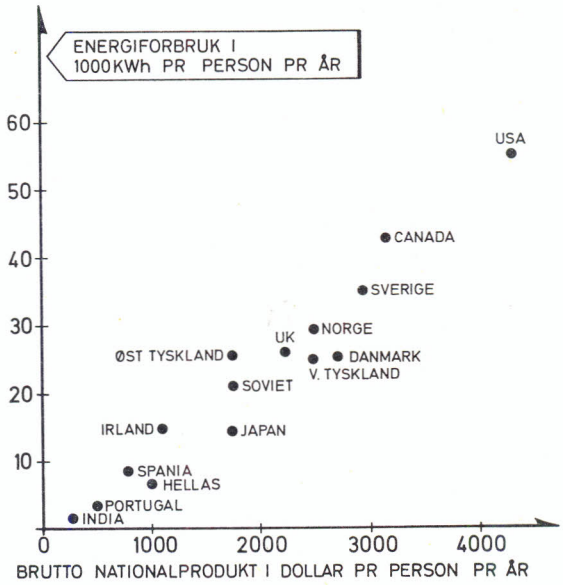
Fra Fysikkens Verden

UTGITT AV NORSK FYSISK SELSKAP

INNHOLD

Fysikermøte og årsmøte 1974	1
Nytt frå styret i NFS	1
Sommerskoler	2
Energibegrepet i historisk perspektiv	3
Verdens energisituasjon Del 1	6
Møte i IUPAP	11
Fysikk og miljø	15
Nytt frå CERN	20
Dynamikk i faste stoffer	22
Bøker	2, 10, 12, 19, 21, 24



Sammenlikning mellom forskjellige lands energiforbruk og bruttonasjonalprodukt. (Se artikkel s. 6)

Nr. 1 - 1974
36. årgang

VAKUUM-
det kan vi!

«Know-how», prosjektering og service for at du skal unngå problemer.

Pumper ● Byggedeler ● Måleinstrumenter ● Pådampingsanlegg ● Vakuumanlegg for forskning og industri.

Be om hovedkatalog!

Enerepresentant for Balzers/Pfeiffer.

Rødland & Rellsmo A.S.
FORSKNINGSINSTRUMENTER
Gladengvn. 3A, Oslo 6 - Telefon (02) 67 45 90

Fra Fysikkens Verden

Utgiver: NORSK FYSISK SELSKAP

Nr. 1 - 1974

Redaktør: HAAKON OLSEN

36. årgang

Fysikermøte og årsmøte i Norsk Fysisk Selskap 1974

Fysikermøtet blir i år arrangert av Fysisk institutt ved Universitetet i Oslo og vil bli holdt på Blindern i dagene 20. til 22. juni 1974.

Programmet er enda ikke klart, men foredragene vil begynne torsdag 20. juni kl. 10.00. Årsmøtet i Norsk Fysisk Selskap holdes fredag ettermiddag. Vi vil forsøke å arrangere flere plenumsforedrag i tilknytning til energiproblemer, med inviterte foredragsholdere. Med forbehold om at foredragsholdere kan skaffes vil vi forsøke å dekke følgende områder: Materie med høy tetthet, kontrollert fusjon, solenergi, energiforbruk og klima. Dessuten vil vi arrangere en egen sesjon hvor problematikken omkring kjernekraft fra fisjon blir belyst. Vi håper dessuten på mange 15 min. foredrag av møtedeltagerne. Resymé av foredragene må følge påmeldingen og må være skrevet på engelsk for publisering i Physica Norvegica.

Vi arrangerer igjen en båttur og har for anledningen bestilt Norges eneste kulldrevne båt, «Børøysund», til torsdag kveld. Det blir landgang på Oscarsborg fetstning. Selskapets årsfest holdes fredag kveld i Panorama restaurant.

Vi har fortrinnsvis bestilt hotellrom på Panorama Sommerhotel (Studentbyen på Kringsjå). Prisen på kr. 57,— pr. døgn inkluderer frokost. Hvis dette ikke passer har vi også mulighet for innkvartering på Garden Hotell. Prisen er her kr. 100,— pr. døgn inklusive frokost.

Påmeldingsfristen er 1. mai og deltagerne bør fortrinnsvis benytte det skjema som er trykket i dette nummer av FFV. Registreringsavgiften ble på årsmøtet ifjor vedtatt forhøyet til kr. 100,—. Avgiften vil bare bli innkrevd fra dem som får den dekket av sin institusjon.

Program og saksdokumenter vil bli sendt ut nærmere møtet. Eventuelle spørsmål besvares gjerne av arrangementskommitéen for Fysikermøtet 1974 som består av Ø. Holter, T. Henriksen, A. Kildal og H. Parr, Fysisk institutt, Blindern, Oslo 3.

Nytt frå styret i Norsk Fysisk Selskap

På årsmøtet 1973 fekk styret fullmakt til å avgjere om årskontingenten skulle aukast frå kr. 40,– til kr. 50,–. I styremøtet 29. oktober vart kontingenten sett til kr. 40,— altså ingen auke for 1974. Det er to ting som har verka til at ein kan halde på ein såpass låg kontingent: at inntekta frå kollektive medlemmer har gått noko opp, og at ein har sagt opp Europhysics News frå årsskiftet 73/74.

Ein hadde i det lengste vona at utgiftene til Europhysics News skulle gå ned i 1974 ved ein reduksjon i talet på nummer frå ti til seks. Denne reduksjonen har ikkje vorte innført, og ein har difor sagt opp Europhysics News for at ikkje dei totale utgiftene til European Physical Society skulle bli for store. Dr. L. Etienne som har vore ved EPS-sekretariatet sidan skipinga av selskapet, har frå årsskiftet teke over ansvaret for utgjevinga av Europhysics News. Redaksjonen vil i større grad enn tidlegare aktivisere korrespondentane i medlemslanda og har elles andre planar for å forbetre bladet.

Styret vil oppmode dei som har interesse av framleis å få tilsendt Europhysics News om å teikne eit personleg abonnement, eller helst ved

å teikne eit full medlemskap i European Physical Society. Som medlem av Norsk Fysisk Selskap kan ein utvide det assosierte medlemskapet i EPS til fullt medlemskap for ca 24 Sv.Fr. Dette gjev fordeler ved deltaking i dei faglege gruppene (special divisions) og dei konferansene som EPS arrangerer. Søknadsskjema kan ein få ved å vende seg til NFS' sekretariat.

Tormod Riste

Crystal Defects: Current Growth Points.

Nordisk sommeskole 10—21 juni 1974 ved Danmarks Tekn. Universitet. Foreløpig liste over emner som foreleses:

Crystal Interfaces (Bollman, Geneve); Computer Calculation of Three-Dimensional Structure in Biological Materials (Englert, Brussel); Radiation Damage (Eyre, Harwell); Fatigue (Kettunen, Tampere); Theory of Positron Annihilation at Defects (Seeger, Stuttgart); Field Ion Microscopy (Smith, Oxford); Transport Properties and Defects (Åstrøm, Stockholm).

Videre: en serie forelesninger om «Creep and Strengthening Mechanisms» og emner fra forskningen. Introduksjonskurs om krystalldefekter blir tilgjengelige for nykommere i feltet. Påmelding innen 1. april 1974.

Informasjon: A. R. Thölén, Bygn. 307, Danmarks Tekn. Universitet, DK-2800 Lyngby, Danmark.

ETTORE MAJORANA

International Centre for Scientific Culture.
International School of Atomic and Molecular Spectroscopy.
1st Course: Optical properties of ions in solids. Erice, Italy, June 6—21, 1974.
Purpose of the course: to present lectures on optical properties (absorption and emission) of solid state materials in the presence of magnetic ion impurities.
Information: Prof. B. Di Bartolo, Department of Physics, Boston College, Chestnut Hill, Mass., 02167 — USA.

RETTING AV TRYKKFEIL

I artikkelen «Varmebevegelser i krystaller og fononbegrepet» FFV nr. 4, 1973, var det blitt noen trykkfeil. I første spalte s. 76 skal det stå ω_E og $n\hbar\omega_E$ der E er indeks. I annen spalte s. 76 skal det på tilsvarende måte stå ω_D der D er indeks (to steder). Øvre grense for integralet i samme spalten skal være ω_D . Øverst i annen spalte s. 77 skal det stå «grensefrekvensen ω_L» der L er indeks.

