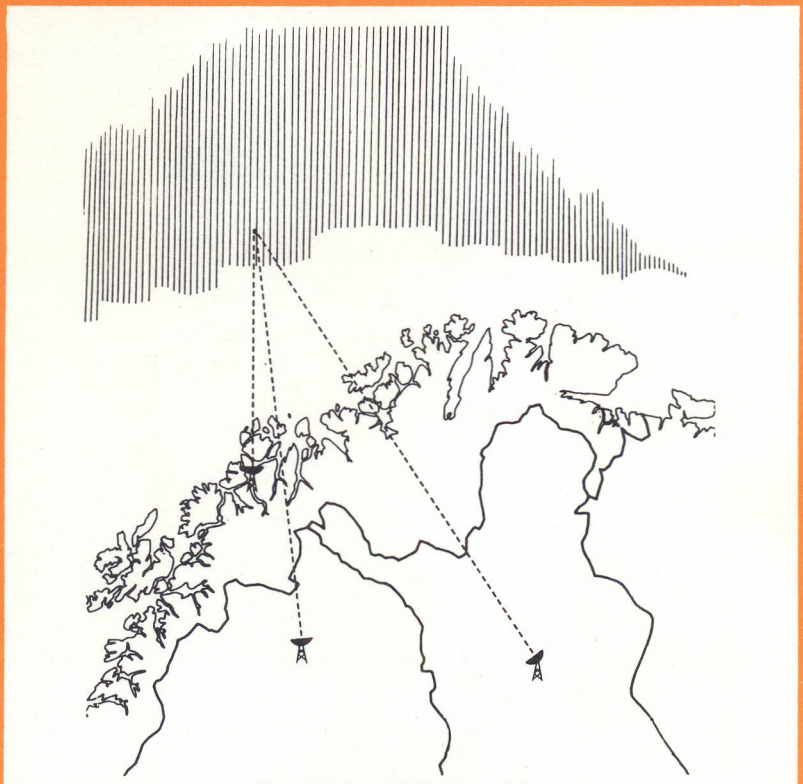
Fra Fysikkens Verden

UTGITT AV NORSK FYSISK SELSKAP

INNHOLD

Fra redaktørene	73
Professor i fysikk	73
Fysikkens jantelov	73
Forklaring av finstrukturkonstanten	73
Nobelprisen i fysikk 1981	74
Tomrom i universet	76
Elektrisk ladning e/3?	76
Atmosfärens sammansätning och jordens klimat	77
K. Johnsens prisforedrag (ref.)	83
Læreplan i fysikk	84
EISCAT-laboratoriet	88
Fysikkens framtid i Norge	92
Nye medlemmer	73, 95
Bøker	82, 91



Se artikkel om EISCAT side 88.

Nr. 4 - 1981
43. årgang
ISSN-0015-9247

KURSSENTERET Institutt for energiteknikk

KURS I DATABEHANDLING VÅREN 1982

18/1-22/1	Innføring i EDB II
25/1-12/2	COBOL I
15/2-19/2	COBOL II
1/3- 5/3	COBOL II
8/3-26/3	FORTRAN
29/3- 2/4	Videregående FORTRAN
19/4-30/4	PASCAL

Nærmere opplysninger og søknadsskjema fås ved henvendelse til
Kurssekretær Gerd Jarrett
Kurssenteret
Institutt for energiteknikk
Boks 40, 2007 Kjeller
Tlf. (02) 712560

Fra Fysikkens Verden

Utgiver: NORSK FYSISK SELSKAP

Nr. 4 - 1981

Redaktører: KNUT JOSTEIN KNUTSEN og HANS KOLBENSTVEDT
Redaksjonssekretær: HALVARD TORGERSEN

42. årgang
ISSN-0015-9247

Fra Redaktørene

Vi har i den senere tid registrert en viss misnøye med norske fysikeres evner til å informere ikke-spesialister om nyheter og fremskritt innen fysikken. Vi minner derfor om at «Fra Fysikkens Verden» først og fremst skal være et informasjonsorgan og at bladet bør være lesbart for alle med en viss bakgrunn i og interesse for fysikk. Med dette for øye ber vi fremtidige artikkelforfattere om å ha journaler som Scientific American, Physics Today og New Scientist i minne når de griper pennen fatt.

Siden FFV bare kommer ut hver tredje måned, synes vi at det er uheldig å dele artikler på flere nummer og vi ber om at fremtidige manuskripter ikke overskrider 10 maskinskrevne sider (dobbel linjeavstand). For bokanmeldelser gjelder som tidligere en øvre grense på 1 side.

Professor i fysikk

Dick Bedeaux, f. 1941 i Haag, Nederland, er utnevnt til professor i fysikk ved Universitetet i Trondheim, Norges tekniske høgskole. Bedeaux har studert ved Universitetet i Utrecht der han tok sin dr. grad i teoretisk fysikk i 1969. Videre har han drevet videregående studier og arbeidet ved University of California, La Jolla, Universitetet i Frankfurt, Universitetet i Leiden, ved M.I.T. i USA, Weismann Inst. i Israel, Nat. Bur. Standards, University of Maryland, USA og ved Norges tekniske høgskole.

FYSIKKENS JANTELOV

1. Du skal ikke tro, at små børn kan forstå fysik. Fysik er for voksne.
2. Du skal ikke tro, at almindelige mennesker kan forstå fysik. Fysik er for eksperter.
3. Du skal ikke tro, at kvinder kan forstå fysik. Fysik er for mænd.
4. Du skal ikke tro, at fysik kan være kvalitativ. Fysik er nøjagtige målinger og lange ligninger.
5. Du skal ikke tro, at fysik har noget med fantasi, intuition og følelser at gøre. Fysik er logik.

Politikken 14/3 1981.

Forklaring av finstrukturkonstanten?

Ingen fysiker liker en teori som inneholder vilkårlige størrelser - hensikten med en teori er ideelt sett å forklare fra bunnen av hvorfor verden er akkurat slik den er. To teoretikere ved CERN, John Ellis og D. V. Nanopoulos, mener nå at de kan forklare hvorfor finstrukturkonstanten i QED, α, er omtrent lik 1/137 og ikke noe helt annet.

Den teori som legges til grunn er den såkalte «grand unified theory», som knytter elektromagnetismen til de sterke og svake kjernekreftene. Ifølge Ellis og Nanopoulos kan de svake kreftene ikke være for sterke, ellers ville f.eks. protonet desintegrere for hurtig. Heller ikke kan de svake kreftene være for svake, ellers ville teoriene måtte inneholde gravitasjonskrefter. Der er altså to grenser for styrken av de svake kreftene, noe som ifølge forfatteren impliserer at α må ligge mellom 1/120 og 1/170. De påstår at «no other theoretical framwork ..... can provide such convincing and restrictive constraints on α».

Henvisninger: New Scientist, 13. August 1981, s. 406 og Nature, vol 292, side 436 (1981).

I.B.

Nye medlemmer opptatt på styremøtet 2. oktober 1981:

Cand.real. Hilde Hemmer, Fysisk Institutt, NLHT, 7055 Dragvoll.

Cand.real. Per Even Sandholt, Fysisk Institutt, Blindern, Oslo 3.

Cand.real. Jann-Rune Ursin, Fysisk Institutt, 5014 Bergen-U

Cand.real. Rune Øyan, Fysisk Institutt, Blindern, Oslo 3.

Studentmedlem:

Børge Arntsen, Fysisk Institutt, NLHT, 7055 Dragvoll.

HUSK FYSIKERMØTET 1982
holdes i Distriktshøgskolen, Stavanger
14.-17. juni

Nobelprisen i fysikk 1981

K. Razi Naqvi)*

The only surprises in the announcements from Stockholm are those which a scrutiny of the list of previous recipients of the Nobel prize would lead you to expect. Kai Siegbahn got half the physics prize for developing what he originally called ESCA - electron spectroscopy for chemical analysis; Nicolaas Bloembergen and Arthur Schawlow shared the other half for pioneering the use of lasers in photon spectroscopy. Readers may recall that, in 1970, Gerhard Herzberg - the archetypal atomic and molecular spectroscopist - won the chemistry Nobel; and, in 1908 so did Rutherford, whom most reasonable people would classify as a nuclear physicist. So far as I can tell, Siegbahn is better known among chemists;indeed, many physical chemists had thought that Kai Siegbahn and D. W. Turner (now at Oxford) would some day share the chemistry prize, or a part of it, for nurturing two different branches of photoelectron spectroscopy. But, to quote another Laureate,

> What might have been is an abstraction
> Remaining a perpetual possibility
> Only in a world of speculation.

Nonetheless, the award of a half-share in the Nobel prize for physics was a fitting - and, as has often been the case with these prizes, belated - recognition of years of painstaking work by a talented experimenter (and his team). Describing him, the 22 October issue of the *New Scientist* wrote:

«Kai Siegbahn is a tall Swede with blue eyes and fair hair. .... his father Manne Siegbahn (who died last year), also won the Nobel prize in physics - in 1924. The Siegbahns are the third parent-and-child pair to win Nobels - the Curies and the Braggs precede them.» Fifth, actually! Let's not forget the Thomsons and the Bohrs.

Photoelectron spectroscopy is concerned with the ejection of electrons from atomic systems according to the equation which won the 1921 Nobel for Einstein,

$$h\nu = E + \tfrac{1}{2}mv^2, \qquad (1)$$

where E is the initial binding energy (ionization energy) of the electron and $\frac{1}{2}mv^2$ the kinetic energy it acquires on being expelled by a photon of frequency ν. In contrast, photon spectroscopy is governed by the equation

$$h\nu = E' - E, \qquad (2)$$

where both E' and E are bound states and E can be determined only by extrapolating the excited states E' to zero energy, that is when the electron becomes free. To use equation (2), one need only measure the photon frequency very accurately, which experimenters have long been able to do; but, to use equation (1), one must measure the kinetic energy of the electron with the same accuracy as typifies optical spectroscopy, which has become possible only in recent years as a result of the development of sensitive electron detectors and improved electron energy analyzers capable of giving high accuracy and good resolution. Siegbahn made a propitious start for courting the Scientific Muse by acquiring complete technical mastery in β-ray spectrometry. «It was tempting to see», he wrote in 1973, «whether the electrons ... in the molecules would be accessible to closer study by modifying and extending the technique used hitherto in β-ray spectroscopy. Such an investigation was started around 1955 and during recent years this field has developed so satisfactorily that electron spectroscopy - the alternative to photon spectroscopy - is now well established.»

Nowadays, photoelectron spectroscopy (PS) is called XPS or UPS according as X-rays or ultraviolet photons are used for dislodging the electrons. The former is largely concerned with core electrons and was pioneered by Siegbahn in Uppsala; the latter is concerned with more loosely bound outer electrons, and was developed in London by D. W. Turner. Photoelectron spectroscopy enables one to pick out each electron from a molecule, be it an inner (core) or outer (valence shell) electron, and to determine accurately the energy with which it is bound into the system; many other features which reveal the function of the electron in the electronic structure of the system also appear in the photoelectron spectrum. It was previously not possible to obtain this information for inner electrons by optical spectroscopy, except in a few simple cases, because of the interaction of their excited states E' with the ionization continua of the outer electrons. It turned out that, by using a high energy photon, the inner electron could be expelled so rapidly past the outer electrons that this interaction was largely eliminated. A schematic diagram of a photoelectron spectrometer is shown in Fig. 1. The energy spectrum of the photoelectrons emanating from the sample is recorded by plotting the count rate of electrons arriving at the detector against a continuously increasing energy setting of the electron spectrometer; thus photoelectron energy increases

*) Fysisk Institutt UNIT/NLHT.

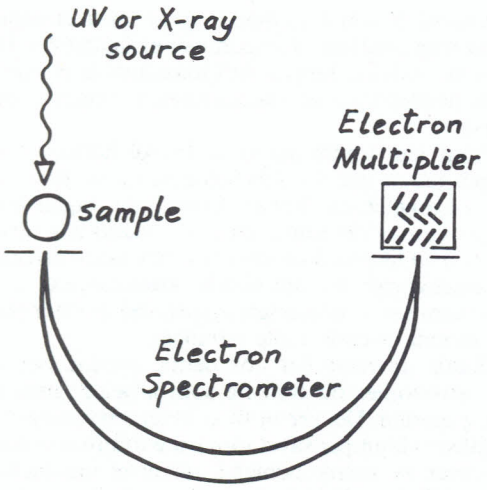


Fig. 1. Schematic diagram of a photoelectron spectrometer.

from left to right along the abscissae and binding energy from right to left.

Although the binding energy of an electron in an inner shell is determined primarily by the charge Z within the shell, it is also influenced to a minor extent by the cloud of valence electrons lying above. The XPS line of an element is found to vary over a few electron volts depending upon the state of the chemical combination of the atom and the nature of its immediate neighbours. This is illustrated in the spectra of acetone and ethyl trifluoroacetate shown in Fig. 2. The C (ls) line of the two methyl (CH_3) carbons in acetone is 2-3 eV lower than that of the more positive carbonyl (CO) carbon and is, as might be expected from the number of C atoms, twice as strong. The binding energies of the four different carbons in ethyltrifluoroacetate similarly reflect the different environments of the four carbon atoms in this molecule. These «chemical shifts» of core levels have been related to the electronegativity difference of the atom from its neighbours and provide a means of estimating the effective charge of the core of each atom. For example, fluorine is very electronegative. The three fluorine atoms will therefore attract electric charge from the C atom to which they are attached, with the result that the C ls electron will be more tightly bound to its nucleus. The binding energy increases and the C ls line is shifted toward the left in Fig. 2. The method has been extended to complicated molecules such as vitamin B_{12}, where the photoelectron line of one cobalt atom could be studied in the presence of a host of other lines; similarly, both the sulphur and the iron line in the enzyme cytochrome *c* can be recorded.

About the personal traits of the two who shared the other half of the 1981 Nobel prize for physics, I can only say that neither is a tall Swede, and I am quite sure that you are not dying (or are you?) to

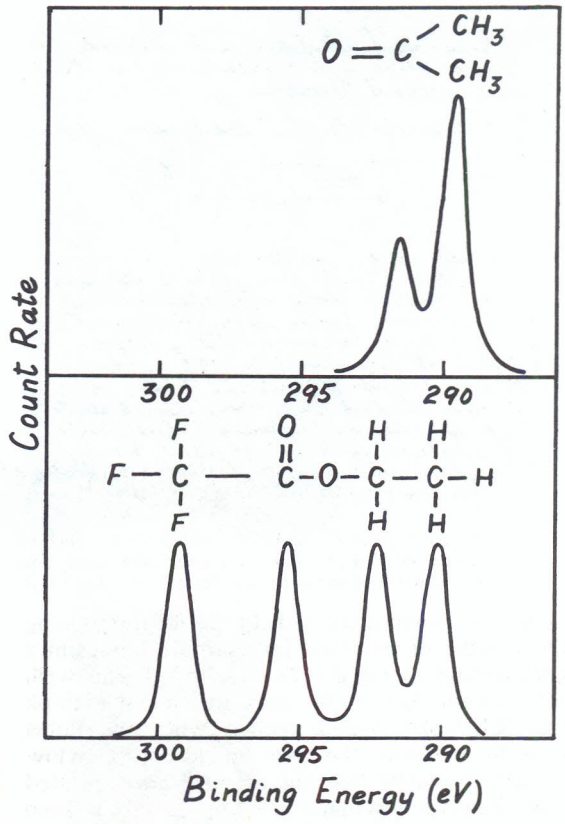


Fig. 2. XPS spectra of C ls shells of acetone

$CH_3 \diagdown$
$CH_3 \diagup C = O$

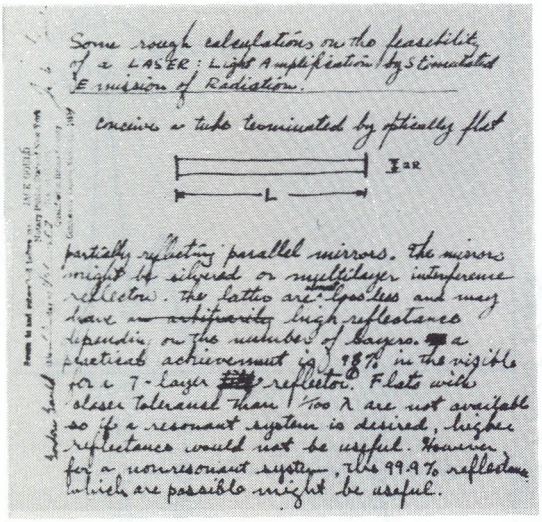
and ethyl trifluoracetate

$CF_3 \diagdown$
$C_2H_5O \diagup C = O.$

Note that, for the sake of clarity, the C atoms in the formulae are so arranged as to be directly above the lines to which they correspond.

know the colour(s) of their eyes. While Schawlow (an American) has been working with lasers for most of his professional life, Bloembergen (born and educated in the Netherlands; naturalised American) had already made a big name in nuclear magnetic resonance spectroscopy, before he turned his attention to laser spectroscopy. It would be futile to try and summarize, in the space available here, the breathtaking advances that have been made (by many workers all over the world) in the field of very high resolution spectroscopy with the aid of various non-linear effects. Instead, I refer the interested reader to the special articles in the May 1977 issue of *Physics Today,* in particular those by Hänsch (a collaborator of Schawlow) and Brewer, and will content myself with some other relevant details, which may be of more general interest.

