Per Chr. Hemmer,
Fysisk institutt, NTH, Universitetet
i Trondheim.
Førsteamanuensis Egil Leer,
Astrofysisk institutt, Universitetet i Oslo.

Ekspedisjonens adresse:
Fra Fysikkens Verden,
Fysisk institutt,
Universitetet i Oslo,
Boks 1048 Blindern,
0316 Oslo 3.

Tlf.:(02) 45 64 28
Fra Fysikkens Verden utkommer fire ganger årlig. Abonnement kan tegnes direkte fra ekspedisjonen. Årsabonnement (1989) kr. 90,-. Studenter og skoleelever kr.45,-. Løssalg kr. 25.- pr. nummer.

Postgirokonto: 5 10 47 24
Bankgirokonto: 6094.05.40227