Bøker

E. Peersen & S. Østefjells: Lærerviledning til elevforsøk i fysikk for gymnaset, Universitetsforlaget 1973, 58 sider. Pris kr. 44,–.

Man er fristet til å si at skulle dette heftet anmeldes måtte det være til prisdirektøren. For maken til pris på et uinnbundet lite hefte!

Men siden det er den faglige side av saken som vedkommer meg, får prisen bli andres sak. Og heftet er greit nok det. Det innledes med hvordan undervisningen i elevforsøk bør drives, så følger en veiledning for føring av fysikkrapporter. Siste delen av heftet er kommentarer til de enkelte forsøkene. Mange vil kanskje hevde at det blir for mange selvfølgeligheter. Men man skal ikke ha lest meget fagmetodikk for å finne ut at dette er blitt tradisjon i Norge.

Hva læreren skal med et hefte med gjennomhullede ark skjønner jeg ikke helt, så jeg ville være takknemlig for å få en forklaring på det. I Litteraturlisten er nummer og år på Den Høgre Skolen falt ut for Torger Holtsmarks artikkel.

Jeg er heller ikke så glad for at man stadig staver Knutsen galt. Jeg skriver Knutsen med *t* som i Knutsen & Ludvigsen.

K. J. Knutsen

N. S. Landkof: Foundations of Modern Potential Theory, Springer-Verlag 1972. 424 sider innbundet. DM 88,—.

Boken er en innføring i moderne potensialteori «directed to mathematicians beeing introduced to potential theory for the first time», og som sådan er den blitt godt mottatt. Kjennskap til den klassiske potensialteori er, ifølge forfatteren, ingen nødvendig betingelse for å lese boken, en kan legge til at det også neppe er tilstrekkelig. Introduksjonskapitlet gir en 40-siders oversikt over hva som forutsettes kjent fra teorien for signerte mål, distribusjoner og Fourier transformer av distribusjoner. Dernest blir potensialer innført som inegraloperatorer som virker på rummet av signerte mål definert på en åpen region i det n-dimensjonale Euklidske rum. Boken konsentrerer seg om Riesz- og Green-kjerner, og begrepene *kapasitet, mengder av kapasitet null, balayage,* og *irregulære punkter* blir behandlet i de følgende kapitler.

Forfatteren gir selv en karakteristikk av moderne potensialteori som «breaking away from the problems of mathematical physics. This is related to the fact that the new kernels arise not from the Laplace operator, but from certain nonlocal integro-differential operators». Samtidig kan det påpekes at de mer generelle teorier har andre anvendelsesområder, f. eks. i sannsynlighetsberegning, (Markov-kjeder etc.).

Henrik H. Martens

Energibegrepet i historisk perspektiv

Olav Steinsvoll

I disse dager da diskusjonen om energi og energikilder fyller alle aviser og tidsskrifter kan det være på sin plass kort å se på utviklingen av energibegrepet gjennom tidene. Slår en opp i et leksikon møtes en med definisjonen: Energi er evne til å utføre arbeid. Seinere kommer underavsnitt om potensiell og kinetisk energi, indre energi osv. Både leg og lærd mener vel nå at de har god greie på hva energi er. Men går en tilbake noen tusen år hadde de lærde store vanskeligheter med å forklare virkemåten av de enkleste mekaniske hjelpemidler slik som skråplanet, vektstanga eller taljen.

Mekanisk energi

Flere av de greske filosofer ser ut til å ha registrert det påfallende ved at når en bruker en talje til å heve en tung gjenstand sparer en nok kraft, men til gjengjeld må en trekke tauet mye lenger enn det gjenstanden flytter seg. En annen måte å se det på var å trekke inn tidsbegrepet: Den tunge gjenstanden flyttet seg mye langsommere enn den hastigheten som den løse tauenden beveget seg med. Fra disse enkle observasjoner oppsto tanker om at noe var konstant — naturen ga ikke bort på ett hold uten å ta igjen på et annet hold. Heraklit (ca. 600 f. K.) formulerte slagordet — «alt flyter». Dette er blitt utlagt som at alt forandrer seg, men at det under denne forandringen likevel var noe som holdt seg konstant. Her har vi sannsynligvis det filosofiske opphavet til energibegrepet slik det nyttes i våre dager. Heraklit kalte dette konstante «noe» for ild, men det var nok i overført betydning.

Aristoteles (384—322 f. K.) var den første som skrev om fysikk i oldtida. I bøker med navn «Physica» og «Mechanica» prøvde han å forklare bevegelse og hvordan de enkleste maskiner f. eks. vektstanga virket. Han fant nok fram til en slags forklaring, men for å få hans matematiske formuleringer til å stemme med våre dagers likninger må en bytte ut ordet kraft i hans formulering med ordet effekt. Det ser ut til at Aristoteles hadde en forklaringsmåte som mer gikk på bevegelsesforhold. Hans motsetning var Arkhimedes (287—212 f. K.) som forklarte virkemåten av vektstanga ut fra statistiske likevekts forhold.

Opp i gjennom middelalderen møter vi flere naturfilosofer som ut fra ulike forutsetninger har formulert tanker om umuligheten av evighetsmaskiner (Leonardo da Vinci, Girolamo Cardano). Litt seinere kommer den flamske ingeniør Simon Stevin (1548—1626) med en bok der han går skarpt imot Aristoteles forklaring på vektstangas virkemåte. Han var tilhenger av Arkimedes' forklaring. Han fant også fram til en korrekt behandling av skråplanet. Tankene som ble formulert av disse mennene peker i retning av termodynamikkens første hovedsetning, bevaringsloven for energi.

Den største fysikeren på denne tida, Galileo Galilei (1564—1642) er mest kjent for sine falleksperimenter. Fra disse kunne han vise at når en ball blir sluppet fra en viss høyde over bakken vil hastigheten som ballen oppnår etter fallet bare være avhengig av høyden og ikke av veien som ballen har fulgt. Det er altså igjen «noe» som forblir konstant i Galileos øyne.

Vi kommer så til en periode da to ulike bevaringstanker tilsynelatende sto mot hverandre. René Descartes (1596—1650) undersøkte støt mellom legemer og kom fram til en lov om bevaring av bevegelsesmengde (masse x hastighet) som han kalte det. Kraft er ifølge hans syn den påvirkning av et legeme som får det til å endre sin bevegelsesmengde pr. tidsenhet. Universets bevegelsesmengde er konstant var hans tese. (I lærebøker er det nå vanlig å nytte uttrykket massefart istedetfor bevegelsesmengde.)

Gottfried Leibniz (1646—1716) var i 1686 kommet fram til at produktet av legemets masse og kvadratet av dets hastighet var en fundamental størrelse. Denne størrelsen kalte han «vis viva» eller levende kraft, og hevdet at den ble bevart.

Diskusjonen om hvilken av disse bevaringslovene var mest fundamental eller riktig bølget fram og tilbake inntil D'Alembert i 1743 i sin «Traite de Dynamique» viste at striden egentlig skyldtes forvirring av begrepene kraft og dens virkning. Integreres kraftens virkning over tid kommer en fram til Descartes formulering mens

en integrasjon over kraftens virkning i rommet (kraft x vei) fører fram til Leibniz' formulering.

D'Alembert (1717—1783) framhever i boka si at når en samling av massepartikler kolliderer elastisk vil alltid summen av «vis viva» være konstant. Dersom et slikt system blir påvirket utenfra av krefter, vil ikke lenger «vis viva» være konstant, men endringen vil være lik det arbeid kreftene utfører på systemets partikler. Først i 1788 kom Lagrange (1736—1813) fram til en utvidet bevaringslov for summen av «vis viva» og en annen størrelse «vis mortua». Vi er her kommet fram til en matematisk formulering av det vi kaller systemets mekaniske energi, men betegnelsene potensiell og kinetisk energi blir enda ikke nyttet. Bruken av ordet energi ble entydig fastlagt av Th. Young i 1807, og navnene potensiell energi og kinetisk energi ble først brukt av W. J. M. Rankine (1820—1872) i vår vanlige betydning.

Varmens natur

Ildens betydning i menneskehetens historie er velkjent. Den ble tillagt guddommelig opphav: Prometeus røvet ilden fra gudene og gav den til menneskene. Den lå seinere gjemt inne i steiner eller tørt tre og kunne fås fram igjen ved å slå eller gni dem mot hverandre. Allerede tidlig må det derfor ha dannet seg forestillinger om varme som no stofflig.