There are many who believe that Uhlenbeck and


Some rough calculations on the feasibility of a LASER: Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation.

Enclose a tube terminated by optically flat

partially reflecting parallel mirrors. The mirrors might be silvered or multilayer interference reflectors. The latter are lossless and may have an arbitrarily high reflectance depending on the number of layers. A practical achievement is 98% in the visible for a 7-layer reflector. Plates with closer tolerance than 1/100 λ are not available so if a resonant system is desired, higher reflectance would not be useful. However for a nonresonant system, the 99.9% reflectance which are possible might be useful.

Fig. 3. Page fram Gordon Gould's 1957 note book in which he outlines the idea of a laser and derives the word. This photograph is taken from *Lacer Focus* (December 1977).

Goudsmit received the Nobel prize for introducing the concept of spin (see, for example, Goudsmit's contribution to *Physics Today,* June 1976); well, they did not. Apparently, there are some who think that Schawlow shared, with Townes, the Nobel prize for inventing the laser: he did not. Shawlow remarked jovially that one reason he was pleased with the prize was that «now I won't have to keep explaining that I don't have the Nobel prize». What is true, however, is that a laser patent was issued to Townes and one to Schawlow-and-Townes. Gordon Gould, after 18 years of perseverance in pursuit of a basic laser patent, succeeded (in 1979) in convincing the U.S. Patent Office that he too should be regarded as a co-inventor of the laser (see Fig. 3). Furthermore, neither Schawlow and Townes nor Gould had build a laser when they applied for their patents or shortly thereafter; the first laser was, in fact built by T.H. Maiman, in 1960, and his paper, which ultimately appeared in *Nature,* was turned down by the *Physical Review Letters.*

Universet inneholder et kjempemessig tomrom

Amerikanske astronomer påstår å ha oppdaget et kjempemessig tomt rom i universet. Nær sagt som vanlig med vesentlige oppdagelser skjedde også denne oppdagelsen ved et slumpetreff: Astronomene R. Kirshner, A. Oemler, P. Schechter og S. Shectman ved Kitt Peak Nat. Observatory i Arizona var i ferd med å kartlegge rødforskyvningene for 133 galakser fordelt over nordlige såvel som sørlige galaktiske himmelkule, da de til sin store forbauselse fant at galaksene var klumpet sammen i relativavstand 300-600 millioner lysår med et nesten tomt rom imellom. Tomrommet er iallfall 3 x 10^{25} kubikk-lysår i volum og dets massetetthet er maksimalt tiendeparten av massetettheten i resten av universet.

Man kan undre seg over hvilke konsekvenser oppdagelsen har for kosmologisk teori. Tomrommets diameter, ca. 300 millioner lysår, utgjør noen få prosent av det universet vi er i stand til å observere, men likevel ikke stort nok til å skape alvorlige vanskeligheter for det såkalte kosmologiske prinsipp som sier at universets egenskaper er i stor skala de samme overalt, i alle retninger.

Størst interesse har nok denne oppdagelsen for de astronomer og fysikere som arbeider med big bang teorien. Det ser ut til at såvel ansamlinger av galakser i klumper såvel som store tomrom er reminisenser av varme bobler i universet umiddelbart etter fødselsøyeblikket. Man blir nødt til å unngå de enkleste bilder av big bang-prosessen som en symmetrisk uniform prosess.

Litteratur:

R. Kirshner et al, Astrophysical Journal Letters, vol 248 (1981), p. L 57; New Scientist 8. oktober 1981, p 102.

I.B.

Observasjon av elektrisk ladning $\frac{1}{3}e$?

Så har de greidd det igjen. Fysikere ved Stanford-universitetet i California, under ledelse av William M. Fairbank, har nylig presentert resultatet av nye og forbedrede målinger som sterkt indikerer eksistensen av elektrisk ladning lik tredjeparten av protonets ladning e på små kuler av det supraledende materialet niob. Av 21 nye målinger fant de fire kuler med ladning $\frac{1}{3}e$ og fire med ladning - $\frac{1}{3}e$ (Phys. Rev. Lett. **46** (1981) 967).

Fairbank og hans kolleger publiserte første gang resultatet av sine målinger i 1977, deretter i 1979, og kommer altså nå ut med en ny serie resultater som sies å være foretatt med forbedret apparatur. Selve ideen i eksperimentet er ganske enkel, nemlig å levitere i et vertikalt magnetfelt en liten kule supraledende niob mellom de horisontale platene til en kondensator. (Temperaturen i eksperimentet var 4,2 K). Ved å måle bevegelsen av kula når et varierende elektrisk felt påtrykkes mellom platene, kan man beregne kraften som kula utsettes for, og dermed kan man finne kulas effektive ladning.

Eksperimentet er ikke helt enkelt å utføre. Man må for eksempel isolere den del av den målte kraften som skyldes kulas permanente og induserte elektriske dipolmoment. Fairbank, George LaRue og James Phillips mener at de har kontroll over

forts. side 82

Förändringar av atmosfärens sammansättning och deras betydelse för jordens klimat

*Bert Bolin**

INLEDNING

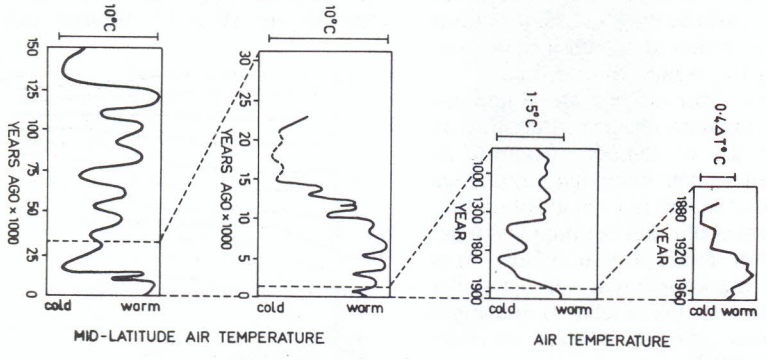
Jordens klimat har varierat markant i gången tid. Det var varmt under karbontiden, då de fossila bränslen bildades, som vi nu använder. Å andra sidan drog sig inlandsisen tillbaka från Skandinavien för bara omkring 10.000 år sedan (se figur 1). Denna, liksom flera liknande istider, under den sista miljonen år, förorsakades troligen av periodiska variationer av jordens bana kring solen och av jordaxelns lutning. Vi vet däremot föga om i vilken utsträckning atmosfärens sammansättning kan ha varierat och därigenom bidragit till dessa klimatförändringar. Vi kan dock notera att forskare i Schweiz och Frankrike (Berner et al, 1980), genom att bestämma sammansättningen av «gammal» luft i Antarktis is, nyligen har kunnat påvisa betydande variationer i luftens CO_2 halt under de sista 20.000 åren.

Intresset för hur förändringar av atmosfärens sammansättning eventuellt kan påverka jordens klimat är emellertid i första hand betingat av att det moderna industrisamhället släpper ut stora mängder föroreningar i luften. Särskilt har utsläppen av koldioxid genom förbränning av kol, olja och gas kommit i blickfånget. Vi skall analysera dessa problem närmare, men vill understryka att inga mätningar finns som kan anses bevisa att klimatet ännu förändrats på grund av mänsklig verksamhet annat än lokalt, exempelvis som en följd av växande städer och genom sjö- och flodregleringar.

JORDENS VÄRMEBALANS

Omkring 30% av den solstrålning som når jorden reflekteras åter mot rymden, medan resten absorberas i atmosfären och av hav och land. En lika stor energimängd lämnar jorden i form av värmestrålning för att värmebalans skall råda. En kropp utan atmosfär skulle i strålningsjämvikt ha en temperatur på 255°K. Medeltemperaturen vid jordens yta är i verkligheten 288°K, dvs 33° högre. Detta förhållande beror på förekomsten av vattenånga, koldioxid och ozon i jordens atmosfär. Dessa gaser absorberar den utgående värmestrålningen betydligt effektivare än den inkommande solstrålningen. Medan solstrålningen till större delen når ända ner mot jordytan och absorberas där (utom när moln hindrar), utgår värmestrålningen mot rymden inom stora delar av spektrum från relativt hög höjd i atmosfären, där temperaturen är betydligt lägre än vid jordytan. Det är alltså endast på grund av lufthavets sammansättning som klimatet på jorden blivit lämpligt för liv i alle dess nu existerande former.

Av de ca 240 Wm^{-2} solstrålning som blir värme på jorden förvandlas endast 1 à 2%, dvs 3 à 4 Wm^{-2}, till mekanisk energi i form av vindar. Än



Figur 1.
Klimatvariationer i gången tid återgivna på tre olika tidsskalor. a) Norra halvklotets medeltemperatur 1860-1970, baserad på en omsorgsfull analys av existerande mätningar. b) Temperaturvariationer under de senaste 1000 åran bestämda på basis av historiska dokument från i första hand Europa. c) Temperaturförändringar på Grönland sedan slutet av den senaste istiden bestämda med hjälp av variationer av isotoper ^{18}O i vatten. d) Globala temperaturvariationer sedan den senaste interglacialperioden för ca 125.000 år sedan, baserat på analys av pollenlämningar och variationer av havsytan (National Academy of Sciences, 1975).

* Meteorologiska institusjonen, Stockholms Universitet.

mindre, ca 0.004 Wm^{-2}, blir till potentiell energi hos det vatten som faller över land och som samlas i floderna. Växtvärldens fotosyntes förvandlar ca 0.2 Wm^{-2} till kemisk energi i form av organiska ämnen. Mindre än en promille av solstrålningen går in i livsprocesserna på jorden. Under gynnsamma förhållanden kan fotosyntesen utnyttja upp till 5 Wm^{-2} men land täcker endast 30 % av jordytan och härav är mindre än hälften lämplig för växtlighet. I jämförelse härmed är vår energianvändning i världen idag (om vi också fördelar den jämnt över jorden) 0.016 Wm^{-2}, men den är inom industrialiserade och tättbefolkade områden på jorden mer än 100 Wm^{-2}.

Beräkning av strålningsflöden genom en molnfri atmosfär är tidsödande på grund av de absorberande och emitterande gasernas komplexa bandstruktur, men innebär inte längre några principiella problem. Vi kan därför också relativt väl beräkna hur det vertikala strålningsflödet inom lufthavet förändras med atmosfärens sammansättning under antagande att flödena från och mot rymden förblir oförändrade för att värmebalansen skall bibehållas. Om mängden CO_2 i luften ökar från ett troligt förindustriellt värde på ca 290 ppm (= miljondelar) till 580 ppm ökar det interna flädet av långvågig strålning med 4 ± 1 Wm^{-2}. Det är svårare att bestämma den resulterande temperaturförändringen eftersom vi då också måste ta hänsyn till sekundära effekter, s k «feed-back mechanisms». Den viktigaste av dessa beror på att vattnets kretslopp på jorden intensifieras om temperaturen ökar. Därvid ökar också mängden vattenånga i luften vilket i sin tur påverkar strålningsflödena. Temperaturförhållandena på jorden bestämmer vidare utbredningen av snö och is, som uppenbarligen i sin tur är av betydelse för hur mycket av den inkommande solstrålningen som reflekteras åter mot rymden utan att omvandlas i värme. Det är inte uteslutet att molnmängd och molnfördelning ochså förändras om temperaturen på jorden ökar och jordens värmebalans är känslig för sådana förändringar.

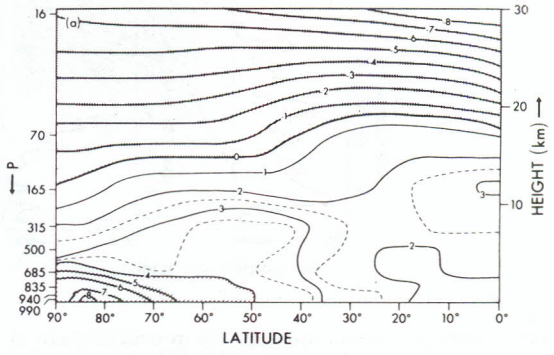
Om vi först bortser från möjliga återkopplingsmekanismer kan vi beräkna att en fördubbling av CO_2 halten i luften ger en temperaturökning på 1°C. Om vi antar att istället mängden vattenånga ökar så att den relativa istället för den absoluta fuktigheten förblir konstant blir den beräknade temperaturökningen dubbelt så stor. Det är svårare att ta hänsyn till möjliga återkopplingar när det gäller snö- og isutbredning och eventuella förändringar av molnförhållandena. Härför behöver vi tredimensionella klimatmodeller.

KLIMATMODELLER

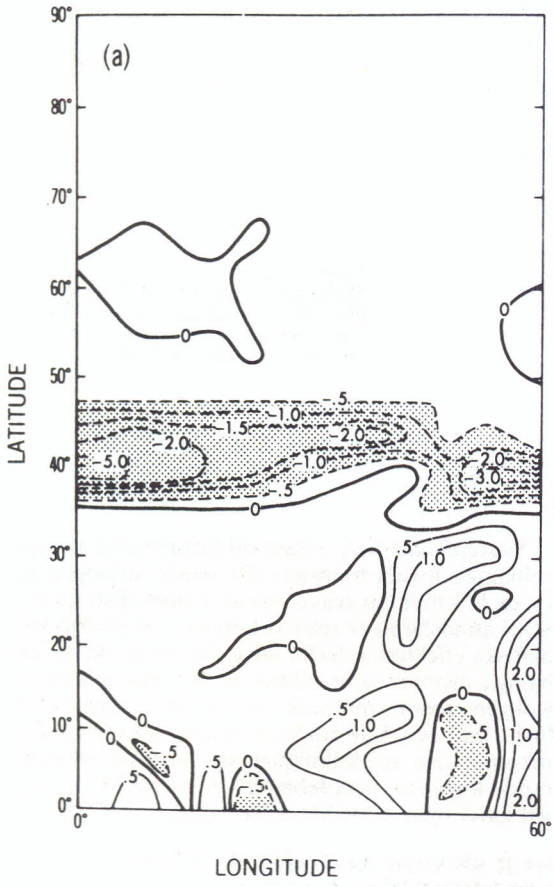
Det är uppenbart att jordens klimat och i synnerhet dess fördelning över jorden bestäms at ett mycket komplicerat samspel mellan luften, havet, land, is och snö. Det är svårt att lita på beräkningar som inte ganska väl kan beskriva de processer som är väsentliga i detta sammanhang. Eftersom data saknas för att testa sådana modeller mot gångna tiders klimatförändringar är det vidare viktigt att söka verifiera riktigheten av varje klimatmodell genom att studera hur väl den beskriver atmosfärens och havens nuvärande allmänna cirkulation. Det kan vi endast göra om modellen beskriver verkligheten någorlunda i detalj. Särskilt viktigt är att studera hur väl förändringar från sommar till vinter kan beräknas med utgångspunkt i hur solstrålningen fördelar sig över jorden som funktion av året och den fördelning av land och hav vi har.

Den mest avancerade klimatmodellen har utvecklats av en forskargrupp vid Princetonuniversitetet under S. Manabes ledning (Manabe and Stauffer, 1980). Atmosfärens tillstånd beskrivs vid varje tidpunkt med ett koordinatsystem som har nio nivåer och en horisontell upplösning motsvarande 5° longitud och latitud. Endast ett 100 m tjockt ytskikt av havet finns med i beräkningarna medan markens skrovlighet, värmekapacitet, värmeledningsförmåga och vattenhållande kapacitet, beaktas. Vatten kan avdunsta från landområden där vatteninnehållet i marken är nära mättnat och givetvis från hav. Moln kan bildas och nederbörd utlösas men ännu med hjälp av modeller som på ett mycket förenklat sätt beskriver de viktigaste processerna. Om temperaturen vid jordytan är under fryspunkten bildas vid nederbörd ett snötäcke, vars varaktighet bestäms av den följande tidens väder. Regn- och smältvatten tillförs markskiktet så långt dess kapacitet tillåter varefter avrinning sker. Is bildas till havs vid temperaturer under fryspunkten när vindförhållandena så tillåter. Isens tjocklek bestäms av såväl vind och åtföljande packisbildning som dess värmeledningsförmåga.

Beräkningar med en modell av detta slag sker från ett godtyckligt begynnelsetillstånd stegvis med intervall om 10 à 15 minuter och med solstrål-



Figur 2.
Beräknade temperaturförändringar i atmosfären som funktion av latitud och höjd över jordytan förorsakade av en ökning av luftens koldioxidhalt från 300 till 600 ppm (Manabe and Stauffer, 1980).



Figur 3.
Förändringen av mängden markvatten som ett resultat av beräknade klimatförändringar som resultat av en ökning av luftens koldioxidhalt från 300 till 500 ppm (Manabe and Stauffer, 1980).

ningen given som funktion av plats på jorden, tid på dygnet och året. För att nå statistiskt stationära förhållanden och för att kunna bestämma variabiliteten av det klimat som modellen genererar krävs beräkningar över tidsrymder på 10 år eller längre. Endast dagens mest kraftfulla datorer är tillräckliga för sådane beräkningar och de som gjorts är ännu inte talrika. Ändå finns en rad resultat som, om än inte slutgiltiga, tillåter vissa allmänna slutsatser.

- En fördubbling av CO_2 halten ger en ökning av jordens medeltemperatur på mellan 1º5 och 4º5.
- Temperaturökningen är 2 à 3 gånger större i polära trakter än i ekvatoriella områden (figur 2).
- Stratosfärens temperatur sjunker när CO_2 halten ökar (figur 2).
- Västvindsbältena på mellanbreddgraderna förflyttas närmare polområdena när temperaturen stiger och områdena med snö och is minskar, främst på norra halvklotet.
- De subtropiska torrområdena (20°-30° latitud) förskjuts något mot polerna (figur 3).

Osäkerheten i dessa beräkningar beror framför allt på om molnbildning och molnupplösning är tillräckligt väl beskrivna, och vidare på att den roll som djupare delar av havet spelar som buffert inte beaktats. Redan någon procents fel i den beräknade molnmängden kan ge en grads fel i beräknad temperaturförändring. Även om olika beräkningar i stort sett är konistenta krävs fortsatta kontoller i detta avseende. Enkla överslagsberäkningar visar att havet kan fördröja de beräknade globala temperaturförändringarna med ett eller ett par decennier. Detta innebär i sin tur att vår möjlighet att tidigt upptäcka eventuella klimatförändringar försämras. Det kommer därför att bli svårare att påvisa en klimatförändring, sotill, är på gång eftersom den måste kunna urskiljas frå naturligen förekommande variationer.

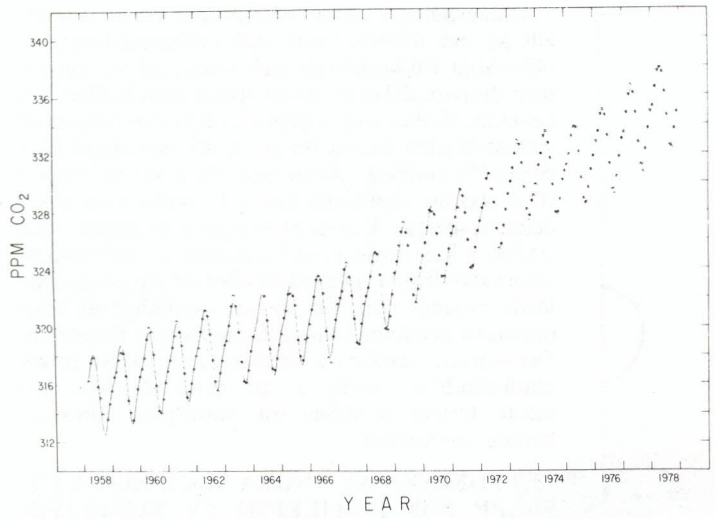
BETYDELSEN AV ANDRA MÄNSKLIGA UTSLÄPP FÖR INITIERING AV KLIMATFÖRÄNDRINGEN

Inte endas en förändring av koldioxidmängden i luften kan förorsaka förändringar av jordens strålningbalans. Detaljerade beräkningar med tredimensionella klimatmodeller har bara utförts för koldioxid, men genom jämförelser av olika gasers strålningsegenskaper är det i alla fall möjligt att bestämma deras relativa betydelse. Tabell 1 sammanfattar resultaten av beräkningar för ett flertal gaser vilkas koncentration i atmosfären kan förändras på grund av människans aktiviteter. Beräkningarna är gjorda under antagande att lufthavets relativa fuktighet inte förändras och på nivåer under 12 à 15 km, att molnens översida höjs när temperaturen ökar så att dess temperatur förblir oförändrad. Följande kommentarer kan vara av intresse.

Vattenånga tillförs stratosfären genom trafikflyget. Dessa mängder är dock små och några systematiska förändringar har inte kunnat observeras och är inte heller troliga.

Dikväveoxid, N_2O, bildas vid bakteriell nedbrytning av organiska ämnen i marken (denitrifiering). Den approximativt konstanta koncentrationen av N_2O i luften, 0.28 ppm, är ett uttryck för en balans mellan en emission från marken och sönderdelning på grund av ultraviolett strålning på höjder över 25 km. I marken finns i sin tur en balans mellan N_2O (och N_2) emission till lufthavet å ena sidan och bildning av kvävehaltiga näringsämnen ur luftens kväve (kvävefixering) genom symbios mellan svampar och vissa växtrötter. Det är möjligt att N_2O emissionen kan komma att øka i framtiden på grund av den nedbrytning av den ökande mängden kväveföreningar som tillförs marken genom konstgödning. Den senare beräknas nu vara ca 50 % av den naturliga kvävefixeringen.

Metan, CH_4, bildas vid anaerob nedbrytning av organiska ämnen i marken. Den ökande användningen av naturgas kan på grund av läckage också bidra, men troligen i försvinnande mängd. Metan



Figur 4.
Mätningar av koldioxidens variation utförda på hög höjd över havet på Maona Loa, Hawaii, under tiden 1957-1978 (Bacastow and Keeling, 1981).

sönderdelas av radikalen OH^-, som bildas i luften genom UV-strålningens sönderdelning av vattenånga. Några nämnvärda förändringar av luftens CH_4 koncentration under överskådlig tid är inte troliga.

Klor-fluor-metan, CFCl$_3$, CF_2Cl_2, «freoner», tillförs atmosfären endast genom mänsklig aktivitet. Redan små mängder har troligen en icke försumbar effekt på jordens värmebalans. Klor-fluor-metan sönderdelas av UV-strålning i stratosfären men transporten upp till stratosfären är långsam och vid varje tidpunkt innehåller atmosfären en mängd som är ungefär lika med de senaste decenniernas utsläpp. Ett ohämmat användande av freoner bör därför förhindras såväl på grund av eventuella klimatiska effekter som en trolig påverkan av ozonskiktet.

Svaveldioxid, SO$_2$, bildas vid förbränning av svavelhaltiga fossila bränslen. De totala utsläppen är f n ca 100 milj ton svavel per år. Uppehållstiden för SO_2 i atmosfären är relativt kort och de direkta klimatiska effekterna därför små. En del av de sulfathaltiga droppar som bildas av SO_2 gasen släpper troligen igenom molnene till den övre troposfären (6-12 km) och kan möjligen genom att sprida den inkommande solstrålningen öka jordens reflekterande förmåga. Betydelsen av denna effekt är inte väl känd men sannolikt ännu relativt obetydelig.

HUR SNABBT KOMMER LUFTENS KOLDIOXIDHALT ATT ØKA?

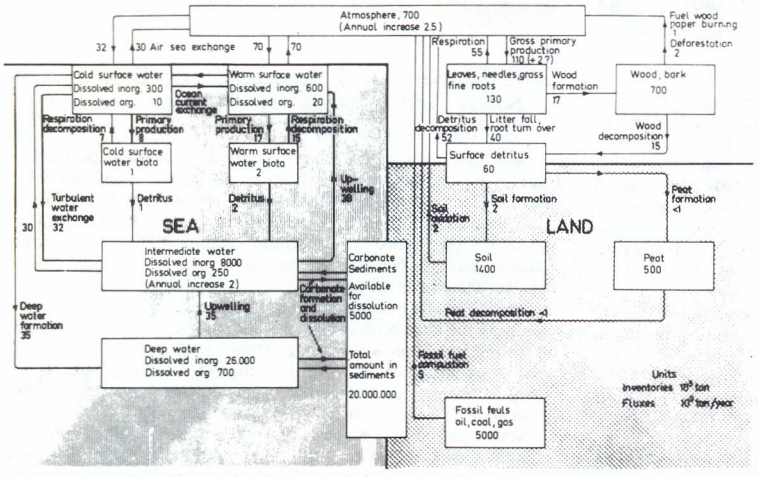
Noggranna mätningar av luftens CO_2 halt finns sedan 1957 (se figur 4). Koncentrationen har under denna tid ökat från 315 ppm till 338 ppm, vilket

Gas	Koncentration i luften	Ökning av koncentrationen	Förändringar på jordens medeltemperatur °C a	b
CO_2	320 ppm	100 %	2.0	3.2
H_2O (stratosfär)	3 µg/g	100 %	0.6	1.0
N_2O	0.28 ppm	100 %	0.4	0.7
CH_4	1.6 ppm	100 %	0.2	0.3
$CFCl_3 + CF_2Cl_2$ (freoner)	0.2 ppb	faktor 20	0.4	0.5
SO_2	2 ppb	100 %	0.02	0.03

ppm = parts per million, 10^{-6}
ppb = parts per billion, 10^{-9}

Proceedings of the World Climate Conference, Geneva, 1979; sid 174.

Tabell 1.
Beräknad ökning av jordens medeltemperatur som ett resultat av förändringar i atmosfärens sammansättning, baserat på 1-dimensionella modeller och under antagande av a) oförändrad höjd av molnens översida, b) oförändrad temperatur vid molnens översida.



Figur 5.
En schematisk bild av kolcykeln. De olika reservoaternas kolinnehåll är angivet i 10^9 ton og flödet dem emellan 10^9 ton/år. På grund av såväl förbränning som ändrad markanvändning råder icke stationära föhållanden. En ungefärlig uppfattning om anpassningstiden för en reservoar till ett nytt jämviktsläge som ett resultat av ändrade flöden till och från angränsande reservoarer ges av kvoten mellan reservoarens kolinnehåll och summan av alla flöden till eller från den (se vidare Bolin et al, 1979).

motsvarar en ökning på luftens kolinnehåll med 48 x 10^9 ton. Denna mängd skall jämföras med de totala utsläppen som med hjälp av FNs statistik kan beräknas till 90 x 10^9ton. Människan påverkar med all sannolikhet kolets kretslopp också på andra sätt. En stor del av den mark som brukas för livsmedelsproduktion var tidligare täckt av skog. När åkerarealen ökade, särskilt under 1800-talet och förra delen av 1900-talet, förbrändes stora mängder ved. När jorden plöjs, ökas vidare den takt varmed markens innehåll av organiska ämnen förmultnar, vilket likaså måste ha inneburit ett nettotillskott av koldioxid till atmosfären under det senaste århundradet. Moore et al (1981) har beräknat att dessa emissioner sammanlagt kan ha varit lika stora som de som förorsakats av förbränning av fossila bränslen. Vi kan inte bestämma detta tillskott väl, eftersom tillräckligt pålitliga mätningar nästen helt saknas från förra århundradet. Den bästa möjligheten ges genom ett mer ingående studium av kolets kretslopp i naturen (figur 5). Vi vet emellertid ändå inte mer precist var den del av utsläppen som inte finns kvar i atmosfären tagit vägen. Havet har med all sannolikhet tagit upp en del, men dess omblandning är så pass långsam att det inte är troligt att allt kan ha försvunnit dit. Den ökande mängden CO_2 i luften kan medföra ökad fotosyntes om näringstillgången är tillräcklig. Vidare kan en del träkol och sot ha bildats när skog bränts ner. Rent kol angrips endast mycket långsamt av bakterier och på så sätt kan en del kol fa försvunnit ur kretsloppet för lång tid. Vid prognos av framtida CO_2 mängder i luften är det också viktigt att ta hänsyn till at havens förmåga att uppta CO_2 minskar när halten i luften ökar, eftersom den kemiska jämvikten i havet förskjuts.

Försök at beräkna framtida CO_2 halter i luften (WCP, 1981) ger följande resultat. De prognoser av världens framtida energianvändning, som f n anses som mest trovärdiga innebär en ökning av användningen av fossila bränslen från 5.2 x 10^9 ton (kol; C) 1980 till 13 ä 14 x 10^9 ton år 2025. Detta innebär en årlig ökning om drygt 2 % att jämföras med över 4 % fram till 1973. Som grund för denna uppskattning ligger ett antagande att världens industrialiserade länder kommer att öka sin använding av fossila bränslen med kanske endast någon procent årligen, medan de oljeproducerande länderna och vissa u-länder beräknas fortsätta en snabbare expansion. Den mest sannolika CO_2-halten i atmosfären kan på basis härav beräknas till 390 ± 15 ppm år 2000 och 460 ± 40 ppm år 2025. En fortsatt reduktion av skogsarealen i världen om än i långsammare takt har också antagits i denna beräkning. På längre sikt blir den avgörande frågan givetvis hur energianvändningen i världen kommer att utvecklas, vilket vi endast kan spekulera kring. Om de totala beräknade resurserna av fossila bränslen i jorden, minst ca 5000 x 10^9 ton, kommer till användning inom loppet några hundra år kan luftens CO_2 halt komma att öka med en faktor 3 till 6.

Den beräknade ökningstakten av luftens CO_2 halt som har angivits är långsammare än vad som tidligare förmodats. Det är möjligt att jordens klimat påverkats något av den ökning som redan inträffat men dessa förändringar är säkerligen små jämfört med de som ägt rum naturligen under 1900-talet. Det är inte troligt att vi kommer att kunna klart påvisa ett samband mellan en fortsatt ökande mängd CO_2 i luften och eventuella framtida klimatförändringar förrän in på nästa sekel. Varje sådan slutsats kommer givetvis och med all rätt at utsättas för mycket kritisk granskning. Mycket stora värden står ju på spel. Mycket goda skäl måste ju finnas för att tro att politiker och industrifolk skall agera. Å andra sidan kan oundvikliga och betydelsefulla klimatförändringar vara på gång, när vi kan tänkas tillräckligt säkert ha fastställt att det är koldioxidutsläppen som är orsaken till då pågående förändringar. Detta motiverar ökade forsk-

ningsinsatser. Personligen anser jag att denna fråga väl kan bli nästa sekels viktigaste miljöfråga.

REFERENSER

Bacastow, R. and Keeling, C.D. (1981). Atmospheric carbon dioxide concentration and the observed air born fraction. In Carbon Cycle Modelling (Ed. B. Bolin), 103-112. John Wiley & Sons, Chichester.

Berner, W., Oeschger, H. and Stauffer, B. (1980). Information on the CO_2 cycle from ice core studies. Radiocarbon, 22, 227-235.

Bolin, B. et al (1979). The global biogeochemical carbon cycle. In the global Carbon Cycle (Ed. B. Bolin et al), 1-53. John Wiley & Sons, Chichester.

Manabe, S. and Stauffer, R. J. (1980). Sensitivity of a global climate model to an increase of CO_2 concentration in the atmosphere. J. Geophys. Res., 85, 5529-5554.

Moore, B. et al (1981). A simple model for analysis of the role of terrestrial ecosystems in the global carbon budget. In Carbon Cycle Modelling (Ed. B. Bolin), 365-385. John Wiley & Sons, Chichester.

National Academy of Sciences (1975). Understanding Climatic Change. Washington, D.C.

WCP (1981). On the assessment of the role of CO_2 on climate variations and their impact. World Climate Programme, Geneva.

Fortsatt fra side 76.

slike effekter, og at de er «forced to conclude that fractional charges with magnitude $\frac{1}{3}e$ must exist».

Det sier seg selv at et resultat av en slik rekkevidde som dette trenger etterprøving av andre uavhengige forskningsgrupper. Det virker som om det ikke er noen annen gruppe hittil som har vært i stand til å reprodusere samme prositive resultat. M. Marinelli og G. Morpurgo ved universitetet i Genoa gjennomførte et lignende levitasjonseksperiment med stålkuler, uten å finne noen fraksjonsladning (Phys. Lett **94B** (1980) 427). Deres eksperiment byr imidlertid på ekstra problemer fordi elektrisk og magnetisk felt ikke lenger er parallelle. De påsto, først å ha målt en ny magneto-elektrisk effekt, en påstand som ble imøtegått av M. Buckingham og C. Herring (Phys. Lett. **98B** (1981) 461, 465).

I det hele virker den store nøyaktigheten i Stanfordeksperimentet tillitvekkende, og det synes derfor som om flere og flere fysikere heller i retning av å akseptere $\frac{1}{3}e$-målingene som reelle. Hva dette vil måtte bety for «fengslingsprinsippet» i kvantekromodynamikk (observasjon av frie kvarker er en umulighet) er foreløpig uklart. Det er neppe frie kvarker man har å gjøre med her. Vi kan henvise til de gruppeteoretiske spekulasjonene av Slansky et al over emnet (Phys. Rev. Lett 47 (1981) 887).

I.B.