Menneskene gikk ufortrødent ivei med å nytte ilden i sin virksomhet: til matlaging, metallframstilling, glass-smelting, fyrverkeri, framstilling av legemidler osv. Primitive termometre ble bygd i middelalderen. En fant at smeltepunktet for is kunne nyttes til et fikspunkt. Seinere fant en ut hvordan smeltevarme og spesifikk varme kunne måles.

Rundt vanndamp utviklet det seg etterhvert en hel teknologi. I oldtida er det Hero som er blitt tillagt æren for en del dampapparater som nærmest var leketøy. I det 17. og 18. århundret var det behov for pumper i gruver, og flere prøvde å nytte ut vanndampens utvidelsesarbeid til å få vannet ut av gruvene. Seinere kom dampmaskinene med stempel, og teknologien går nå raskt framover til James Watts dampmaskin av 1769. Dampmaskinen fikk også anvendelse i båter (R. Fulton) og til framdrift av tog (G. Stephenson).

Filosoferinger over varmens natur gikk parallellt med den tekniske utviklingen. Det at en kunne få en ting varm ved å gni den sto i kontrast til forestillingen om varmen som et slags stoff, flogiston. Fra de tekniske anvendelsene var det også tydelig at en kunne få ild eller varme til å utføre arbeid. Varmestråling og varmeledning ble utforsket.

Det var Sadi Carnot (1776—1832) som i 1824 klart og utvetydig framholdt at det er en bestemt sammenheng mellom mekanisk arbeid og varme. Gjennom et tankeeksperiment, «Carnots kretsløp», viste han at ved alt arbeid som varmen utfører, går varme fra et varmt legeme, dvs. det må være en temperaturforskjell tilstede. Carnot så likevel på den tid på varmen som et slags stoff.

I en avhandling fra 1842 satte den tyske legen Robert Mayer (1814—1878) fram en tankerekke vedrørende energibevaringen når f. eks. en stein faller mot bakken. Leddene i rekken er stillingsnergi som går over i hastighetsenergi som så går over i varme i bakken. Fysikere hadde en avvisende holdning og Mayer fikk ikke trykt avhandlingen i noe fysisk tidsskrift. Fysikernes innvending var at da måtte jo f. eks. vann bli oppvarmet ved å bli ristet. Mayer ble først slått til marken ved dette argumentet, men noen uker etter kom han tilbake med bevis for at det virkelig forholdt seg slik! Grev Rumfords gamle tanke fra 1798 om at varme ikke var noe stoff men en form for bevegelse fikk nå sitt gjennombrudd.

Samtidig med Mayer i Tyskland, drev James Prescott Joule (1818—1889) i England eksperimenter for å finne varmens mekaniske ekvivalent. I Danmark gjorde ingeniør Ludvig August Colding mange forsøk for å finne det samme. I etterlatte papirer som aldri ble trykt viser det seg likevel at Carnot en stund før han døde i 1832 allerede var kommet fram til erkjennelsen av varmen som en form for bevegelse, og han hadde også beregnet varmens mekaniske ekvivalent. I 1843 utvidet Joule energibegrepet ved å ta med den kjemiske energi i et galvanisk element.

Vi er nå framme ved den mekaniske varmeteori, og starten på statistisk mekanikk og termodynamikk. Ved den dypere forståelsen av varmens natur kunne energibevaringsloven formuleres slik som vi kjenner den i våre dager. Dette ble gjort av H. von Helmholtz i 1847, men først rundt 1860 ble energiloven anerkjent i fysikerkretser. Sluttsteinen ble lagt av Albert Einstein i 1905 da han fra den spesielle relativitetsteorien kunne utlede at masse og energi kunne overføres i hverandre etter loven $E = mc^2$. Konsekvensene av denne likningen ble etterhvert underbygget av eksperimenter både innenfor kosmisk fysikk og atomfysikk.

Energi i moderne tid.

Energibegrepet binder sammen de ulike naturvitenskaper. Vi finner det i astronomi, kjemi, og biologiske fag, og med oljekrisa ser vi tydelig hvilken rolle energi spiller i samfunnsøkonomien. Industrisamfunnet Norge kan sammenliknes med en stor maskin som produserer klær og mat, varer og tjenester og passende temperaturer for det tropiske dyret, mennesket, som bor der. For å kunne utføre dette arbeidet trenger «maskinen» stor tilgang på energi. En av de store samfunnsoppgaver i vår tid er derfor å finne og utvikle nye energikilder, produsere energi og fordele den i foredlet form, f. eks. som elektrisitet. I de store industriland har menneskene fått avlastning for det harde kroppslige arbeidet som før skulle til for livberging; de har fått bedre helse, mere mat, mer fritid, store reisemuligheter osv. osv. Tilgang på rikelig energi har vist seg å være det egentlige uttrykk for nasjonenes rikdom.

Den framgangen som utnytting av store energimengder har ført til, følges likevel av en tilsvarende øking i de bivirkninger som et stigende energiforbruk innebærer. I en artikkel i FFV nr. 4 1972 ble den globale energibalansen gjennomgått. Den totale energiproduksjon i verden utgjør nå omtrent 0.01 % av solstrålingen mot jordoverflaten. Med fortsatt 5 % årlig vekst i energiforbruket vil vi allerede om 91 år produsere så mye energi at det utgjør 1 % av solstrålingen, og etter ytterligere 47 år vil produksjonen utgjøre 10 %. Klimaforholdene på jorda er resultatet av en delikat balanse mellom ulike faktorer der en hevning av varmeproduksjonen og dermed temperaturen ved overflaten kan utløse klimaomslag via uforutsette tilbakekoplingseffekter. Slike effekter vil sannsynligvis være de egentlige grenser for den ekstra varmeproduksjon som menneskene kan tillate seg.

Hva er så energi «egentlig»? Noe svar på dette spørsmålet vil en vel aldri få, like lite som en kan vente svar på hva tid og rom, ladning og masse «egentlig» er. Energi er et tall eller en størrelse som en etter bestemte regler kan summere seg fram til før en prosess eller hending er inntruffet. Dersom en etter hendinga igjen summerer, finner en at dette tallet ikke har endret seg. Alt som skjer i vår verden kan derfor ses på som en forflytning av energi i rommet eller som en overgang av energi fra en form til en annen. Det kan derfor se ut som det fins nok energi i verden. Vansken er likevel at bare en brøkdel av denne energien er tilgjengelig i en form som kan gjøre nyttig arbeid for menneskene. De termodynamiske lover setter nemlig en grense. Energibegrepet har vært ett av de kraftigste tankemessige hjelpemidler som meneneskene har laget seg for å forstå eller utnytte naturen.

Tillegg

For å være forberedt til en diskusjon om ulike energiformer vil det være nødvendig å kunne jamføre energiinnholdet av energibærerne. Ettersom en kan lage varme av alle energiformer bruker en å angi det termiske varmeinnholdet av energibærerne og uttrykke det i kWh (1 kWh = 860 kcal). Det er vanlig å nytte følgende omregningsfaktorer:

1 tonn steinkol	= 7 600 kWh
1 m^3 råolje	= 10 120 kWh
1 tonn råolje (= 1.16 m^3 råolje)	= 11 740 kWh
1 kg uranoksyd (U_3O_8)	= 180 000 kWh i termisk reaktor
1 kg uranoksyd (U_3O_8)	= 12 600 000 kWh i en formeringsreaktor
1 m^3 jordgass	= 9.3 kWh
1 m^3 flytende jordgass (= 600 m^3 jordgass)	= 5 580 kWh
1 m^3 ved	= 1 240 kWh

En skal likevel være oppmerksom på at når en sammenlikner ulike energibærere på grunnlag av tabellen ovenfor tar en ikke hensyn til forskjellig virkningsgrad av energiomformingsleddene. Dette vil særlig slå ut når en sammenlikner vasskraft med olje. For å lage elektrisitet av fossilt brensel må en nemlig gjennom et varmekraftverk som bare går med 40 % virkningsgrad.

Litteraturhenvisninger

«Historisk Fysik», Det Nordiske Forlag, København 1896. Poul la Cour og Jacob Appel.

«Foundations of physics», Dover 1957, R. B. Lindsay, H. Margenau.

Foundations of Physics 1, no 4 (1971) 383, R. B. Lindsay.

Lägesrapport från Energiprognosutredningen (Sverige), Almänna Förlaget 1973, B. Lyberg et al.

Phys. Blätter 29, No 6 (1973) 261, E. Schmutzer.

Verdens energisituasjon

Del 1.

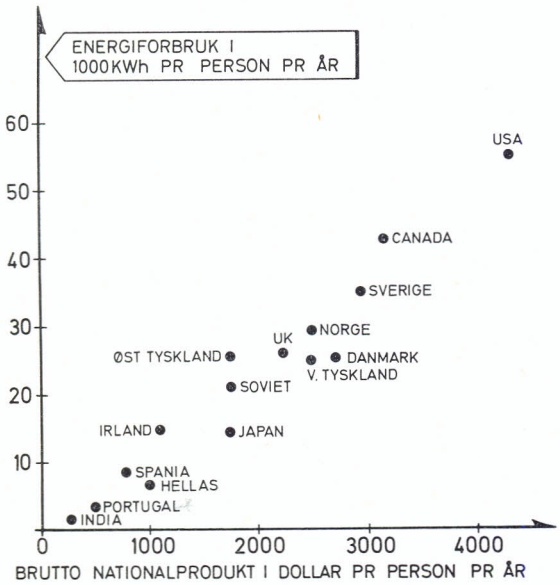
Per Thoresen

INNLEDNING

Menneskets utvikling kan beskrives som menneskets økende evne til å utnytte jordens ressurser. Noen av de viktigste av disse ressurser er de som kan brukes til å produsere energi i en eller annen form eller til å utføre arbeide.

Vi er i dag i stand til å kontrollere energi slik at vi kan øke det fysiske arbeide gjennom maskineri, øke vår psykiske evne ved radio, TV, datamaskiner, og å bedre vår komfort ved varme, lys, transport osv. Viktigheten av energi kan illustreres ved å sammenlikne energiforbruk med et vanlig brukt mål for levestandard, brutto nasjonalprodukt. De høyest utviklede land har høyt energiforbruk, mens de lavt utviklede land et lavt energiforbruk. F. eks. har USA og Europa tilsammen halvparten av det totale energiforbruk, mens befolkningsmengden i disse land kun er 15 % av jordens befolkning.

I historisk sammenheng vil vi svært grovt



Figur 1 Forskjellige lands energiforbruk er vist sammenliknet med bruttonasjonalprodukt. Det fremgår at det er en sammenheng mellom høyt energiforbruk og stort brutto nasjonalprodukt. (Data fra 1965).

Per Thoresen er forskningssjef ved Forsvarets Forskningsinstitutt.

kunne dele inn energiutviklingen i tre kategorier hva angår kildene.

1) En periode der bruk av muskelenergi var dominerende. Muskelsystem hos dyr og mennesker utnytter og forbruker mat. Fordi tidskonstanten for omforming er lang og utnyttelsen ineffektiv, vil energimengden her være svært begrenset.
2) Forbruk av ikke animalsk lagret energi som utnyttes i maskiner. Disse kildene er begrensede i kvantum (olje, gass, kull, uran).
3) Forbruk av energi som er kontinuerlig tilgjengelig. En slik energikilde har vi i solen, og vi kan regne med energien fra fusjon av hydrogen, som det er så rikelig av at den kan regnes som uuttømmelig og derved får karakter av kontinuerlig kilde.

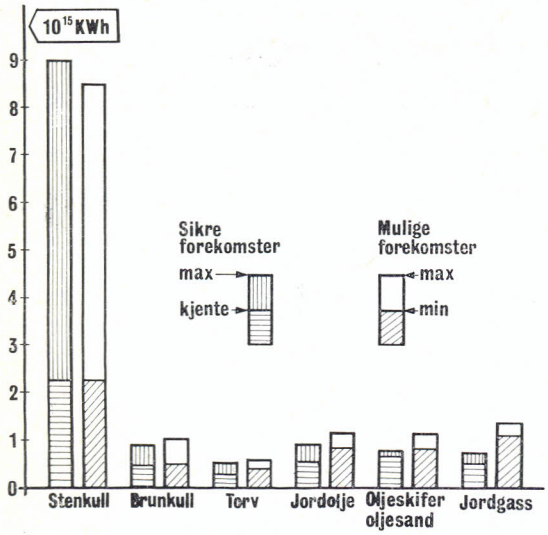
Vi er i dag i utviklingstrinn 2. Den brenselstype som utnyttes av våre lagrede ressurser, er avhengig av tilgjengelige forekomster, teknologi for utvinning av brenselet, teknologi for utnyttelse, relativt bruksbehov (industri, transport, boligbruk etc.) og en rekke andre faktorer som oftest reguleres med pris.

Alle disse faktorene er viktige for oss i dag, og om vi ikke snarest klarer å finne tekniske løsninger for å oppnå bedre utnyttelse av de lagrede kilder eller for å bringe oss over i det tredje utviklingstrinn, vil disse faktorer kunne bli bestemmende for vårt liv om ikke alt for lang tid.

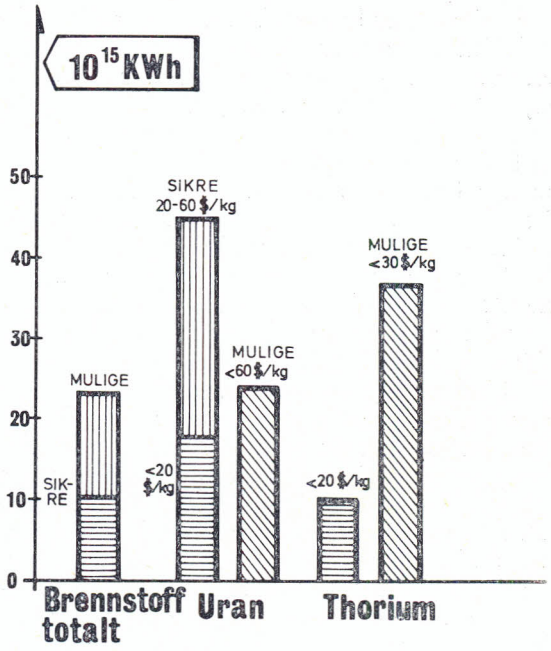
Energikilder

I dag og i en tid fremover vil vi være avhengige av de kilder for energi som naturen har samlet opp og bevart. Selv om ikke alle lagre av enerigibærere er funnet ennå, har en estimater av hvor meget det finnes på jorden. I figur 2 er det gitt en illustrasjon av dette.

Energienheten som er benyttet i fig 2 er kWh og de angitte mengder er for de fossile brensler varmeenergien ved forbrenning. Hvor stor del av dette som kan nyttiggjøres, avhenger av hvordan de forbrukes. Utnyttelsesgraden varierer fra 20—30 % (motorer) til nesten 100 % (oppvarming).



Figur 2a Et estimat over ressurser av fossilt brensel som idag synes økonomisk utvinnbart. Slike estimater er sterkt diskutert, og det hevdes at det finnes mange ganger disse mengder som vil avdekkes ettersom vi utvikler ny teknologi for, og intensiverer letingen etter nye ressurser. Dessuten øker disse mengder ettersom prisen for energi øker, og ny teknologi gjør utvinningen billigere.



Figur 2b Et estimat over lett tilgjengelige ressurser av fissilt brensel. De mengder som faller innenfor de forskjellige prisintervall er sterkt avhengig av teknologi. Ved utvikling av ny teknologi kan de oppgitte mengder øke med flere størrelsesordner. Til sammenlikning er summen av alle energikilder i fig. 2a tatt med.

For de fissile materialer er det varmemengder produsert i en såkalt formeringsreaktor (breeder) som er lagt til grunn. Denne er ca. 50 ganger mer effektiv i å omforme energien som er lagret i uranet vil varmeenergi, enn de i dag eksisterende reaktorer. Energien tilgjengelig i de i fig 2b angitte uranlagre er derfor kun femtiparten gjennom utnyttelse med dagens teknologiske status. Dessuten kan ikke thoriumet utnyttes.

Det fremgår at stenkull, som etter hvert er blitt et relativt mindre populært brensel, representerer en meget større reserve enn den i dag lettere anvendelige olje.