Bøker

S.W. Lovesey and T. Springer (eds): «Dynamics of Solids and Liquids by Neutron scattering» Springer Verlag 1977

Spredning av langsomme neutroner er et enestående hjelpemiddel for å undersøke de fundamentale fysiske egenskapene til den kondenserte materie (faste stoffer og væsker). For å forstå disse kreves et nøyaktig kjennskap til materiens oppbygging (struktur) og hvordan strukturen endres når ytre forhold (temperatur, trykk, elektriske og mangetiske felter osv.) forandres. Resultatene av slik grunnforskning har anvendelser og danner basis for elektronikk, metallurgi og materiallære. Neutronspredning ble tatt i bruk for 35 år siden og har siden vært det viktigste redskap i den rivende og stadig akselererende utvikling i innsikt og bruk av faststoffkomponenter i teknologien. Her i Norge kom vi med fra starten og det norske neutronlaboratorium på IFE har bidratt med slik forskning i 30 år.

Neutronspredning er også blitt et nødvendig supplement til andre fysikalske metoder som i større grad måler makroskopiske egenskaper. På den annen side vil de makroskopiske målinger ofte danne grunnlag og utgangspunkt for videre målinger med neutroner, målinger som ikke kan utføres på noen annen måte. Hydrogenatomenes plass i strukturer eller deres svingninger i stoffet er typiske eksempler. Magnetiske strukturer og deres eksitasjoner er et annet eksempel. Vi kan også nevne at grunnleggende fenomener ved konveksjon (hydrodynamikk) med fordel kan studeres med neutronspredning.

De kraftige høyfluksreaktorene i USA (Brookhaven, Oak Ridge) og Frankrike (Grenoble) har de siste 10 årene gitt støtet til utvikling av nye metoder og instrumenter som særlig har ført til framgang innenfor området uelastisk neutronspredning. Utviklingen går raskt og det er behov for bøker som sammenfatter og forklarer de nye metodene og de resultater de har brakt. Boka ovenfor gjør opp status slik den fortonet seg rundt 1975. De 7 kapitlene i boka er skrevet av de fremste internasjonale kapasiteter i feltet. Etter en generell teoretisk innføring av S.W. Lovesey følger et kapittel om fononspredning og gitterdynamikk i kompliserte kjemiske stoffer slik som rutiler og kvasi todimensjonale systemer. Strukturelle faseoverganger og «soft modes» behandles i neste kapittel.

I det fjerde kapittel får vi så en oversikt over dynamikken i molekylærkrystaller og polymerer. Dette er et område av stor interesse for fysikalsk kjemi.

Forståelsen av diffusjon av hydrogen i metaller har stor betydning for arbeidet med å finne egnede hydrogenlagringslegeringer innen energiforskning. Det femte kapittel gir oss en oversikt i dette forskningsfeltet. Forfatteren tar særlig for seg såkalte «tunneling transitions» der de nye spektrometrene med høy oppløsning er viktige redskaper. De siste kapitler behandler kollektive bevegelser i klassiske væsker og gir en oversikt over undersøkelser av eksitasjoner i lav-dimensjonale magnetiske systemer.

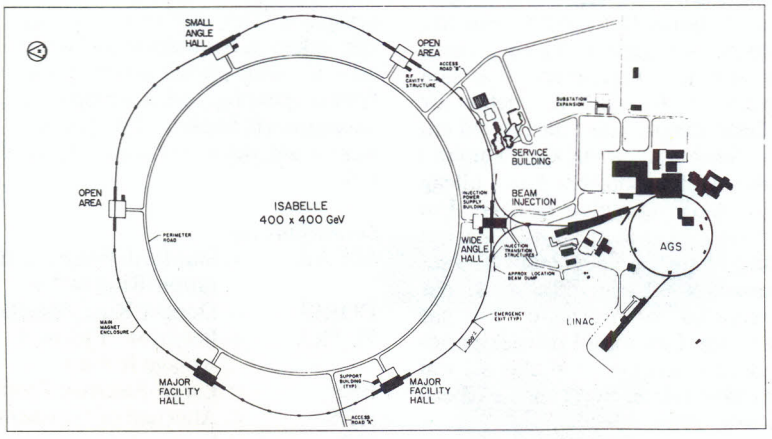
Begrensede ressurser har gjort at bruken av neutronspredning i vårt land ikke har fått en slik bredde som mulighetene i denne boken gir inntrykk av. Vår mer beskjedne innsats har likevel gitt bra resultater og har vært vår inngangsbillett til utveksling av informasjon og forskere mellom miljøet i Norge og utlandet. Ved en mindre reaktor kommer resultatene litt langsommere og en får tid til å tenke mellom målepunktene. Vekselvirkningen mellom de små og store miljøer har derfor vært vesentlig for utviklingen av flere av de nye målemetodene ved høyfluksreaktorene. Landet har nå sin besøkelsestid. Nedlegges forskningsreaktoren på IFE gir vi avkall på et aktivt miljø med god internasjonal anseelse og med viktige oppgaver innenfor materialforskning og undervisning i Norge.

Boka kan brukes som ett av mange argumenter for å forklare hvilke muligheter som ligger i neutronspredning og som en advarsel om hva landet går glipp av ved å legge ned denne forskningsaktiviteten. Boka kan med fordel leses av faststoff-fysikere og andre som vil ha innblikk i neutronmetodens resultater og muligheter. Bør finnes i alle fysiske bibliotek.

Olav Steinsvoll.

Referat av Kjell Johnsens prisforedrag

ved Olav Steinsvoll



Professor Kjell Johnsen takka først varmt for prisen han hadde fått. Han hadde no budd utanfor Noreg i 25 år og vori med i internasjonalt samarbeid om utvikling og bygging av akseleratorar heile denne tida. Det var hyggjeleg at heimemiljøet og sett pris på det ein gjer. Den einaste måten Europa kunne følgje med i høgenergi og partikkelfysikk var ved å samarbeide. Eit slikt arbeid har produsert mykje i stål og betong, men ikkje i papir. Sidan arbeidet har vori gjort som store gruppearbeid, er det i grunnen urettvist å plukke ut ein einskild. Johnsen tok difor imot prisen på vegne av ei stor gruppe på fleire hundre ingeniørar og forskarar som han hadde leia over lengre tid. Moderne fysikk krev store gruppearbeid både ved akseleratorbygging og ved gjennomføring av eksperiment, og slikt gruppearbeid er like rikt og gjevande som den individuelle arbeidsmåten før i tida. I prisforedraget ville han ikkje sjå attende, men framover. Han var no ved Brookhaven Laboratoriet i Sambandstatane og hjelpte til med bygginga av den store nye proton-proton akseleratoren og lagringsringen ISABELLE.

Målet er her å akselerera protonar til 400 GeV, lagra dei i ein bane og så la dei kollidera med andre 400 GeV protonar lagra i ein annen bane med motsett fart. I tyngepunktsystemet til dei to protonstrålane får ein difor ein kollisjonsenergi på 800 GeV. Hadde ein skote med 400 GeV protonar på eit fast mål, hadde ein berre fått 27,4 GeV som kollisjonsenergi. Isabelle går naturleg inn som ein lekk i eit stort internasjonalt framtidsprogram for akseleratorar, der ein vil høyra namn som SPEAR (7 GeV), DORIS (10 GeV), PETRA (40 GeV), LEP (100 GeV), TRISTAN i Japan og fleire. Proton-proton lagringsringen ISR ved CERN var ein stor suksess og med Isabelle vonar ein å kome endå vidare langs den same lina. Andre prosjekt er elektron-proton og proton-antiproton akseleratorar.

Ein har sett seg høge mål med Isabelle; ikkje berre vil ein ha høg energi, men og høg intensitet på protonstrålane. Den gamle akseleratoren GS (30 GeV) med 120 m radius skal nyttast som innskytar til Isabelle med 600 m radius. Banen vert difor 3,8 km lang, og det trengst omlag 300 pulsar frå AGS til å gje stor nok intensitet (8A). Når ein har fylt maskinen, set ein i gong akselereringa opp til 400 GeV for dei to proton ringstraumane. Dei buktar seg om kvarandre og møtest nær «head on» i 6 eksperimentalområde. Det ligg ein kinetisk energi på 40 M Joule i kvar stråle, så det er mykje energi som går tapt i den såkalla «extraction dump» når ringane skal tømast.

Langs banen styrer 1080 supraleidande magnetar strålane. Feltet i dipolane er omlag 50 kg. Ein har her gått til teknologiens grenser med omsyn til styrke og storleik på dei magnetiske felta. Kvar magnet er omlag 5 m lang og akselerasjonsrøyret har ein indre diameter på 8,8 cm. det krevst at feltet inne i røyret har ei grannsemd på 0,03 % for at strålane ikkje skal spora ut og slå inn mot vakuumrøyrveggene. Gjer dei det, kan ein få varmeutløysing nær dei nedkjølte supraleidande magnetane, som kvar lagrar omlag 1 M Joule energi i feltet.

Kolossale magnetiske krefter på nærmare tusen tonn verkar mellom dei to delane av magnetane, og dette kan få vindingane til å flytta på seg, noko som så fører til varmeutløysing og temperaturstigning. Etter at magnetane er vikla, vert dei «trente opp»

ved å sykla dei med stendig stigande felt og straum. Dette arbeidet tek tid, og ein hadde meint å klare seg med 10 treningsperiodar. Det viste seg likevel at ein trong opp til 20 treningsperiodar, men ein har no gjort store fremskritt og ein vonar å kunna korta tida ned. Tidsskalaen vert likevel lengre enn planlagt i byrjinga.

Styresmaktene i Washington er etterkvart blitt utolmodige, og ein har difor sett seg om etter enklare løysingar. Fermi Laboratoriet ved Chicago har utvikla ein magnettype som gjev 40 kg med berre halvparten så stor opning i magnetane. Ein heil magnetfabrikk sender ut 10 slike magnetar for veka. Ved å nytta desse magnetane i starten, vil ein rett nok få mindre intensitet, men ein kjem i allfall i gang til rett tid. Ein såkalla «booster» kan i tillegg byggast inn mellom AGS og sjølve Isabelle. Ein hurtigarbeidande komite skal avgje innstilling om dei nye planane tidleg i haust. Alle dei tekniske vanskane og presidentskiftet i Sambandsstatane har ført til finansielle vanskar for prosjektet. Ein har vorti nøydd til å seia opp folk midt i prosjektperioden, men må så ta dei inn att etter eit år eller så. Ein vonar likevel at ein skal kunne byrja med eksperimenta i slutten av året 1986.

I dei 6 eksperimentalområda (hallane)vil det bli lagt til rette for ulike typer eksperiment slik som småvinkelspreiing, spreiing til store vinklar, anlegg for store oppstillingar, osv.

Med dette utstyret vil ein studera korleis det totale hadron tverrsnittet varierar med energien, ein vil produsera hadronar og leptonar ved høgt transverselt moment, ein vil leita etter intermediære vektorbosonar og Higgs partiklar og halda fram med eksperimenta med kvarkar og gluonar. Ein vonar og at noko nytt og ukjent kanhende vil visa seg.

Bygginga vil nok lukkast berre ein får halda fram, men det er diverre krefter i sving for å stansa prosjektet. Det ville verta ein tragedie for høgenergifysikken dersom desse fekk viljen sin. Isabelle fyller ein viktig plass i framtidsplanane innan denne fysikkgreina og verkar komplemenært til dei andre akseleratorprosjekta. Dei tekniske vanskane vert nok løyste, det er verre å overtyda DOE i Washington.

Ordforklaring

SPEAR	=	Stanford Positron Electron Acceleration Ring ($e^+ e^-$)
DORIS	=	Doppel Ring Speicher ($e^+ e^-$
PETRA	=	Positron Elektron Tandem Ring Anlage ($e^+ e^-$)
LEP	=	Large Electron Positron ($e^+ e^-$)
AGS	=	Alternating Gradient Synchrotron
ISR	=	Intersecting Storage Rings
DOE	=	Department of Energy, USA

Læreplan i fysikk for den videregående skole
(Studieretning for allmenne fag)

RVO arbeider for tiden med nye læreplaner i fysikk. For at man bedre skal kunne vurdere de nye når de foreligger, finner vi det nødvendig å trykke de gamle.

Generell informasjon.

I fysikk er det to årskurs, hvert på 5 timer. Det bygger på naturfagkurset (1NA). I det følgende brukes betegnelsen 2FY og 3FY for de nevnte årskurs. 2 FY leses normalt i 2. år, men kan også leses av elever i 3. år hvis de ikke tok kurset i 2. år. 3FY leses i 3. år av elever som har tatt 2FY. Det er anledning til å lese både 2FY og 3FY på ett år. Fagplanen er lagt opp slik at de to årskurs til sammen gir mer helhetlig innføring i faget.

Det forutsettes at alle som velger fysikk, også leser 5-timers kurset i matematikk (2MN) i 2. år.

I denne fagplanen er det innarbeidd 2 alternative planer, fagplan A og B, der fagplan A bl.a. baserer seg på valgfrihet i stoffutvalget. Fagplan B tilsvarer stort sett den tidligere fagplan i realgymnaset.

Mål.

Gjennom arbeidet med faget i fysikk skal elevene:

- få en innføring i fysikkens begrepsapparat og tenkemåte, samt kunnskap om viktige modellforestillinger, lover og teorier,
- få en forståelse av - og delvis øvelse i - fysikkens metoder og teknikker, klargjøre at fysikk dreier seg om naturen og reelle fenomener, at den eneste «fasit» er naturen selv.
- få kjennskap til og øvelse i bruk av sentral måleapparatur,
- få øvelse i tolkning og framstilling av data og informasjon (tabeller, histogram, grafiske framstillinger o.l.),
- oppleve hvordan kunnskap i og forståelse av fysikk utgjør en viktig del av vår kultur, både fordi vitenskap og teknikk representerer mye av grunnlaget for vår levestandard, og på grunn av den betydning naturvitenskapen har hatt for den historiske utvikling og for filosofisk tenkning,
- styrke sin interesse for fysiske problemer og bli i stand til på egen hånd å identifisere et problem og finne svar gjennom selvstendige undersøkelser (eksperimenter, litteratur),
- legge det faglige grunnlag til rette for å arbeide videre med stoffet,
- i den grad det er mulig bygge opp et grunnlag for arbeid med andre fag.

Emneplan.

Målets konsekvenser for utvalget av fagstoff.

Det vitenskapelige produkt, samlingen av den erkjennelse naturvitenskapen har om de fysiske sammenhenger, er i rask utvikling og utvidelse. I en «encyklopedisk» gjennomgåelse vil en derfor aldri få anledning til å gå i dybden, og framstillingen må nødvendigvis bli preget av detaljrikdom og hardt tidspress. Det vil derfor være uoverkommelig å lage en fagplan bygd på slike prinsipper. Visse valg må foretas.

Selv om kunnskapene innen fysikken har økt sterkt i seinere tid, er det visse momenter som synes å være stabile. Noen begreper og teorier viser seg å være fruktbare til å beskrive store og omfattende deler av naturen. Naturvitenskapen består i stor grad av en søken etter begreper som kan beskrive naturens struktur (atomer og molekyler, elektroner, bølger m.fl.). Andre begreper er egnet til å beskrive forandringer og vekselvirkninger. Her er en gjerne interessert i størrelser som er konstante under forandringer (energi, bevegelsesmengde, ladning m.fl.).

Vurdering av hvilke begreper og prinsipper som er vesentlige, må ligge til grunn for emnevalget.

Likedan synes den naturvitenskapelige prosess og tenkemåte å være relativt uforandret trass i at interessefeltene for forskning har skiftet. Dette bør være en ledetråd for de arbeidsmåter som legges til grunn for faget også i skolen.

De oppsatte målene omfatter både kunnskaper, ferdigheter og holdninger. Når det gjelder valget av fagstoff, er det i første rekke kunnskapsmålene som vil ha betydning. De andre målene må imidlertid betraktes som like viktige og vil særlig få betydning for arbeidsmåtene og den ramme kunnskapsstoffet settes inn i.

Emneplanen er veiledende i den forstand at bare hovedpunktene i det faglige innhold er angitt. Lærebokforfatterne får derved stor frihet til å disponere stoffet, og en regner med at de mål som er beskrevet ovenfor, vil være en rettesnor.

Mens emneplanen for fagplan B kun inneholder stoff alle skal lese, skiller emneplanen for fagplan A mellom kjernestoff og tilvalgsstoff. Kjernestoffet er felles for alle elever som leser de videregående kursenhetene i fysikk. Tilvalgsstoffet skal gjøre det mulig for lærer og elever å arbeide med stoff som vekker spesiell interesse. Det normale vil antakelig bli at klassen etter veiledning fra faglærer velger et bestemt område som den vil konsentrere seg om. I mange tilfeller vil det være naturlig å velge stoff som læreren har særlige forutsetninger for å gi en interesseskapende undervisning i.

Dette bør likevel ikke hindre at enkelte elever får arbeide med stoff som de har sterk faglig interesse og forutsetning for. Disse elevene kan da få tid til å arbeide med sitt spesialstoff mens resten av klassen arbeider med tilvalgsstoffet under lærerens veiledning.

Skal kursene kunne føre elevene inn i fysikkens metoder og teknikker, forutsettes det at det blir anledning til å trenge dypere ned i enkelte deler av stoffet. Fordypningen kan bestå i en større oppgave av eksperimentell eller mer teoretisk art. *Større* betyr i denne forbindelse at elevene arbeider med et emne over en litt lengre periode (noen uker). I alle fall forutsettes det grundige forstudier, f.eks. ved lesing av kildelitteratur. Det forutsettes derfor et godt utbygd fagbibliotek. Tilvalgsstoffet i fagplan A er ikke bundet til slike opplegg, men kan godt omfatte emner som ikke har fått plass i kjernestoffet. Det må stå den enkelte klasse (lærer og elever) fritt å velge form og emner for tilvalgsstoffet.

For fagplan A bør en videre merke seg:

Da grunnlaget for faget legges i 2FY, må dette kurset være bygd opp fastere enn 3FY. Mesteparten av tilvalgsstoffet må derfor komme inn i 3FY. Tilvalgsstoffet i emnelista er bare rådgivende, annet stoff kan også velges. I 3FY bør en dog ta for seg emnet geometrisk optikk.

Dette forhindrer ikke at valget av tilvalgsstoff i prinsippet er helt fritt, så lenge det tjener til å realisere fagets målsetting. Dette gjelder både det faglige innholdet og den form det gis, f.eks. om en velger felles gjennomgåelse av lærestoff eller å la enkelte elever eller grupper av elever arbeide med større eller mindre praktiske eller teoretiske oppgaver. En av flere mulige løsninger vil være å velge inn tilvalgsstoff fra en rekke områder. En vil da få en emneliste svært nær opp til det som tidligere har vært vanlig.

Tilvalgsstoffet kan innarbeides i en lærebok, men det kan være like naturlig å bygge det opp ved hjelp av annen støttelitteratur. Eksisterende lærebøker dekker kjernestoffet og vil også i stor grad kunne benyttes til tilvalgsstoff.

I 2FY skal tilvalgsstoffet utgjøre omtrent 4 ukers arbeid. I 3FY skal tilvalgsstoffet utgjøre omtrent 7-8 ukers arbeid.

Arbeidsmåten.

Målets konsekvenser for arbeidet med faget.

Skal kursene virkelig gi en innføring i fysikkens metoder og tenkemåte, må faget ikke bare bli en formidling av en logisk konsistent tankekonstruksjon, men elevene må få anledning til å stille spørsmål, formulere problemer og selv arbeide med å finne svarene.

Vitenskapelig arbeidsmåte kan aldri tilegnes ved at en lærer *om* den. Den kan bare oppnås ved at den søkes praktisert. En viktig del av arbeidsmåten blir derfor at elevene får anledning til å gjøre feil og oppdage at de forfølger en ufruktbar tanke. Den vitenskapelige *prosess* blir derved sidestilt med vitenskapens *produkt*. Dette vil nødvendigvis også medføre at evnen til å identifisere og løse et problem må likestilles med kravet til konkret kunnskap.

Det er viktig at våre dagers fysiske modeller og forestillinger ikke presenteres som absolutte og ufo-

randerlige. Det kan i den forbindelse være riktig å ta for seg eksempler på den utvikling som modellforestillinger har gjennomgått i tidens løp.

På tilsvarende måte bør begrepsdannelsen innen faget kunne behandles. Språket er grunnlaget for kommunikasjon også i faglig sammenheng, og begrepene er blitt presisert og utdypet etter hvert som det er blitt nødvendig av hensyn til entydig og meningsfull kommunikasjon. Til en viss grad kan en si at historien til begrepene også er vitenskapens historie. En bør kunne eksemplifisere den historiske utvikling ved å velge begreper som i faglig sammenheng brukes presist og entydig, samtidig som de eksisterer i dagligtalen i en mer intuitiv form (f.eks. varme, kraft, arbeid, energi).

Det statistiske aspektet ved fysikken bør vektlegges, enten det dreier seg om måleusikkerhet eller selve fenomenenes statistiske karakter. Dette bør tas med der det naturlig passer inn, f.eks. i kinetisk gassteori eller radioaktivitet.

Betydningen av sanseinntrykk, persepsjon, bør behandles, enten det dreier seg om alminnelige erfaringer eller organiserte erfaringer, eksperimenter. Sansene våre representerer i siste instans forbindelsen over til den virkelighet fysikken beskriver. Det kan da være naturlig å behandle deres rekkevidde og begrensning som registreringsapparater. Dette kan danne en ramme om en mer filosofisk forståelse av hvorfor kvantemekanikk og relativitetsteori er så «ufattelig». Under behandlingen av disse delene av fysikken kan det også være interessant å påpeke hvordan vår «dagligdagse» fysikk blir grensetilfeller i en mer generell beskrivelse.

Disse synspunktene, som er vesentlige for å realisere holdningsmålene og de høyere kunnskapsmålene, må ikke løsrives og samles i egne kapitler. Skal målene realiseres, må dette inngå som en integrert del av framstillingen. Dette vil også kunne tjene den funksjon at de kan minske det unaturlige skille som ofte settes mellom en «naturvitenskapelig» og en «humanistisk» kultur.

Arbeidsformer.

Elevene vil for det meste få gjennomgått det obligatoriske stoffet på skolen. Det kan skje ved at læreren gjennomgår stoffet, ved at en elev får til oppgave å presentere nytt stoff for klassen eller ved gruppearbeid. På områder der selvinstruerende materiale finnes, kan det bidra til å gi variasjon i læreprosessen. Elevene må også regne med å arbeide med det teoretiske stoffet heime. Så vel lærer som elever må ta ansvaret for at det blir en rimelig progresjon i undervisningen. De bør sammen utarbeide en tempoplan.

Regelmessige skriftlige hjemmearbeider må supplere arbeidet med lærebok og hjelpelitteratur. Også på skolen må det utføres skriftlige arbeider.

Mye av undervisningstiden vil være lærerstyrt, men elevene må også få anledning til å prøve seg på egen hånd, enten ved individuelle studier eller i grupper. Øvinger er særlig godt egnet for gruppearbeid. Gruppene bør ikke være for store. 2-4 elever i hver kan være et passende antall.

Det kan være gunstig med varierte former for elevøvinger. Enkelte kan ta svært kort tid (10-15 min.), mens andre vil kunne strekke seg over flere timer. Sykliske øvinger kan også være aktuelt. Normalt skal øvingene inngå som et naturlig ledd i undervisningen.

Skriftlige skolearbeider bør ikke være en reproduksjon av læreboka. Elevene må få anledning til å prøve seg på selvstendige resonnementer, og de må ha lov til å slå opp i læreboka. Prøver på skolen kan på denne måten bli et pedagogisk hjelpemiddel i læreprosessen.

Undervisningsformer.

Undervisningen skal bygge på demonstrasjonsforsøk og øvinger i den utstrekning det er mulig. Elevene må lære at det er erfaringer vi må bygge på, og de må få en enkel presentasjon av fenomenene. Forsøkene kan gi det nødvendige grunnlag for å innføre et nytt begrep, eller de kan gi målinger som motiverer en fysisk lov, enten kvantitativt eller kvalitativt.

Noen forsøk lar seg ikke utføre med det utstyr skolen rår over. Slike forsøk kan illustreres ved filmslynger, film eller annet egnet AV-materiale. Filmslynger og lysbilder bør også til en viss grad kunne brukes ved elevøvinger. Elevene må selv betjene fremviseren og kunne lese av nødvendige data på skjermen eller lerretet.

Undervisningen må la elevene få et innblikk i utviklingshistorien for en teori. Læreren må i tilknytning til lærestoffet gjøre det klart hvordan hypotese, eksperiment, lov, teori og nye eksperimenter er uatskillelige elementer i den naturvitenskapelige arbeidsmetode.

Koordinering av fag.

Faget fysikk anvender matematikk i større grad enn de fleste andre naturvitenskaper. Framstilling av fysikk på den videregående skoles nivå må bygge på at elevene har kjennskap til enkel trigonometri, vektorregning og differensialregning.

Det er ønskelig at en elev som velger 2FY, har tilegnet seg en del matematiske kunnskaper og ferdigheter, enten før kurset tas eller så tidlig som mulig i skoleåret.

Elevene bør da kunne:

- skrive og regne med tall uttrykt ved potenser av 10 (f.eks. $6{,}4 \cdot 10^7$),
- utføre beregninger ved hjelp av logaritmetabell eller regnestav,
- løse førstegradslikninger med flere ukjente,
- løse annengradslikninger,
- forstå og bruke symbolene $<$, $>$, $\approx$, $\propto$ eller $\sim$ (proporsjonal med),
- anvende sin x, cos x og tan x for spisse vinkler,

- anvende enkel vektorregning: addisjon, subtraksjon,
- utføre dekomponering i ortogonale komponenter, skalarprodukt,
- overføre informasjon mellom grafisk, numerisk, algebraisk eller verbal form,
- ha et visst kjennskap til derivasjon med dens geometriske tolkning.

På et seinere tidspunkt, særlig for 3FY, er det ønskelig at elevene kan bruke de utvidete trigonometriske funksjoner og vanlige trigonometriske formler,

forstå og bruke symbolene Σ (summasjon), $=$ (identitet).

$\int$, $\int_a^b$, $\frac{d}{dx}$, $\frac{d^2}{dx^2}$ ∞, x (middelverdi),

- kjenne den geometriske betydning av det bestemte integral og kunne integrere enkle funksjoner,
- kjenne funksjonene e^x og ln x,
- bruke enkle funksjoner framstilt på parameterform.

Fysikken er et redskapsfag for andre naturvitenskaper. Til en viss grad er det tatt hensyn til dette ved at de mest sentrale emner fra termofysikken og elektrisitetslæren er lagt til 2FY. Det bør være mulig å velge tilvalgsstoff på en slik måte at det støtter opp under andre fag.

For biologisk interesserte elever/klasser kan det være aktuelt å ta for seg sansenes fysikk (særlig øyet og øret). Andre eksempler kan være kroppens temperaturregulering og varmeisolering hos dyr. Strålingsfysikk bør kunne knyttes til biologi. Fysikk vil også kunne gi god støtte til arbeid med økologiske problemer (f.eks. kjernekraftverk). Henvisninger til litteratur vil finnes i den metodiske veiledningen.

En fordypning i akustikk vil være naturlig for musikkinteresserte. Eksempler kan være: instrumentenes akustiske egenskaper, (klangfigurer, overtoner), absorpsjon av lyd, stående bølger og interferens, svevning. Elektronisk musikk og forsterkerteknikk kan også være aktuelle emner.

For elever som er interessert i idrett og kroppsøving, kan det være naturlig å ta for seg en rekke områder fra mekanikk.

Eksempler:

Arbeid, effekt, energiomsetning i forbindelse med forskjellige idrettsgreiner.

Akselerasjon, hastighet (skøyter, løp o.a.) Tyngdepunktsatsen (høydesprang, stavsprang, vektløfting). Energibetraktninger (stavsprang, skihopp). Skrått kast (lengde, høyde, alle kasteøvinger, ballspill). Friksjon (skøyter og ski). Sirkelbevegelse, treghetsmoment (diskos, slegge, kunstløp).

Den metodiske veiledning vil inneholde litteraturanvisninger og utdyping av ideer for de nevnte områdene.

Vurdering.

Elevene skal ha en standpunktkarakter ved avslutningen av 2FY og en standpunktkarakter ved avslutningen av 3FY.

Standpunktkarakteren skal gis på grunnlag av elevens samlede prestasjoner. Det skal legges vekt på så vel teoretisk innsikt som på aktivt arbeid og praktisk ferdighet i faget. Det skal også tas hensyn til arbeidsbøker over elevøvinger og rapporter fra praktiske eller teoretiske arbeider som eleven har utført.

Prøver skal være både skriftlige og muntlig og må legges opp etter de arbeidsformer som har vært brukt. Prøverformene skal best mulig fremme alle sider av fagets målsetting. De skal like mye ta sikte på å klargjøre hvilken oversikt og forståelse elevene har tilegnet seg, som på å kontrollere konkrete kunnskaper. Det må likeledes legges vekt på å prøve elevens evne til å arbeide med stoff, til å vurdere og trekke slutning av observasjoner og til å se sammenheng mellom fenomener. Prøver må så langt råd er gå inn som en naturlig del av undervisningen.

For eksamen gjelder de samme retningslinjer som ved prøver i året.

Til eksamen i 2FY kreves bare de emner som hører til dette kurset.

Til eksamen i 3FY kreves de emner som hører til fysikkdelen av Naturfag, og alle emner som fører til 2FY og 3FY.

Ved muntlig eksamen skal det legges fram arbeidsbok for de obligatoriske elevøvingene både i 2FY og 3FY, og det kan stilles spørsmål til øvingene.

Spesielt for fagplan A:

Ved skriftlig eksamen hentes oppgavene bare fra kjernestoffet.

Ved muntlig eksamen skal det eksamnieres både i kjernestoff og i valgstoff.

Rapporter fra praktiske eller teoretiske arbeider som en klasse/gruppe/eksaminand har utført, skal legges fram ved muntlig eksamen. Det skal stilles spørsmål, eller det kan kreves en muntlig utredning om det arbeidet som er utført.

Hjelpemidler

En nødvendig forutsetning for å realisere fagplanen er at forholdene legges vel til rette når det gjelder materiell. Det vil være mulig å benytte de lærebøker som ble utarbeidet etter tidligere fagplaner, da disse stort sett inneholder det som kreves i kjernestoffdelen. Eksisterende og eventuelle nye læreverk bør suppleres med lærerveiledninger som gir råd om hvorledes bøkene kan brukes for å fylle intensjonene i fagplanene. Denne veiledning vil bare være rådgivende og ikke bindende for faglærerene.

Rådet for videregående opplæring kan gi veiledende regler for bruk av undervisningsrom og utstyr.

forts. side 91.

Thomson-spredning og Eiscat-laboratoriet

K. Folkestad

1. Innledning

I 1958 forutsa W. E. Gordon ved Cornell-Universitetet i USA at Thomson-spredning fra frie elektroner i den øvre atmosfæren burde kunne oppfanges på jordoverflaten ved hjelp av moderne radarutstyr. Siden den gang har denne spredningsmetoden blitt den mest brukte av alle jordbaserte teknikker for eksperimentelle studier av ionosfæren.

Tidlig i 1960-åra tok interesserte teoretikere fatt på den krevende oppgaven å forklare de viktigste egenskapene ved spredningsfenomenet. I de senere åra har nesten alle de teoretiske utledningene som ble gjort i denne utviklingsfasen, blitt bekreftet eksperimentelt.

2. Noen grunnleggende forhold.

En forsvinnende del av energien til den utsendte radiobølgen blir spredd av de frie elektronene som finnes i ionosfæren. Frekvensen til bølgen er langt over den kritiske frekvensen til mediet, og radiobølgen blir derfor ikke reflektert, men passerer rett ut i verdensrommet. For typiske ionosfæreforhold og signalparametre er «måleområdet» ikke stort mer enn 1 mm^2.

Spredningen kan en tenke seg som delvis refleksjon fra tetthetsfluktusjoner forårsaket av de termiske bevegelser i plasmaet. Hvis radarens bølgelengde er stor sammenliknet med Debye-lengden, kan disse fluktuasjoner beskrives ved hjelp av et spektrum av ione-akustiske bølger og høyfrekvente plasmaoscillasjoner. Radaren virker som en Fourier-analysator og plukker ut de komponenter i spektret som oppfyller Bragg's spredningsbetingelse

$$\Lambda_\rho = \Lambda/(2 \sin(\theta/2))$$

Her er Λ radarens bølgelengde og θ vinkelen som signalet blir spredt under. En typisk frekvensfordeling av det tilbakesendte signal er vist i figur 1.

Spredningssentrene er i stadig bevegelse, og det tilbakespredte signal blir derfor Doppler-skiftet. Den dominerende del av frekvensspekteret, den såkalte «ionelinja», blir dannet av ioneakustiske bølger forbundet med den forstyrrende virkning ionene har på den statistiske fordeling av elektroner. Doppler-forskyvningen av skuldrene i spektret er proporsjonal med den termiske hastighet til ionene. De meget svakere «plasma-linjene» forårsakes av tetthetsbølger som forplanter seg i mediet med omtrent samme frekvens som plasmafrekvensen til mediet der spredningen finner sted. For et plasma i termisk likevekt er disse linjene vanligvis for svake til å bli oppfanget. De kan likevel bli kraftig styrket av fotoelektroner og ved høye breddegrader også ved sekundæreffekter fra energirike partikler som kommer inn fra verdensrommet. Plasmalinjene kan videre bli forsterket av ustabiliteter som opptrer når en modifiserer ionosfæren eksperimentelt. Strukturen av plasmalinjene er derfor et interessant forskningsfelt i moderne plasmafysikk.