Når det gjelder olje, som i noen tid fremover vil være den største kilde for energiproduksjon, er det et problem at den bare er funnet i enkelte områder på jorden, og at de største forbrukerne av olje er sterkt avhengig av import. USA som er den desidert største forbruker (ca 1/3 av verdensforbruket) har bare 7 % av de kjente oljereservene (Vest-Europa bare 1 %), mens nesten 70 % av de kjente reservene finnes i Midt Østen.

Midt Østen får, med den avhengighet verden forøvrig har satt seg i til oljen, både stor politisk og økonomisk styrke. Før oljekrisen var det antatt at USA i 1980 trengte en import av olje for $ 20 milliarder pr. år (eller mer ved devaluering og prisøkning), og Europa er i den samme avhengighet. Det er klart at handelsbalansemessig og politisk skaper dette skjeve forhold i ressursfordeling og forbruk et stort problem.

De ressurser som er gitt i fig 2, er estimater av i dag. Det er grovt feilet før når det gjelder mengden av energikilder, og det er fremdeles mulig at estimatene er for lave. F. eks. steg mengden av verdens kjente oljeressurser med ca. 5 % fra 1971 til 1972 til tross for forbruket som var ca. 2,5 % av de kjente reserver.

Det har dessuten vært hevdet at vi leter etter olje og gass på gale steder, og at store mengder fossile brensler kan finnes lagret i andre områder og kanskje under andre betingelser enn det som idag forutsies av geologene. F. eks. hevdes at vi ikke har tatt nok hensyn til kontinentenes drift. Den utforskning vi hittil har foretatt på havbunnsområdene er blitt sammenliknet med å lete etter mineraler på fastlandet ved å reise over med luftskip og skrape på overflaten med en taustump. Det er ihvertfall sikkert at den mengde fossile brensler som vi har funnet lagret, er en forsvinnende liten del av det plantemateriale som er produsert gjennom tidene.

Utvinning av brensel fra kilder som idag teknologisk og økonomisk ikke er utnyttbare er en mulighet. Bruk av atombombe for å utvinne olje og gass har f. eks. lenge vært påtenkt, og er nå under eksperimentell utforskning, ved at et hulrom er sprengt ved tre bomber i ca. 2000 m dyp i Colorado i USA. Hulrommet er laget i et område av gassholdig sandsten, og en venter at i løpet av de neste 20 år skal ca 500 millioner kubikkmeter gass ha blitt produsert i hulrommet. Den radioaktive gassen skal blandes med gass fra andre kilder slik at strålingsnivået holdes på et forsvarlig nivå.

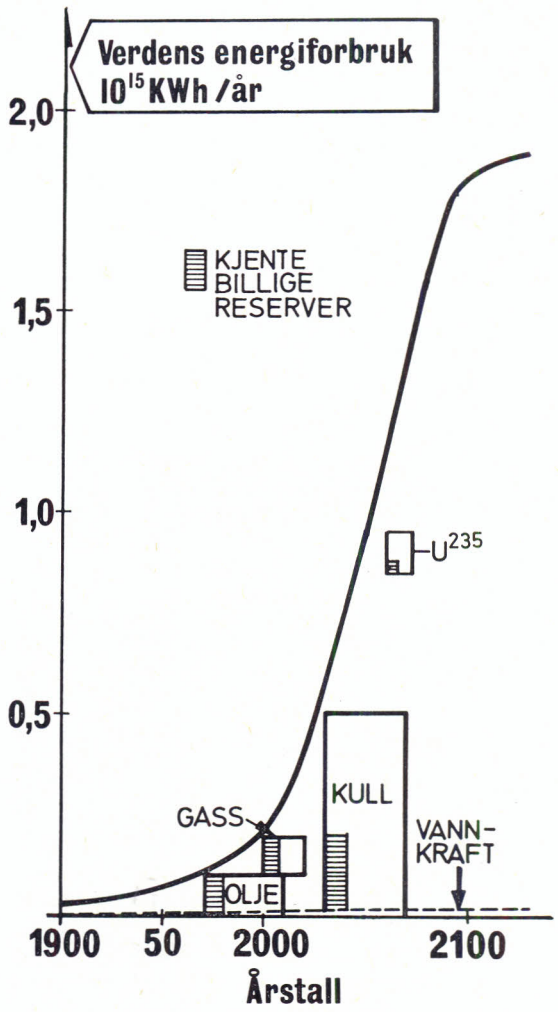
Oljeskifer og oljesand finnes det adskillig større mengder av enn det som er vist i fig 2a. Det antydes tall av optil 1000 ganger det der oppgitte tall, men med dagens teknologi krever det mer energi å utvinne det enn det som fåes ut. Det som idag ansees økonomisk utvinnbart vil selvfølgelig lett forandres med økende priser, og det antas mulig med dagens teknologi, å utvinne ca. 10 ganger så meget (ca. $2—4 \cdot 10^{16}$ kWh) med stort energioverskudd.

Selv for kull kan ny teknologi eller forandring i prisnivå bety en økning av hva som ansees økonomisk tilgjengelige ressurser med en faktor 100. En av grunnene til at kull er mindre benyttet i dag, er de stadig voksende omkostninger for å få gode og sikre arbeidsforhold ved gruvedrift. Tanker om en radikal forandring av dette, f. eks. ved å løse opp kullet i en væske og dermed direkte pumpe kullet ut av bakken, ville løse slike problem.

Når det gjelder uran, er det klart at prisantydningen som er påført i fig 2, henger nøye sammen med den teknologiske status. Det er mulig at det kan bli utviklet metoder til å utvinne uran fra de vanskeligere tilgjengelige kilder. Mengden av forekomster innenfor de angitte prisområdene kan dermed forøkes betydelig. En metode til å utvinne uran fra sjøen vil f. eks. øke våre ressurser med en faktor 1000, og en utnyttelse av de totale uranmengder i den øvre jordskorpen øker ressursene med en faktor $10^5—10^6$ fra figur 2.

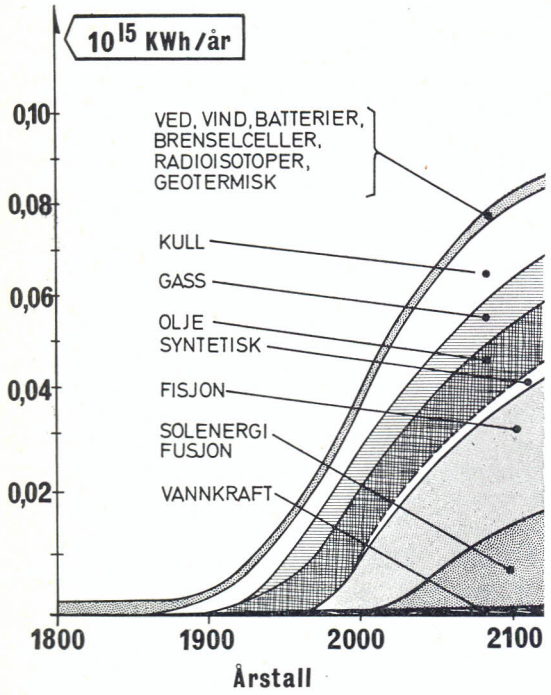
Energiforbruk.

Egentlig forbruker ikke mennesket så meget energi ved sin normale adferd. Ved moderat aktivitet svarer det til omtrent 3,5 kWh pr døgn som gir ca. 1200 kWh pr. år. Dette tilsvarer det industrielle energiforbruket i noen av de lavest industrialiserte land i figur 1. Det representerer imidlertid bare 2—3 % av energiforbruket i USA.



Figur 3 Verdens energiforbruk ekstrapolert fram til år 2100. Det er det såkalte primærforbruk som er gitt. Dette er direkte forbruk av ressurser som er gitt i figur 2 uten korrigering for varierende utnyttelsesgrad som fåes i forskjellig bruk.
Inntegnet er også mengde av kjente energikilder hentet fra figur 2 (bortsett fra at kun uran 235 er utnyttet, som i dagens reaktorer). Det fremgår at disse ikke fyller ut arealet under kurven fram til år 2100. For å fylle ut arealet må det vesentlige prisøkninger til, eller ny teknologi må utvikles. F. eks. vil alene bruk av breederreaktoren øke energimengden for fissilt materiale med opptil en faktor 100, som er tilstrekkelig fram til år 2100.