Vi kan merke oss at ionosfæren alltid er i en dynamisk tilstand der de spredte signaler har en støylignende karakter. I tillegg inneholder de mottatte signalene støy som er fanget opp av antennene eller generert i andre deler av mottakersystemet. For å oppnå et brukbart signal-til-støy forhold er det nødvendig å integrere resultatene av gjentatte forsøk mmed utsending og mottaking av signaler.

På høyre side av figur 1 har vi framstilt autokorrelasjonsfunksjonen til de spredte signaler. Fra signalteorien vet vi at autokorrelasjonsfunksjonen og intensitetsspektret er knyttet sammen ved en Fourier-transformasjon. Vanligvis er autokorrelasjonsfunksjonen enklere å måle enn frekvensspektret.

3. Hva kan måles?

Nedenfor beskriver vi summarisk hvilke plasmaparametre som kan studeres ved observasjoner av Thomson-spredning i ionosfæren:

Temperaturen til ioner og elektroner

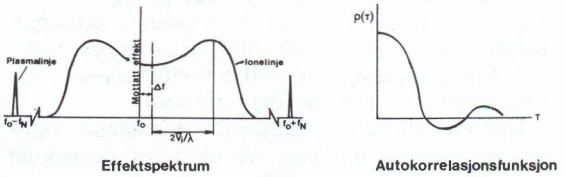
Temperaturen kan måles ved bredden og formen av ionelinja, ved kurvetilpasning eller ved en sammenlikning av de målte spektrene med et sett av teoretiske kurver.

Elektrontetthet

Tre metoder er i bruk for å måle tettheter:

a) Bestemmelse av den totale spredningseffekt, P_t ved integrasjon over hele spektret eller ved måling av «nullte lag» ($\tau = 0$) i autokorrelasjonsfunksjon. I en tilnærnet teori er det en enkel sammenheng mellom P_c og elektrontettheten, N_e.

b) Det geomagnetiske feltet vil vri polarisasjonsplanet til en lineært polarisert bølge ettersom den



Effektspektrum — Autokorrelasjonsfunksjon

Fig. 1.

beveger seg i det ioniserte mediet. Effekten kalles Faraday rotasjon og avhenger av elektrontettheten integrert langs strålebanen. Ved å måle vridningen for et sett av påfølgende høydeintervaller kan en avlede elektrontettheten.

c) En kan også finne elektrontetthetene ved å måle plasmalinjenes frekvens, som tilnærmet er lik de lokale plasmafrekvenser i de spredende områdene. Plasmafrekvensen er knyttet til elektrontettheten ved en enkel likning.

Ionevandringshastigheter

En samlet drift av ionene vil forskyve ionelinja som antydet i figur 1. Frekvensforskyvningen er proporsjonal med hastighetskomponenten i «speilretningen». For en fullstendig bestemmelse av hastighetsektoren må frekvensforskyvningen måles fra tre geografiske posisjoner.

Ionesammensetninger

Blandete ioneforhold vil modifisere spektrene i forhold til én-ione tilfellet. Vet å gjøre visse antakelser om temperaturforhold og ionesammensetning i den lavere atmosfæren kan en tilnærmet finne sammensetningen av ioner i de øvre ionosfærelag.

Kollisjonsfrekvenser

Når ioner kolliderer med nøytrale komponenter vil ionelinja også forandres. En sammenlikning av teoretiske og målte spektra kan gi verdifull informasjon.

4. Oversikt over Thomsonradaranlegg i verden.

For tida er det fem spredningsanlegg i drift; tre drives av amerikanske institusjoner, ett drives av Geofysisk Institutt i Peru, og det femte av Telekommunikasjonssentret i Frankrike.

USA's anlegg ligger i Arecibo i Puerto Rico, ved Millstone Hill utafor Boston og ved Chatanika i Alaska. Observatoriet i Arecibo har en stasjonær 300 m sfærisk reflektor mens de andre stasjonene har fullstendig bevegelige parabolske antenner. Anlegget i Peru ved Lima, nær den geomagnetiske ekvator, bruker en 290 m x 290 m dipolmatte som antenne. Det franske observatoriet har fire stasjoner, én CW-sender med en vertikal stråle og tre mottaker-anlegg. Det ene anlegget er utstyrt med et Krausteleskop - en kombinasjon av en parabolsk reflektor og et plant speil, de andre to anleggene med parabolske skåleantenner.

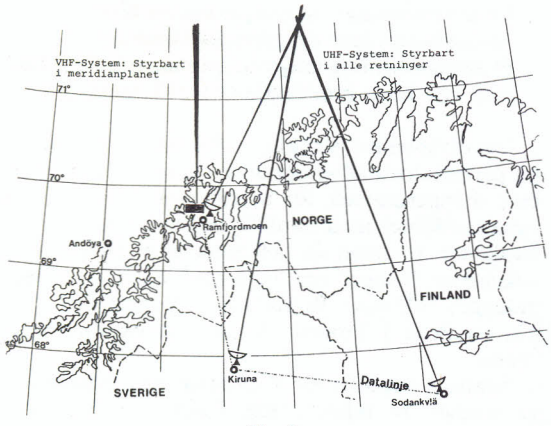


Fig. 2.

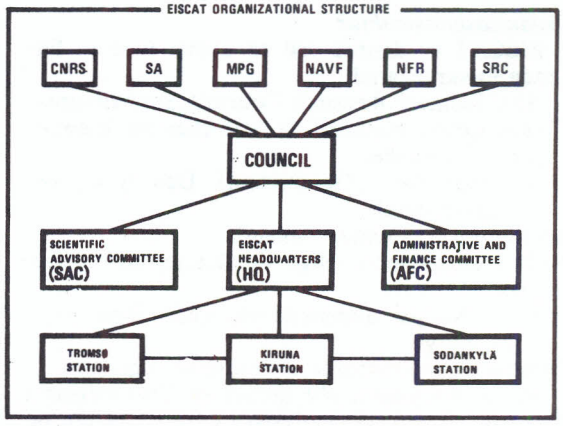


Fig. 3.

Stasjonen i Chatanika er den eneste som ligger i polarområdet. Ionosfæren ved høye breddegrader er særlig interessant fordi tilstanden her i mye større grad enn som er tilfelle på lave breddegrader blir styrt av magnetosfæriske prosesser. Det er derfor ikke uventet at forskerne hhar presset på for å nytte spredningsteknikken ved høye breddegrader. Mange interessante observasjoner er gjort ved Chatanika-anlegget. Dette observatoriet har likevel den ulempen at det bare kan bestemme én komponent av forskyvningsvektoren fordi det er et monostatisk instrument. Som antydet foran kan en fullstendig bestemmelse av denne hastighetsvektoren bare oppnås ved samtidig måling fra tre forskjellige posisjoner. Det nye anlegget i Nord-Skandinavia er nettopp bygd opp for å kunne utføre slike fullstendige hastighetsbestemmelser.

5. EISCAT - European Incoherent Scatter Association

EISCAT er navnet til en institusjon dannet av forskningsrådene i seks europeiske land med det formål å bygge et Thomson spredningsobservatorium for forskning i nordlyssonen i Nord-Skandinavia. Formelt er EISCAT en svensk stiftelse. Hovedkvarteret er i Kiruna. Utstyret består av to uavhengige radarsystem, en monostatisk VHF-radar og ett tristatisk UHF-radaranlegg. Hovedhensikten med UHF-systemet er måling av drifthastigheter i ionosfæren. Figur 2 viser et kart over de tre EISCAT-installasjonene. Utstyr for sending/mottaking for begge systemene finnes på Ramfjordmoen ved Tromsø. Mottakerstasjoner for UHF finnes dessuten i Kiruna og i Sodankylä i Finnland.

Organisasjonsstruktur

EISCAT er dannet ved en avtale mellom følgende forskningsråd:

SRC (Scinece Research Council), Storbritannia.
CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique), Frankrike.
MPG (Max-Planck-Gesellschaft), Den tyske forbundsrepublikk.
SA (Suomi Akatemia), Finland.
NFR (Naturvetenskaplige Forskningsrådet), Sverige.
NAVF (Norges almenvitenskapelige forskningsråd), Norge.

Organisasjonsstrukturen er framstilt i figur 3.

De tre stasjonene blir drevet av Universitetet i Tromsø, Sodankylä Geofysiske Observatorium og Kiruna Geofysisk Institutt. Driftsutgiftene dekkes av EISCAT over kontrakter mellom hovedorganisasjonen og de lokale institusjoner. De totale investeringer beløper seg til ca 120 mill. norske kroner og dekkes etter en fordelingsnøkkel som ser slik ut:

SRC 25%	SA 5%
CNRS 25%	NFR 10%
MPG 25%	NAVF 10%

Tekniske detaljer:

UHF-tristatisk radarsystem:
Frekvens 933.5 ± 2.5 MHz
Spisseffekt ca 2 MW
Gjennomsnittseffekt 250 KW
Repetisjonsfrekvens for pulsene 0 - 1000 s^{-1}
Pulslengder 10 μs - 10 ms
Antenner 32 m parabolske skålantenner
Strålebredde 0.6°

Den lange pulsen, på 10 ms, er planlagt brukt som en «kvasi CW-mode» for mottaking ved stasjonene i Sverige og Finland.

VHF-monostatisk radarsystem:
Frekvens 224 ± 1.5 MHz
Spisseffekt 5 MW
Gjennomsnittseffekt 600 kW
Repetisjonsfrekvens 0 - 1000 s^{-1}
Pulslengder 10 μs - 1 ms
Parabolsk sylinderantenne, 40 m x 120 m, som kan vippes langs den magnetiske lengdesirkel fra 30° syd til 60 ° nord for senit.
Strålebredde, vifteformet 1.7° x 0.6° (NS-ØV).

Senderne vil ha et rikt utvalg av pulsmodulasjonsformer. Dette er nødvendig om radaren skal kunne gi nødvendig høyde- og frekvensoppløsningen for de ulike delene av ionosfæren som radaren dekker. VHF-antennen består av fire like elementer som kan styres uavhengig av hverandre. Fødeutstyret er konstruert slik at antennen kan deles i to. I praksis kan derfor VHF-radaren drives som to uavhengige system. Vanligvis beveger VHF-antennen seg langs den magnetiske lengdesirkel.

Det er langt vekt på at mottakerne skal ha lavt støynivå. I UHF-radaren består det første mottakertrinnet av en helium-kjølt parametrisk forsterker montert i antennen. Støytemperaturen kommer her ned til 20 K. Skreddersydd korrelasjonsutstyr er blitt utviklet for simultan-måling av autokorrelasjoner for et stort antall ulike høyder.

Databehandlingsutstyret består av tre NORD-10 maskiner, én ved hver stasjon, bundet sammen med telefonlinjer. I tillegg deler EISCAT en fjerde NORD-10 med KGI. Denne maskinen er utstyrt med diverse periferutstyr og kan nyttes til å avlede vitenskapelige data etter at observasjonene er forbehandlet av stasjonsmaskinene.

En Cesium-klokke er installert ved hver stasjon for å sikre den nødvendige synkronisering. Drift av tidssystemet blir kontrollert ved at en sammenligner stabiliteten mot en «standard» av Loran C-signaler på 100 KHz. Målet er å holde tida med en nøyaktighet på 1 μs.

6. Vitenskapelig opplegg.

En kan skjelne mellom dem som vil bruke radarutstyret for å undersøke ionosfæren som et geofysisk medium og dem som hovedsaklig er interessert i å undersøke de plasmafysiske forhold i ionosfæren.

For de geofysisk interesserte er det viktig å fastslå sammenhengen i de daglige eller årlige forandringene i ionosfæren, samt de dynamiske forhold i de forstyrrede periodene som ofte opptrer i polar-ionosfæren. Et vanlig utgangspunkt for tallrike analyser på dette området er likningen for momentoverføring mellom ioner og nøytrale partikler. Ved store høyder kan det elektriske felt transverselt til det geomagnetiske felt $\vec{B}$ utledes fra likningen $\vec{E} + \vec{V} \times \vec{B} = 0$ der $\vec{V}$ er den målte driftvektoren.

Forskningsområder av stor interesse for geofysikerne er:

Elektriske strømprofiler og ledningsevne
Nøytrale vindsystemer
De elektriske felt i mangetosfæren og tilhørende sirkulasjonsmønstre
Elektrontettheter og temperaturprofiler
Atmosfærebølger og gravitasjonsbølger
Plasmastrømning langs de geomagnetiske feltlinjene ved høye breddegrader («polarvinden»):

Nordlysbuenes struktur, elektrisk feltfordeling og partikkelnedfall er spesielle emner av stor interesse. Eksperimenter for å undersøke nordlys kan også samkjøres med samtidige utskytninger av måleraketter. Et annet spesielt emne er en fellesundersøkelse av D-laget ved hjelp av EISCAT og PRE-anlegget («Partial Reflection Experiment») som Universitetet i Tromsø har i drift på Ramfjordmoen.

Sentrale områder for de plasmafysisk interesserte er studier av ikke-lineære fenomener, slik som bølge-bølge og partikkel-bølge vekselvirkninger.

Disse kan enten være forårsaket av naturlige effekter eller indusert ved menneskelige inngrep. Her vil «Heating»-observatoriet spille en viktig rolle. Dette installeres nå på Ramfjordmoen av Max-Planck-Instituttet i Lindau. Heating-utstyret vil være istand til å sende 1.5 MW på frekvenser fra 2 til 8 MHz kontinuerlig opp mot ionosfæren og derved utløse et stort antall nye fenomener, slik som:

Ustabiliteter som øker ionelinjens intensitet og eksiterer plasmalinjer
Store og små irregulariteter
Økning av bølgeabsorpsjonen
Modifikasjon av elektronetemperaturen i den høyere ionosfære
Dannelse av meget lavfrekvente bølger (VLF) og mikropulseringer.

7 Driftsforhold.

Målet er å holde utstyret i gang gjennomsnittlig 48 timer i uka. I følge nåværende planer vil 50% av obervasjonstida bi reservert for et fellesprogram der radaren vil bli drevet rutinemessig i en serie av fastlagte eksperimenter. Resten av tida vil bli brukt til spesielle forskningsprosjekter der hvert land er ansvarlig for opplegget. Innen «spesialprogrammet» vil hvert land få en tidskvote som er bestemt av deres bidrag til installasjonene.

8. Sluttord

EISCAT fortsetter en lang nordisk forskningstradisjon. Med det helt spesielle utstyret som er blitt bygd opp på Ramfjordmoen ved Tromsø, i Kiruna og i Sodankylä, vil Norden få en enestående mulighet til å utforske fysiske fenomener i den øvre atmosfære. Anlegget skal innvies den 26. august 1981.

Fortsatt fra side 87.

Ved siden av øvings- og demonstrasjonsmateriell bør andre undervisningsmidler som f.eks. AV-midler vies stor oppmerksomhet. I tillegg til ordinære 16-mm undervisningsfilmer er det laget en rekke korte (3-5 min) 8-mm kassettfilmer. Det er også laget mange stordiasserier og vanlige lysbildeserier.

En forutsetning for å kunne realisere en differensiert og variert undervisning, spesielt med tanke på litt større teoretiske eller eksperimentelle arbeider, er at tilgangen på faglig informasjon er god. Dette forutsetter et godt utbygd elevbibliotek med både støttebøker og aktuelle tidsskrifter.

Fysikk er både som skolefag og som vitenskap i rask utvikling. Dette gjelder både fagets innhold og det utstyret som er tilgjengelig til øvinger, eksperimenter og demonstrasjoner.

Emnelisten bringes i neste hefte.

Bøker

Physics Handbook, red. C. Nordling og J. Østermann. Studentlitteratur, Sverige (1980), 430 s., sv. kr. 144,00.

Boka består av fire deler, nemlig E, T, F og M. E står for elementærkonstanter, T for tabeller, F for formler og M for matematikk. Naturkonsantene er angitt både i SI enheter så vel som i andre passende enheter. Tabelldelen inneholder data om mekaniske, termiske, elektriske, atomære, nukleære, faststoff og astronomiske egenskaper. Formeldelen inneholder et stort utvalg av de viktigste formlene innen fysikk. Noen av formlene er til dels gitt i en forenklet form for spesialtilfeller slik at boka skulle egne seg som oppslagsbok både for begynnere og viderekommende innen faget. I tillegg til formlene er det flere steder forklarende tekster slik at en raskt kan sette seg inn i begrepene som er nyttet i formlene selv lenge etter at en satt på skolebenken sjøl. Det er god plass til egne notater både i teksten og på noen blanke sider bakerst i boka. Matematikkdelen inneholder formler som spenner fra elementær algebra og geometri til integraler og differensialikninger.

Fremst i boka er det en innholdsfortegnelse og bakerst er det en utførlig index med oppslagsord som gjør det mulig å lokalisere de tabeller eller formler som en måtte ha behov for (hvis en kan det engelske stikkordet!) Som tillegg følger et stort kart over alle grunnstoffenes nuklider og deres eventuelle halveringstider (for forfallsmåter). Boka egner seg i bokhylla til både fysikkstudenter og glemsomme professorer.

Olav Steinsvoll

Michael D. Scadron: Advanced Quantum Theory. Springer - Verlag, 1979. 386 sider.