Energiforbruket i de industrialiserte land er dessuten sterkt økende. Vekstraten i USA i årene 1950—1970 var gjennomsnittlig 3,5 %, mer enn dobbelt så fort som befolkningsøkningen. I Norge er økningen enda sterkere (ca. 5 %). På



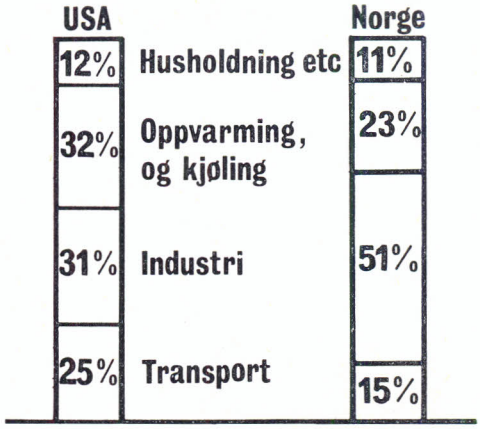
Figur 4 Energiforbruket i USA med prognoser fram til år 2100. Utnyttelsesfordelingen av de forskjellige energikilder er antydet.

verdensbasis er forbruket av energi omtrent som i figur 3, der en djervt har ekstrapolert fram til år 2100.

Hva energiforbruket blir i tiden fremover er et åpent spørsmål. Den vekstrate vi får er tildels avhengig av våre egne krav og tildels av beslutninger av politisk/økonomisk art. Det er vanskelig å tenke seg at veksten kan bremses opp svært hurtig uten ved en krisesituasjon. Om en likevel antar det utenkelige at det *ikke* blir øket energiforbruk i de industrialiserte land, antar *ingen* befolkningsøkning i verden og at hele verden får samme energiforbruk, vil utflatningsnivået kunne bli så lavt som ca. $0{,}3 \cdot 10^{15}$ kWh/år i figur 3. Det er også fremsatt prognoser som viser høyere utflatningsnivåer enn de ca. $2 \cdot 10^{15}$ kWh/år som antydet i figur 3.

Figur 4 viser forholdet mellom de forskjellige former for energikilder som benyttes og ventes benyttet i et industrisamfunn (USA). Dette forhold varierer en del fra land til land, og f. eks. i Norge representerer vannkraften i dag en vesentlig større andel av totalen (mer enn 50 %). Vi er verdens største konsument av elektrisk energi pr. innbygger.

En annen interessant statistikk er gjengitt i figur 5. Den viser hva energien forbrukes til i to



Figur 5 Primærforbruk av energi fordelt på de forskjellige forbruksområder i USA og Norge.

industrialiserte land. Igjen er det individuelle særpreg. I Norge er det den kraftkrevende industri som alene står for nesten 30 % av energiforbruket, som gjør at vi har over 50 % av vårt energiforbruk i industrisektoren.

Bruksfordelingen av energikilder (figur 4) henger selvfølgelig sammen med den utnyttelse som er vist i figur 5. Med dagens teknologi er det f. eks. rimelig å bruke fossile brensler til størstedelen av transportsektoren. Likeledes er elektrisk strømproduksjon de fleste steder i verden basert på forbrenning av fossile brensler.

Også når det gjelder forbruk av energi kan vi tenke oss ny teknologi som vil forandre bildet, og vi kan benytte kjent teknologi for å oppnå en bedre utnyttelse av våre ressurser. Dette kan skje bl. annet gjennom en prioritering av transportmidler. En mer optimal utnyttelse kan redusere forbruket i denne sektor med 20—80 % viser en studie i USA. Optimaliseringen kan reguleres ved prisen.

Tog er opptil 50 ganger mer effektivt enn fly i energiforbruk. En buss er 4—10 ganger mer effektivt enn et fly og opptil 4 ganger mer effektiv enn en bil. En supertanker er 100 ganger mer effektiv enn et fly, og dobbelt så effektiv som en rørledning.

Dette avhenger selvsagt av hva som skal transporteres, og hvor. F. eks. er bussen i tyntbefolket område som i Norge, kun 20 % bedre enn personbilen. Fly er forholdsvis meget dårligere for transport av gods enn av personell.

Denne prioriteringen mellom de forskjellige system reguleres idag med vår vanlige optimaliseringsparameter: pris. Pris på energi har hittil stort sett blitt fastsatt ved pris for å frembringe energien, men det er mulig å prise energien som

en sjelden vare (som for gull f. eks.). Dermed vil lønnsomheten av de forskjellige transportsystem påvirkes mer av energiforbruket.

I oppvarmingssektoren er det i verdensmålestokk stor sløsing med ressursene. I USA er det beregnet at en kan spare 40 til 50 % av forbruket ved bedre isolasjon. Igjen et prisspørsmål, der pris for isolasjon konkurrerer med pris for oppvarming. Stor besparelse kan også foretas ved opplæring og ved riktig bruk av termostat. Bruk av overskuddsenergi fra de store kraftverkene vil øke effektiviteten av utnyttelsen. I alle fall kan en bruke andre former for energi enn det fossile brensel til oppvarming.

En del av det industrielle forbruket kan reduseres (ca. 5 % er estimert) ved å erstatte en del av den eldre maskinparken med mere effktivt utstyr. En del kan spares ved å bruke om igjen metaller istedet for å utvinne fra naturlige forekomster. I det hele er imidlertid energiforbruket en så stor utgiftspost for industrien at det er allerede gjort store anstrengelser for å bringe dette til et minimum, og virkelig store besparelser er ikke å forvente.

Innsparinger og teknologiske forbedringer av denne art er for tiden vist stor interesse og vil bety store innsparinger. I tillegg er det håp om ny teknologi for å forbedre utnyttelsen av våre energikilder.

Vår potensielt største energikilde er, som en ser av figur 2, de fissile materialer. I dag er utnyttelsesgraden ca. 1—2 % av denne energikilden. Dette skyldes at vi hovedsakelig utnytter uranisotopen U-235 som representerer kun 0.7 % av naturlig forekommende uran. Det er forskning igang for å komme frem til reaktorer som kan utnytte også det øvrige uran. Slike reaktorer som kalles formeringsreaktorer (breeder) ventes ikke å komme i drift før i 1980-årene. En slik reaktor utnytter 60—70 % av uranet og utnytter også thorium. Den energimengden som i figur 3 er merket med U-235 vil dermed kunne bli ca. 100 ganger større, og forventes å dekke minst hele forbruket fram til år 2100.

I tillegg til den dårlige utnyttelsesgraden som her er nevnt, kommer at i energiomformingen er det også dårlig effektivitet, og ca. 65—70 % av den omsatte energi slippes ut uutnyttet. Dette representerer jo et energitap som vi i og for seg er kjent med fra andre varmekraftmaskiner enten det nå er en bensinmotor, dieselmotor eller dampmaskin. En uranreaktor avgir imidlertid store mengder varmeenergi som naturen må oppta i et lite område ved reaktoren. Fra en reaktor som leverer 1500 MW elektrisk effekt, må idag ca. 2500 MW slippes ut uutnyttet. Det vil være ønskelig så vel av miljømessige som av energikonserverende grunner å løse de teknologiske problemer slik at denne varme kan utnyttes.

Enda bedre var det om vi kunne få større effektivitet i omformingen av varmeenergien til elektrisk energi. Her stilles store forhåpninger til en ny konstruksjon som kalles Magnetohydrodynamisk generator (MHD). Denne ventes å bedre effektiviteten fra dagens 30 % til kanskje 60 % når den blir utviklet.

Et annet miljømessig problem med uranreaktoren er de radioaktive avfallsstoffer og faren for en ulykke. Teknologisk representerer nok ikke dette idag noe stort problem, men det er ihvertfall et psykologisk problem.

(Artikkelen fortsettes i neste nummer)

Bøker

A. Egeland, Ø. Holter and A. Omholt (Editors): Cosmical Geophysics. Universitetsforlaget, Oslo 1973. Pris kr. 96,–.

Norge har tradisjoner i kosmisk geofysikk. Kristian Birkeland og Carl Størmer gjorde banebrytende arbeider, og Lars Vegard og Leif Harang førte tradisjonen videre. Det er derfor gledelig å se ei norsk lærebok i kosmisk fysikk.

Boka kan brukes i et introduksjonskurs i «Space Physics« og er en samling artikler skrevet av skandinaviske fysikere. De sentrale delene av fagområdet: Sola, solvinden, kosmisk stråling og det magnetosfæriske og jonosfæriske plasma har fått en kortfattet, men god behandling. De fleste av kapitlene er velskrevet, men noen burde hatt en fyldigere referanseliste. I tillegg er mer spesielle emner (stort sett problemer som norske forskningsgrupper har arbeidet med) diskutert.

I ei bok med mange forfattere er noe overlapping ikke til å unngå, og framstillingen kan av og til virke oppstykket. Det er imidlertid vanskelig for *en* forfatter å gi en riktig og «up to date» framstilling av et så bredt fagområde, og denne boka viser at et skandinavisk samarbeid kan gi gode resultater. Men redaktørene burde kanskje ha konsentrert seg mer om de sentrale delene av den kosmiske geofysikken. Og i et hvert fall burde de i forordet ha redegjort for oppbyggingen av boka.

Boka som foreligger er midt i blinken for norske hovedfagstudenter i kosmisk geofysikk, og den vil også egne seg ypperlig for studenter i de andre nordiske land. Den gir en grei og kortfattet innføring i sentrale deler av faget og en orientering om problemene norske (og skandinaviske) grupper har arbeidet med.

Sammen med et innføringskurs i plasmafysikk vil den gi et godt grunnlag for videre studier.

Egil Leer

International Union of Pure and Applied Physics.

Arbeidsutvalget hadde møte den 28./29. September i Budapest. De viktigste saker til behandling var:

1. Budget 1974.
2. Internasjonale konferanser 1974.
3. Oppdrag til de faglige kommisjonene.
4. Forhandling med medlemsland om vitenskapsmenns forflytning og deltakelse i konferanser.
5. Nye medlemsland.

1. Budgetet er av størrelsesorden $ 65 000 uforandret, hvorav vel halvparten (38 000,—$) blir bevilget til internasjonale konferanser. Inntekten er basert på medlemskontingentene (51 000,— $) og et årlig tilskudd fra UNESCO. Kontingenten er et slags andelssystem der det enkelte land tegner seg for et visst antall andeler («shares»). En andel koster nå 300 $/år. Det blev ytret ønske om at de velstående land skulle utvide sine andeler og det er også skjedd i noen grad. Norge betaler nå en kontingent på 900,— $ det vil si 3 andeler. Det samme gjør Danmark, Sverige betaler 8, Finland 1 osv.

2. Internasjonale konferanser.

På grunn av inntrufne tilfelle av diskriminering på politisk eller etnisk grunnlag må alle konferanser som nå vil autoriseres og understøttes av IUPAP stille garantier for at slikt ikke må inntreffe. Dette kommer da i tillegg til den faglige vurdering i kommisjonene som betinger om en konferanse skal anbefales til støtte eller ei.

Det blev videre gjort en del vedtak med spesielt sikte på å støtte økonomisk vanskelig stillede medlemsland med å holde konferanser og for å gjøre det lettere for vitenskapsmenn i disse land å delta i internasjonale konferanser. Særskildt blev det bevilget slik hjelp for yngre vitenskapsmenn.

Om deltakergebyr ved slike konferanser har en merket seg at de har en tendens til å bli satt svært høyt, delvis fordi trykning av foredragene er innkludert. Om trykningen anbefales det av mange grunner å arrangere slike konferanserapporter som extrahefte til et lokalt tidsskrift. Forøvrig vil dette med deltakergebyr måtte holdes innen rimelige grenser f. ex. maksimum 30 $ i sjeldne tilfelle 50 $. En liste over de konferansene som IUPAP støtter i 1974 vedlegges.

3. Kommisjonene.

For tiden har IUPAP 15 faste kommisjoner:

1. Finans
2. Symboler, enheter, nomenklatur
3. Termodynamikk og Statistisk Mekanik
4. Kosmisk stråling
5. Meget lave temperaturer
6. Publikasjoner
7. Magnetisme
8. Faste stoffer
9. Partikler og felt
10. Kjernefysik
11. Naturkonstanter
12. Utdanning
13. Atom og Molekylfysik
14. Plasmafysik
15. En tilordnet (uavhengig) komité for optik.

P. Chr. Hemmer sitter i kommisjon nr. 3 ellers er det ingen andre Norske fysikere i kommisjonene for øyeblikket.

4. Det har været mange tilfælde av diskrimineringer og utreiseforbud i 1972, men IUPAP's klagemål har ført til resultater. I 1973 var det bare ett graverende tilfelle: Den Russiske fysiker Voronek kjent fra sin enestående måling av edelgassenes spesifikke varme nær det kritiske punkt, var blitt dårlig behandlet og tilsidesatt ved minst to anledninger. Selv om IUPAP ikke har særlige maktmidler å sette bak sine regler ventes det at slike episoder ikke skal gjenta seg, ihvertfall ikke når det gjelder internasjonale konferanser.

5. Nye medlemsland.

Det viktigste punkt under denne posten er China. China har foreløbig holdt seg reservert og grunnen er kanskje at Taiwan står oppført som medlem av IUPAP.

H. W.

KONFERANSER GODKJENT AV *IUPAP.*

Juli 1–4.
Conference on Liquid and Solid Helium.
Haifa, Israel.
Informasjon: Prof. C. G. Kuper, Dept. Physics, Technion, Haifa, Israel.

Juli 23–31.
Eighth Internat. Congress on Acoustics.
London, U.K.
Informasjon: Prof. B. L. Clarkson, 47 Belgrave Square, London SWI X8QX, England.

(Forts. s. 14)

Bøker

R. Bruce Lindsay, ed.: Acoustics: Historical and Philosophical Development. Dowden, Hutchinson & Ross, 1973, 465 sider innbundet. Pris £ 12.00.

Denne boken inneholder opptrykk – til dels i ny engelsk oversettelse – av 38 av de viktigste bidrag til akustikkens utvikling fra Aristoteles tid og frem til år 1900. Redaktøren, som nå er professor emeritus og tidligere ved siden av sitt fysikkprofessorat bl. a. har utgitt mer enn 20 bøker og et hundretall artikler, har i denne boken gjort noe langt mer enn å velge ut de 38 arbeidene. Professor Lindsay har selv stått for oversettelsen til engelsk både av latinske, franske og tyske originalarbeider, han har skrevet de to innledende kapitler som dels bidrar til å plassere akustikken i relasjon til andre deler av fysikken og i relasjon til andre vitenskapelige disipliner og som dels gir en god oversikt over akustikkens historie. Videre skriver han innledninger til hvert enkelt av de 38 arbeidene slik at leseren lettere kan oppfatte den plass i akustikkens utvikling hvert av dem har, og sist men ikke minst har han skrevet forklarende fotnoter til de enkelte arbeidene slik at leseren ikke skal bli forvirret av fremmedartet terminologi eller feiltagelser som forfatterne måtte ha gjort seg skyldige i.

Denne boken vil det være en glede å lese for enhver fysiker. Her finner man arbeider av Galilei, Boyle, Newton, Taylor, Euler, d'Alembert, Lagrange, Laplace, Wheatstone, Faraday, Ohm, Joule, Helmholtz, Curie, Lord Rayleigh, Sabine og mange flere. I dette selskap er det vanskelig å trekke frem noen få enkelt-bidrag, men la meg likevel nevne noen eksempler på hva man finner i boken: Taylor, som vel er best kjent for Taylor's formel i matematikken, bidrar med utledningen av den fundamentale svingefrekvens for en svingende streng idet det tas hensyn til lengden, masse pr. lengdeenhet og strekk-kraften. d'Alembert bidrar med bølgeligningen for en strukket streng. Vi finner Colladons beskrivelse av de målinger han i 1826 utførte for å bestemme lydhastigheten i ferskvann; og vi finner det av Green's arbeider som representerer det første teoretiske arbeide om refleksjon av plane bølger ved skjevt innfall mot en plan flate.

Blant arbeidene finner vi også Laënnec's beskrivelse av sin oppfinnelse av det medisinske stetoskopet. Han var lege og vel vant med den metode legene benyttet seg av forut for stetoskopets oppfinnelse, nemlig å legge øret inn mot pasientens bryst. Det var i 1816 at Laënnec ble konsultert av en ung kvinne. Han syntes den vanlige metoden ikke passet seg, og fant på å rulle sammen et stykke papir til en sylinder som han plasserte mellom pasientens kropp og sitt øre. Dette virket overraskende godt, og videreutviklingen av idéen førte til stetoskopet.