Boken har som undertittel-vedheng «and Its Applications Through Feynman Diagrams». Det gir en ganske god ide om forfatterens intensjoner. Han vil gi leseren en generell forståelse av kvantemekanisk perturbasjonsteori slik at konkrete problem kan drøftes ved å tegne opp de tilsvarende Feynman-diagram som så kan gi et numerisk svar. Dette gjøres raskest og mest oversiktlig i første-kvantisert teori. Man unngår da all formalisme forbundet med kanonisk kvantisering. I stedet gir bruk av en-partikkel Green's funksjoner eller propagatorer en mye mer direkte vei til perturbasjonsdiagram og reglene for beregning av dem.

Forfatteren har presentert stoffet på en meget konsis og for meg tiltalende måte. Han har tatt opp og behandlet mange enkle og velkjente problem fra en rekke forskjellige områder av fysikken; atomfysikk, kjernefysikk, faststoff-fysikk, kvanteelektrodynamikk og svak vekselvirkning. Til og med har han funnet plass til å gi en rask innføring til kvantisering av svake gravitasjonsfelt som beskrives av en lineær approksimasjon av Einstein's ligning. Det er første gang jeg har sett de tilsvarende Feynman-regler for gravitoner og deres vekselvirkninger beskrevet i en lærebok på dette nivå.

Alt dette gjør boken ganske spennende og interessant å lese, og da kanskje spesielt for studenter og andre som liker av og til å bli påminnet om at fysikk er noe mer enn man i øyeblikket er faglig opptatt av.

Finn Ravndal

R.K. Bullough and P. J. Caudrey (ed.), Solitons. Topics in current physics Vol. 17, 389 s., Springer Verlag (1980), Pris DM 76.

For ti år siden var lista over eksakt løsbare problemer innen fysikken temmelig kort. Vi kan nevne den harmoniske oscillator, Newtons planetbaner, hydrogen-atomet, Onsagers løsning av den todimensjonale Ising modellen og noen få andre. I det siste har vi nå fått inn over oss en hel rekke nye fysiske systemer

forts. side 96.

Referat fra paneldebatt om fysikkens framtid i Norge

ved *Olav Steinsvoll*

E. Osnes ledet paneldebatten der deltakerne var E. Lillethun (UiB), O. Holt (UiT), T. Sikkeland (NTH), K. Mork (NLHT), T. Henriksen (NFR) og T. Amundsen (UiO).

Osnes innledet med å presentere panelet. Deltakerne har eller har hatt bestyrerstillinger ved de fysiske institutter, og de burde derfor ha et visst innblikk i de organisatoriske forhold og problemer innen norsk fysikk. Han kunne tenke seg fire problemområder for diskusjonen. 1. styringen av norsk fysikk - Norsk Fysikkråd (NFR). 2. ressurssituasjonen. 3. rekrutteringen. 4. framtida for fysikken i Norge.

Styringen.

Når det gjelder det første punktet er det gjort visse forsøk på en kartlegging av norsk fysikk. Riste/Spangen undersøkelsen for 14 år siden ble brukt som grunnlag for Hovedkomiteens arbeid med fysikkproblemer. Den gang var det 3 fysikere med i Hovedkomiteen - nå er det ingen. Denne kartleggingen er blitt oppdatert av T. *Amundsen* og er blitt beskrevet i foredrag av T. *Henriksen*. Hovedkomiteens arbeid resulterte i en prioritering og en framdriftsplan for fysikken der faststoffysikk, biofysikk og kosmisk geofysikk ble utpekte områder der det skulle satses. Vi kan i ettertid spørre hva som hendte. Biofysikk har vokst mens geofysikk har holdt seg konstant og faststoffysikk har avtatt. Er dette et resultat av tilfeldighetenes spill eller er det bevisst styring?

Sikkeland trodde mest på en desentralisert modell der institusjonene fikk avgjøre hvilke prosjekter de ville satse på. Innenfor institusjonene skulle avgjørelsene treffes ved en demokratisk prosess. Ved NTH's Fysikkseksjon fins en fordelingsnøkkel der hver gruppe eller enkelt forsker sikres en overrisling. Det er fra grasrota ting kommer fram som ikke ville komme fra noe sentralt organ. Disse får ha som oppgave å fordele kaka mellom de enkelte institusjonene etter en grovnøkkel og en slipper opprivende debatter. Grasrota må sikres nødvendig overrisling slik at grupper ikke kommer under den kritiske massen.

Amundsen var enig med Sikkeland i at grasrota (forskerne selv) måtte ha innflytelse på prioriteringen, men han var sterkt uenig i en modell der midlene ble fordelt etter antall hoder uten prioritering av enkelte virksomheter. I en trengt budsjettsituasjon ville dette nærmest svare til en form for minstestøtte (grunnpensjon!) til norske fysikere. Svaret på om norsk fysikk blir styrt bevisst kan både være ja og nei. Det fins riktignok ikke noe sentralt organ med koherent styring, men det er likevel en slags styring. Instituttene utfører en form for fornuftig styring ved å prioritere enkelte forslag og prosjekter. Ved Fysisk Institutt, UiO, er det de siste fem årene blitt prioritert hardt til tross for trange rammer totalt sett. To-tre områder har fått betydelig mer enn resten av instituttet. Men det er visse ledd i styringshierarkiet som burde styrkes. Norsk Fysikkråd (NFR) burde en stelle bedre med, særlig fordi det har direkte linje til Hovedkomiteen. LEP-saken og fusjonsforsking i Norge f.eks. burde diskuteres i NFR. Samtidig bør instituttene komme med klarere standpunkter til foreslåtte prosjekter. I regjeringens forskingsmelding er universitetene ikke nevnt som forskingspolitiske organer, men det burde de være i høyere grad enn nå.

Mork påpekte den tradisjonelle styringa der bevilgningene i fjor automatisk avgjør tilskuddet i år til forskingsgruppene. Det er mulig å følge med i hva som skjer innenfor institusjonene; institutt, avdeling, fakultet er noenlunde oversiktlige. Det er verre å få innsikt i hva som skjer i KUD. Det fins dessuten flere råd og utvalg som har innflytelse. Vi har allerede hørt om Hovedkomiteen, i tillegg finns forskingsrådene, råd for høyere utdanning, internasjonale organer slik som CERN og NORDITA, osv. Det tilflyter norsk forsking en rekke donasjoner fra oljeselskapene der størrelsesordenen 100 mill. kr. er blitt nevnt. Vi bør få oversikt over alle disse faktorene som virker inn på forskingsstyringa i Norge. Visse områder er så kostbare at de bare kan drives som europeiske fellesprosjekter eller som nasjonale anlegg. Ideen med de nasjonale laboratorier kommer her inn. For de enkelte forskingsgruppene blir instrumentsituasjonen verre og verre. Med nye bygg fulgte også instrumentbevilgninger til de nye laboratorier, men etterhvert som byggevirksomheten nå avtar, minker også penger til instrumentfornyelser.

T. Riste (IFE) mente at en først burde definere på hvilket styringsnivå en ville diskutere - ettersom fordeling av et annum bare var småbeløp. En bør gå inn for å få økt den totale pengesekken til fysikk og diskutere måter å oppnå dette på.

Osnes spurte om sporene fra prioriteringsavgjørelsene i 1969 skremmer. Skal vi legge oss på en flat fordeling eller skal en prioritere noen få prosjekter?

Lillethun mente vi bør samle oss om forslag om nye forskningsområder og ikke la andre bestemme norsk fysikk ved fordeling av midler. Hvis en fysiker ser at noe er faglig interessant og sender inn søknad om penger - hvor stor er sjansen for positivt svar? En må nesten betrakte søknadsgangen som et Ludo-spill der en avanserer gjennom instansene, men hver gang må være forberedt på å bli slått til-

bake til utgangspunktet. Styring av fysikk var en gang lagt til fagråd eller nasjonale fagseksjoner. Disse hadde møter noen ganger, men gikk så i stå. De var demokratisk innrettet, både georeafisk og faglig, men manglet slagkraft. Så kom Norsk Fysikkråd som et internt organ i NFS. Det besto av få personer, men sto fritt og kunne uttale seg med tyngde. Denne formen ble nedlagt og det nåværende NFR opprettet. Rådet må nå uttale seg gjennom Hovedkomiteen og har derved fått visse bindinger. Det har vært snakket om forgubbing før i dag, men vi trenger alle, selv gubber, - bare de brenner for fysikk. Naturligvis skal vi ikke gå inn for å fordele fattigdommen jevnt, men sørge for mer penger til fysikk totalt. Når det gjelder partikkelfysikk er det vist til få publikasjoner. Dette kan til dels skyldes de lange planleggings- og utviklingsperioder for det eksperimentelle utstyr. Med hensyn til LEP er den ment å bli bygd av de normale CERN budsjetter uten ekstrabevilgninger, men slik at byggeperioden blir strakt ut. Resultater fra LEP vil derfor neppe komme før i slutten av åttiåra. På grunn av vår deltaking i CERN har vi fått være med på de mest avanserte eksperimenter slik som oppdagelsen av gluoner og nøytrale strømmer, fremst i forskingsfronten.

Holt var uenig i Sikkelands fordelingsmetode som ville føre til at norsk fysikk nettopp unngikk å bli med på større, dristige prosjekter. Det fins mange fordelingsmåter, men systemet fungerer noenlunde bra. Store prosjekter bør drøftes i Fysikkrådet, men de kan ikke avgjøres der. NAVF ville betakke seg for definitive avgjørelser fra et slikt hold. For å komme videre må en ta til etterretning at en ikke får mer penger til fysikk generelt, men bare til gode prosjekter.

Løvseth (NLHT) fastslo at de som sitter på pengene ikke ville overlate avgjørelsen til et fysikkråd eller annen faginstans. Selv innen departementene er det egentlig ikke mange som er interessert i å spørre fysikerne til råds.

Osnes mente at Fysikkrådet måtte ta de store prosjektene opp til drøfting selv om det ikke ble spurt til råds. Hvis rådet er for passivt, står dets framtid på spill.

Høier (NTH) etterlyser mer framtidsrettede vyer hos panelet. De fleste sier bare at det er bra som det er. Det er likevel forskjellige måter å planlegge på. NTH f.eks., planlegger bare for ett år av gangen og har ikke rullerende budsjetter. Planlegging er vanskelig på et lavt nivå og enda vanskeligere på et høyere nivå.

Holt mente det var en del kommunikasjonssvikt mellom fysikerne. Noen folk blir trukket inn på møter under avgjørelsesprosessen, men ikke alle forteller sine kolleger hva som har skjedd eller hva som er avgjort. Mer åpenhet ville være på plass.

Amundsen oppfordret til skikkelig langtidsplanlegging. Det er ikke alvorlige feil i systemet, men visse ledd bør utbygges og forbedres. Fysikkrådet bl.a., må komme sterkere inn.

Sikkeland beklaget at noen hadde fått det inntrykk av hans første innlegg at en ikke hadde styring ved NTH. Det skjer i virkeligheten en streng prioritering og planlegging, og de enkelte forskingsgruppene kan se hva de kan vente i åra framover. Han savnet en slags tilsvarende fordelingsnøkkel i NAVF, slik at en kunne se hva som ville komme av eksterne midler til fysisk forsking i åra framover.

Torgersen (NTH) mente at diskusjonen om pengemidler var vel og bra, men ville vi ha folk til å drive fysisk forsking om noen år? Fysikken styres også av tilgangen på fysikere, og dette bestemmes igjen av studievalg og opplegg på utdanningsinstitusjonene.

Riste minte panelet om at det drives fysikk utafor universitetene også. Det er derfor behov for et organ som kan tale fysikkens sak og ikke er knyttet for sterkt til undervisningsinstitusjonene. Han ville råde til at Fysikkrådet gikk ut med godt underbygde uttalelser og derved tilkjempet seg et myndighetsområde.

Henriksen viste til at Fysikkrådet er satt sammen av folk fra både forskningsinstitutter og universiteter. Med hensyn til LEP-saken hadde han kviet seg for å sammenkalle rådet når NFR likevel ikke ble hørt. Han ville sitte igjen med en følelse av spilt tid, krefter og reisepenger når en vet at rådets eventuelle avgjørelser ikke slår igjennom høyere opp i systemet. Alle slags instanser var blitt bedt om uttalelser vedrørende LEP, - til og med Norges Eksportråd - bare ikke Fysikkrådet! Det har vært et negativt år som formann.

Osnes var optimist. Fysikkrådet bør stå på og utrede sakene som seiler opp. Dessuten bør fysikerne sørge for å komme inn i de ulike forskningspolitiske organer.

Ressurssituasjonen

Osnes fortalte at NORDFORSK hadde gjennomført en analyse av statsbudsjettene i Norden og funnet at grunnforsking hadde fått stadig mindre av kaka etter 1977. Dette er en internasjonal trend viser en OECD-rapport. (*Amundsen* orienterte nærmere om dette). Teknisk orienterte studier, TOS, er etterhvert blitt utredet og skal settes igang, men vil det bli en vitamininnsprøyting eller en utarming for fysikken i Norge?

Mork var derimot pessimist overfor framtida. Fysikk er en ganske stor butikk i Norge, og det er viktig at de bevilgende myndigheter føler at en får utbytte av investeringene. Men fysikernes «image» er elendig. Fysikere oppfattes som lukkede og kjedelige (se skoleundersøkelsen) og til og med som farlige og skadelige. Kursene i videregående skole heter til og med 1. Fy! 2. Fy, osv. Tilliten til fysikk og fysikere må gjenopprettes i det øvrige samfunn. Vi må overbevise om at vi kan løse problemer, også

de som vi til dels sjøl har skapt. Før var hovedbegrunnelsen for fysikken at utforsking av naturen hadde en egenverdi i seg sjøl. Dette synet hadde støtte, men det ser nå ut som fundamental innsikt og forståelse ikke lenger verdsettes ved at samfunnet legger mer vekt på kvantitet enn kvalitet. Vi må nå appellere mer til fysikernes praktiske og økonomiske nytte. Vi må inn i konkurransen om midlene sammen med fag som er mer teknisk orientert. Dette vil ikke bli lett, og vi må være glade om vi ikke mister stillinger. NTH's utbyggingsplaner kan føre til 4 nye fysikerstillinger, mens TOS vil tilføre fysikk minimalt med stillinger fordi datafag og petroleumsfag prioriteres. Fysikken må kjempe hardt politisk i åra framover, men bør henvise til at det alltid har vært grunnforskingen som har levert de virkelig nye tingene.

Løvseth mente at fysikerne stiller med store fortrinn ved at de er opplærst i kritisk bruk av informasjon. Det store spørsmål er nå hvordan en skal få framgang innen fysikk i en nullvekst situasjon.

Bolin (Uppsala) syntes diskusjonen var forferdelig pessimistisk og så en fare i det. Det fins nok en tillitskløft mellom politikere og fysikere, men det gjaldt å få fysikken synlig i politikken. Politikerne støtter fysikk fordi de venter seg en avkasting. Han oppfordret fysikerne til å gå politikerne i møte ved å henvise til «nyttedelen» av fysikken. Såkalt *rettet grunnforsking,* slik som energi relatert grunnforsking, f.eks. står sterkt. Det er ikke så farlig om forskingen har et bestemt mål, bare den er ubunden. I Sverige har også en nedgang i nybygninger ført til nedgang i instrumentbevilgningene. Bygninger nedskrives likevel over 30 år, mens instrumenter i vår tid bør nedskrives over 10 år. Forskingsrådene i Sverige har nå satt av 35 mill. kroner til instrumentfornyelser. Ved framtidsplanlegging bringer en framskriving av allerede eksisterende emner lite nytt. Nye emner bør tas opp, i miljøvitenskap kan en sikkert gjøre mye fin fysikk ved å studere systemene i naturen.

Amundsen viste flere fine «flytskjemaer» som beskrev hvordan pengene fløt inn i forskingssystemet enten direkte ved annum eller indirekte via forskingsrådene. Situasjonen var nå at det truer med flom i den strøm av penger som flyter fra industri til foretak - og offentlig sektor, mens det er fare for tørke i den strømmen som flyter inn i universitets- og høgskolesektoren. Det måtte sørges for en lekkasje fra flomområdet inn til tørketruede marker, f.eks. slik Bolin hadde beskrevet diskusjonen i Sverige. I Norge arbeider NAVF med tilsvarende tanker om grunnforskingsorienterte midler i forbindelse med kontinentalsokkelvirksomheten.

Lillethun slo fast at i en svak økonomisk situasjon må en i enda høyere grad danne grupper innenfor fysisk forsking, og grupper innen ulike land bør også samarbeide i fellesskap. Vi må innrømme at det ikke lenger er fri forsking på samme vis som for 10 år sida. Hvordan kan så TOS og grunnforsking gjensidig dra nytte av hverandre? I de første 6-7 åra vil en under LEP-prosjektet drive med teknisk utvikling av apparatur. Det burde være mulig å knytte teknisk utdannelse direkte til utvikling av grunnforskingsapparatur.

Holt mente at hvis en sammenlignet situasjonen med prognosene fra sekstiåra ville en bli pessimistisk og sette seg til å sture. Vi bør prøve å gjøre noe med situasjonen, bruke fantasien og legge fram prosjekter som er så gode at alle sier OK. Samtidig må en utnytte de investeringene en alt har gjort - «gamle» eksperimenter må fortsette. Han hadde vansker med å se at utvidet kunnskap hadde nytte i seg sjøl. Den kunnskap som grunnforsking fører til er likevel nyttig *for noe,* og det er denne nytten som må markedsføres, sjøl om det er vanskelig å spesifisere den.

Markedsføring av fysikk må til, sa *Løvseth* også, vi må vise til fysikernes anvendbarhet. Fysikerne er som poteten og kan brukes til alt! Fysiske metoder er overlegne også når de nyttes på andre ukonvensjonelle områder.

Høier fastslo at den tid er over da det var flust med penger. Vi må ikke drive sektortenking, men tenke stort og strategisk. Fysikerne må ha et representativt organ som alle har tillit til og som vi kan samles om. Her bør prioriteringene gjøres. Det vil gå ut over noen i en tidsperiode. *Fysikkrådet* er det organ vi bør satse på.

Johnsson etterlyste søknader om forskingsbevilgninger. Det fins penger, men det kommer få gode søknader fra fysikerne. Sett i gang og søk!

Engeland (UiO) så et paradoks i den nåværende situasjon der gruppene ved Universitetet sultefores med bevilgninger, mens Universitetet vitterlig fikk det de ba om! Det er mange nivåer som søknadene skal passere, og årsaken til at en ikke når fram må være dårlig skrevne søknader. En bør absolutt etablere prosjekter og føre dem fram. Syklotronen i Oslo har ført til en «goodwill» hos myndighetene som igjen har tilført Fysisk Institutt mer midler *totalt* enn en ellers hadde kunnet regne med.

Riste fortalte fra sine erfaringer med å drive grunnforsking ved et anvendt forskingsinstitutt. Her kunne en lære litt om hvordan en skulle få penger fra næringslivet. Det er ikke nødvendig å prostituere seg for å få penger til grunnforsking. De på oljesektoren ved IFE får flust med penger. Nye forskingsområder bør finnes, f.eks. utforsking av såkalte åpne systemer. Det er en oppgave verdig Onsagers gamle heimland. Riste er medlem av et av NATO's vitenskapelige råd, men det var lite norske søknader å se der. Det blir en vanskelig tid framover dersom vi ikke får til en rekruttering til faget fysikk. Mange av dem som kunne ha vært TOS nøkkelpersoner reiser nå til utlandet p.g.a. stillingsmangelen i Norge. En overrisling av norsk fysikk måtte en kunne få til ved å nytte de ressurser som

fins, f.eks. oljeselskapene.

Fossheim (NTH) var fornøyd med den utvikling som hadde skjedd de siste ti åra. 70-åra har vært en positiv periode, tross alt. Vitaliteten i norsk fysikk er god, og det er grunnlag for optimisme og en ny offensiv holdning.

Osnes var enig i at fysikk må gjøres mer synlig, og vi kan ikke bare vente på at Fysikkrådet skal gjøre oss synlige. Vi må selv presentere vår forsking utad, f.eks. ved populærvitenskaplige artikler.

Rekrutteringen.

Osnes tok så for seg alderssammensetningen av fysikere i Norge. Forgubbingen er i ulike fase rundt om i landet, men er kommet lengst i Oslo. Men nå lysner det. I de første ti år framover vil ti personer gå av med pensjon. Men vil vi få gode folk til disse stillingene? Når det ikke fins stillinger over en lengre periode er det vanskelig å holde på gode folk; de beste studenter og stipendiater går over til andre områder. Forskingsmeldinga gir en slags anvisning av hvordan en skal få bedre omløp i systemet ved å korte inn vit. ass.-tiden til 4 år. Rekrutteringen er opplagt en sak for Fysikkrådet.

Holt så ingen fare i at folk oppholdt seg en tid utenfor universitetene i anvendt forsking eller industri. De kan kvalifisere seg bra til universitetsstillinger ved slikt arbeid og vil tilføre institusjonene nye synsmåter. En annen ting er at de kanskje har vent seg til en for høy levestandard til å kunne vende tilbake.

Amundsen framholdt at arbeidsmiljøloven gjorde ting vanskelig for rekrutteringen. En må ha stillinger for å sikre den.

Henriksen mente at rekrutteringstidens lengde ikke burde kortes inn, og at et post.doc.-system burde legges til. En er nemlig ikke ferdig utdannet bare ved å ta en dr.scient. eller dr.ing. grad.

Framtida.

I sluttrunden pekte *Osnes* på at Fysikermøtet hadde gitt innblikk i ulike fagområder ved plenumsforedrag og sesjonsforedrag. En vekst i ett område høyner også fysikkens nivå generelt. Han mente at nivået i norsk eksperimentalfysikk tydelig var på vei oppover.

Teoretisk fysikk er billig fysikk, ifølge *Mork*, og var et område Norge burde satse på. Når det gjaldt ressurser til partikkelfysikk var nok CERN-bevilgningene store, men han var sikker på at hvis de falt bort ville de ikke komme andre deler av norsk fysikk til gode. Vi må ikke komme i en indre strid der vi prøver å redusere hverandres betydning.

Amundsen hadde hatt stor glede av å lytte til foredragene om elementærpartikkelfysikk på Fysikermøtet de siste åra. En kunne smittes av disse fysikernes entusiasme - og fascineres av milliardene som rullet avgårde til stadig større maskiner. En burde lære bruken av reklame av dem og kanskje få gehør for annen grunnforsking. Når det var mulig å få gjennom LEP som hastesak, burde det være mulig å vinne fram med andre områder også.

Medlemmene av Fysikkrådet må ha mer kontakt med grasrota og kobles til de lokale miljøene, mente *Sikkeland*. Medlemmene var for anonyme nå. Gjennom Fysikkrådet kunne fysikk tale med en tunge og bli mer slagkraftig. Det er ikke så farlig med de folkene som går over til andre områder. De kommer inn i gode forskingsmiljøer i SINTEF, Statoil, Norsk Hydro, Veritas, osv. og kommer ut derfra som toppfolk på sitt område.

Holt var overrasket over at biofysikken hadde vokst så sterkt. Der ligger alt tilrette for oppfinnsomme folk.

Lillethun oppfordret Fysikkrådet til å ta tyren ved hornene og ikke henge i halen. Saker bør tas opp uoppfordret. Fysikkrådet er fysikernes eneste representative organ og må få som oppgave å drøfte og utrede sakene. Hvis ikke alt går som ønsket seinere - bruk aviser! Han nyttet høvet til å be Fysikkrådet studere planene for *fusjon* i Norge og slåss for det hvis prosjektet er verdifullt. Forskingsrådet ser positivt på forslaget og OED gjør det samme.

Henriksen takket for alle gode råd vedrørende arbeidet i Fysikkrådet. Det var en innsprøyting av nye oppgaver. Fysikkrådet hadde ved dette fått en ny giv. En måtte likevel rydde opp i forvirringen om medlemskap og funksjonstid.

Osnes mente det var kommet fram få klare løsninger under paneldebatten, men hensikten har vært å sette i gang en tankeprosess om utvikling og samarbeid innen norsk fysikk. Denne tankeprosessen må holdes vedlike kontinuerlig. Det bør være en oppgave for Fysikkrådet å diskutere forskingsmeldinga og komme med en uttalelse om den. Han takket til slutt arrangementskomiteen for Fysikermøtet 1981, H. Olsen, A. Reitan og E. Østgaard for et vellykket og hyggelig møte på Dragvoll.

NYE MEDLEMMER:

Vit.ass. B.O. Myking Fimland, Inst. for teknisk fysikk, NTH, Trondheim.

Vit.ass. B.Chr. Hauback, Inst. for røntgenteknikk, NTH, Trondheim.

Vit.ass. K. Marthinsen, Inst. for røntgenteknikk, NTH, Trondheim.

Vit.ass. Ø.E. Olsen, Fysisk Institutt, NLHT, Trondheim.

Stipendiat B.R. Pettersen, Nordlysobservatoriet, Tromsø.

Vit.ass. R.K. Skjong, Fysisk Institutt, NLHT, Trondheim.

SOM STUDENTMEDLEM:

K.O. Brobakken, Maridalsveien 23 B, Oslo 4.

Fortsatt fra side 91.

og ikkelineære likninger som har eksakte løsningsmetoder. Boka behandler de såkalte solitonløsningene av «sine -Gordon» likninga (s-G) og Korteweg de Vries likninga (KdV). Metodene som er blitt utviklet har langt på vei revolusjonet ikkelineær fysikk og bidratt til en øket forståelse av flere fysiske fenomener.

I boka har en forsøkt å få bidrag fra flere av de ulike skolene som etter hvert har dannet seg i verden, og den ble påbegynt i 1975 da det ennå var et oversiktlig antall grupper som opererte i feltet. Det tok tid å få boka utgitt slik at forfatterne har måttet revidere sine bidrag for å dekke forholdene fram til våren 1979. Redaktørene har selv skrevet et langt innledningskapittel der de prøver å dekke den historiske utvikling og siden vise hvor stort feltet egentlig er blitt. De representerer Manchestergruppa.

Amerikanerenes bidrag kommer fra Gibb, Lamb, McLaughlin og Newell. Japans bidrag fra Toda om Toda-gitteret. Hirota om direkte metoder og Wadati om matriseformuleringen av «the inverse scattering method» (= ism). Russerne Faddeev, Zakharov og Novikov presenterer «ism» og løsningsmetoder av KdV likninga. Italias bidrag er ved Calogero og Degasperio. A. H. Luther, NORDITA, avslutter rekken av fremragende navn med et bidrag som knytter begrepet kvante-solitoner til ulike modeller innenfor feltteori, statistisk mekanikk og faststoff-fysikk i én dimensjon.

Nivået i boka ligger ganske høyt, og det blir nok en hard jobb å komme gjennom og fullt ut forstå de enkelte kapitlene. Området er likevel svært aktuelt for faststoff-fysikerne som fortsatt krangler om solitoner er blitt observert eller ei. Boka bør finnes i fysiske biblioteker og hos dem som driver i feltet.

Olav Steinsvoll

Fra Fysikkens Verden i Tapir:

BLØTEKJÆR: LASEREN
1980, 352 sider, kr. 190,-

HEMMER: KVANTEMEKANIKK
1980, 240 sider, kr. 90,-

SIGMOND: VAKUUMTEKNIKK
1979, 192 sider, kr. 70,-

Ha også for hånden de to publikasjonene fra Norsk fysikkråd:

FYSIKKENS ROLLE I DAGENS SAMFUNN
1980, 56 sider, kr. 36,-

SKOLEUNDERSØKELSE I FYSIKK
1981, 118 sider, kr. 68,-

TAPIR

UNIVERSITETET I TRONDHEIM, 7034 TRONDHEIM–NTH

Hvis du er fornøyd med det nest beste – så trenger du ikke lese dette

Fordi ND datasystemer er beregnet for den kvalitetsbevisste bruker. For den som bare vil ha det beste.

NORSK DATA's filosofi er å lage det beste: Den beste løsning på brukerens problem til den laveste totale prisen. Men hva er best? Vi tror vi vet hva som er best, fordi vi har følt brukerens behov på pulsen i alle de år vi har laget datasystemer.

Leser du fremdeles? Så er du kanskje interessert i å vite at ND datasystemer kan skreddersys til de mest avanserte behov på kortest mulig tid. De har mye programvare; verktøy som er laget for å forenkle og effektivisere utvikling og testing av programmer. De garanterer deg frihet til å tilpasse og utvide ditt system etterhvert som dine behov endrer seg – uten å måtte lage nye programmer eller å lære opp folk på nytt. De er modulære, og de gir deg derfor anledning til å løse dine spesielle databehandlingsbehov på den beste måten. Det er brukervennlige systemer som du vil like å arbeide med.

Naturligvis kan du få noen av de samme fordeler med andre maskiner. Men ND datasystemer gir deg alle disse fordelene – på èn gang. Dette er verdt å gjenta: *ND systemer gir deg alle disse fordelene på èn gang.*

Når du nå har lest så langt, bør du også ta det neste logiske skrittet: Snakk med oss før du velger ditt neste datasystem – så får du det beste!

ND Norsk Data

NORSK DATA A.S, POSTBOKS 4, LINDEBERG GÅRD, OSLO 10
OSLO (02)30 90 30. SANDNES (04)66 55 44. LANDÅS (05)22 02 90. TROMSØ (083) 71766

The competitive European Computer Company

IPR 234

Utgiverpoststed: 7034 Trondheim - NTH.

Norsk Fysisk Selskap

Formann: Dosent E. Osnes, Fysisk Institutt, Universitet i Oslo.

Styre: Dosent R. S. Sigmond, NTH, Trondheim.
Amanuensis Noralv Bjørnå, Universitetet i Tromsø.
Førstelektor T. Engeland, Universitetet i Oslo, Blindern.
Førstelektor K. Myklebost, Universitetet i Bergen.

Selskapets sekretær:
Gerd Jarrett, Fysikkavdelingen,
Institutt for energiteknikk, Boks 40, 2007 Kjeller.

Postgirokonto: 5 88 38 89.
Bankgirokonto: 5102.20.16001.

Fra Fysikkens Verden

Redaktører:
Høgskolelektor Knut Jostein Knutsen
Granlivn. 24, Ugla, 7000 Trondheim
Førsteamanuensis Hans Kolbenstvedt
Fysisk institutt, NLHT,
Universitetet i Trondheim, 7055 Dragvoll

Redaksjonssekretær:
Lab.ing. Halvard Torgersen, Universitetet i Trondheim, Norges Tekniske Høgskole, 7034 Trondheim-NTH.

Redaksjonskomite:
Førsteamanuensis Ove Bratteng, Nordlysobservatoriet, 9000 Tromsø.
Førsteamanuensis Alf Halsteinslid, Fysisk institutt, Universitetet i Bergen, 5014 Bergen.
Førsteamanuensis Kjell Mork, Fysisk institutt, NLHT, Universitetet i Trondheim, 7055 Dragvoll.
Forsker Jan Myrheim, NORDITA, NBI, Blegdamsvej 17, 2100 København Ø, Danmark.
Forskningsstipendiat Svein Sjøberg, Skolelaboratoriet, Fysisk institutt, Universitetet i Oslo, Oslo 3.
Forsker Olav Steinsvoll, Institutt for energiteknikk, Boks 40, 2007 Kjeller

Fra Fysikkens Verden utkommer kvartalsvis. Abonnement kan tegnes gjennom postverket eller direkte fra ekspedisjonen. Årsabonnement kr. 50,00. Årsabonnement for studenter og skoleelever kr. 25,-.

Sekretær:
Gudrun Græsmann.

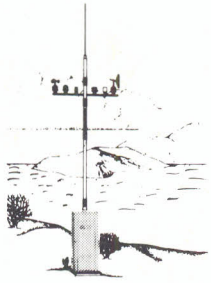
Ekspedisjonens adresse:
Fra Fysikkens Verden
Fysisk Institutt, Universitetet i Trondheim
Norges lærerhøgskole
7055 Dragvoll

Postgirokonto: 5 10 47 24
Bankgirokonto: 8601.36.12279

Data Collection.....

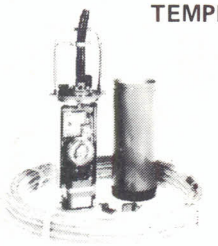
AANDERAA INSTRUMENTS has been developing and manufacturing oceanographical and meteorological data recording instruments since 1966.

The PRODUCTS are designed for long term unattended operation and are known for high quality and reliable performance.



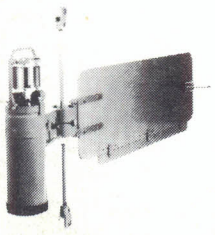
WEATHER STATION

This solar powered station is designed for automatic recording/telemetering of data. A total of 10 different sensors can be employed.



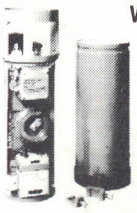
TEMPERATURE PROFILER

for recording of temperature profiles in the sea or lakes, consisting of a recording unit and an 11 point thermistor string. The string is available in lengths up to 100 meters.



CURRENT METER

for recording speed, direction and water temperature of the ocean currents. Provided with sensors for pressure and conductivity when required.



WATER LEVEL RECORDER

for determining water level by precise measurement of the hydrostatic pressure at the sea bed.

Request datasheets for detailed information.

AANDERAA INSTRUMENTS
DATA COLLECTING INSTRUMENTS FOR LAND SEA AND AIR

FANAVEIEN 13
P.O. BOX 160
5051 BERGEN, NORWAY
TEL. (05) 27 40 30
TELEX 40049

N.T.H.-Trykk
Trondheim