Samlingen avsluttes med Sabine's arbeide fra år 1900 om etterklang i rom, – et arbeide som danner grunnlaget for den moderne rom-akustikk. Det var et rent praktisk behov som hadde satt Sabine i gang med undersøkelsene, idet en ny forelesningssal ved Harvard hadde så dårlige akustiske forhold at noe måtte gjøres. Sabine løste det praktiske problem, idet han fikk skapt brukbare akustiske forhold i salen, men langt viktigere var den innsikt han skaffet oss om lyd i rom generelt.

Det vil alltid være ulike oppfatninger om utvalget når et lite antall arbeider skal velges ut som hovedarbeidene i et så omfattende felt som akustikken. Man vil savne Fourier, og kanskje også Joseph Henry. Likevel må man fullt ut respektere Lindsay's utvalg, – få er vel så kvalifisert til en slik oppgave som nettopp ham.

De arbeidene som er gjengitt i denne boken, er ofte slike som man ser henvisninger til, men som få har lest fordi de er vanskelig tilgjengelige. Lindsay har skapt en verdifull bok og en interessant bok. Den vil være til nytte for akustikere og andre fysikere, – kanskje særlig for dem som underviser i emner som er berørt i boken.

Boken lover meget godt for fortsettelsen av forlagets ærgjerrige bokserie «Benchmark Papers in Acoustics», som skal inneholde bind med nøkkelarbeider fra de forskjelligste deler av akustikken.

Kjell Gjævenes

James A. McCray and Thomas A. Cahill: Electronic Circuit Analysis for Scientists. J. Wiley & Sons, New York 1973. 292 sider. Pris £ 6.50.

Man er fristet til å si: ennå en bok om analyse av elektroniske kretser! – for det begynner å bli mange av dem nå. Det vesentlige blir derfor å finne om boken skiller seg ut fra de øvrige på noe vis. Forfatterne sier selv at de har funnet at mange av de bøker som allerede eksisterer, er skrevet for studenter i «electrical engineering departments». Bøker (og kurser) for studenter i fysikk, kjemi, biologi osv. som har planlagt sin karriére i disse fag, saknes. Det har de søkt å rette på.

Det er i første rekke tatt sikte på analyse (og beregning) av kretser, som igjen er basert på den praktiske bruken i elektronisk utstyr, og altså ikke på de enkelte komponenter. Det må nødvendigvis gis en viss innsikt i virkemåte og egenskaper hos radiorør, transistorer, transformatorer o. l., samt forståelse av Laplacetransformasjon, regning med komplekse størrelser osv., og denne del er å betrakte som introduksjon til resten (ca. 70 sider av 287). Det forutsettes litt kjennskap til differensialligninger og matematikk på grunnkursnivå. I teksten er det en rekke regneeksempler og det er beskrevet 13 eksperimenter som vel har vært øvelsesoppgaver i det elektronikk-kurset som boken er skrevet for. Til eksperimentene er gitt koblingsskjemaer med de aktuelle komponentverdier påført, og liste over det som skal foretas, men kommentarer til det som så (forhåpentlig) observeres, saknes. De fleste kapitler avsluttes også med «Problems». Disse omfatter ofte diskusjoner og utledninger av uttrykk med utgangspunkt i teksten, men det saknes kontroll-svar på konkrete beregninger.

Figurene er klare og informative, med ekstra fremhevet tekst under. Bare bagateller av trykkfeil er oppdaget. Bokens standard m.h.t. trykk og innbinding er på høyde med forlagets øvrige bøker.

De nevnte fysikere, kjemikere, biologer osv. som boken er beregnet på, vil vel før eller siden ha bruk for kjennskap til elektronikk i forbindelse med sitt arbeid, men det er et åpent spørsmål hvor meget av den presenterte kretsanalyse som sitter igjen når det er gått noen år. Forhåpentlig har man ikke solgt boken til en yngre student etter avlagt eksamen, så man kan finne den frem igjen og friske på hukommelsen. Men om så var, er ikke denne boken *så* forskjellig fra andre i samme kategori at den er en nødvendighet.

Halvard Torgersen.

Fra Fysikkens Verden

35. årgang
1973

NORSK FYSISK SELSKAP
TRONDHEIM 1973

Fra Fysikkens Verden

Redaktør:

Professor, dr. Haakon Olsen,

Universitetet i Trondheim, –

Norges lærerhøgskole, Trondheim.

Redaksjonskomite:

Lektor K. Jostein Knutsen, Luftkrigsskolen, Trondheim

Universitetslektor Wilhelm Løchstøer, Universitetet i Oslo, Blindern

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

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

Dr. techn. Helge Øverås, CERN, Genève

Teknisk medarbeider, annonsetjeneste:

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

Sekretær:

Fru Gudrun Græsmann,

Ekspedisjonens adresse:

Fra Fysikkens Verden, Fysisk institutt,
Norges Lærerhøgskole, 7000-Trondheim

Norsk Fysisk Selskap

Formann:

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

Styre:

Professor, dr. philos. Arnfinn Graue, Universitetet i Bergen.

Amanuensis Gunnar J. Kvifte, Universitetet i Tromsø.

Dosent, dr. philos. Thormod Henriksen, Universitetet i Oslo, Blindern,

Dosent Ivar Svare, Ph. D., Universitetet i Trondheim, NTH, Trondheim.

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

INNHOLD

Hefte 1

Fysikermøte og årsmøte i NFS 1973 1
Nytt frå styret i NFS 1
Nyhetsspalten 2
Seismiske metoder og resultater fra Jordskjelvstasjonens undersøkelser på den norske kontinentalsokkel. *Eirik Sundvor* 3
Alternativ lærerutdanning med realfaggrunnlag? *Arnvid Kyrkjeeide* 8
Optisk koherensteori. Del 2. *Kjell Gåsvik* 9
Fysikkbøker og fysikkundervisning i ungdomsskolen. *Knut Lehre Seip* 11
Anvendelse av Mössbauerspektroskopi i biofysikken. Del 2. *S. Prydz* 13
Fysikdagerna för gymnasiaster 1972. *K. J. Knutsen* 21
Bøker 12, 22
Landau & Lifschitz: Mechanics and Electrodynamics.
N. J. Zabusky (ed.): Topics in Nonlinear Physics, Proceedings of the Physics Session, International School of Nonlinear Mathematics and Physics.

Hefte 2

Vedtekter for Norsk Fysikkråd 23
Møte i optikkseksjonen, NFS 24
Ultrahurtige prosesser. Del 1. *Johan Moan* 25
Elektronsprutende atomer. *Aadne Ore* 30
Flytande krystallar. *Tormod Riste* 34
Anton van Leeuwenhoek (1632–1723) og mikroskopets historie. *K. J. Knutsen* 35
Aerodynamikk III. Lydmursmell eller supersonisk smell. *K. J. Knutsen* 37
En naturlig kjernereaktor for 1700 millioner år siden. *Olav Steinsvoll* 38
Hva er biofysikk anno 1973? *Svein Prydz* 39
Brev fra leserne 43
5. Nordic Solid State Conference. *(Ref. O. S.)* .. 44
IUPAP-Conferences 1973 *(utdrag)* 46

Bøker 24, 29, 33, 38, 45
F. Mandl: Statistical Physics.
R. C. Haymes: Introduction to Space Science.
M. M. Agrest and M. S. Maksimov: Theory of Incomplete Cylindrical Function and their Applications.
A. Unsöld: Stern und Menschen.
Gerard G. Emch: Algebraic Methods in Statistical Mechanics and Quantum Field Theory.
Gerhard Graeb: Forsøkslege i fysik og kjemi for de yngste.
Ove Arbo Høeg: Vitenskapelig forfatterskap.
K. Jostein Knutsen: Oppgave- og formelsamling i fysikk. I. Varmelære.

Hefte 3.

Årsmelding for NFS. *(T. R.)* 47
Fysikermøtet i Trondheim 1973. *(Ref. O. S.)* .. 48
Kvantiseres masse? *R. Amundsen* 49
Ultrahurtige prosesser. Del 2. *Johan Moan* 52
Hva er biofysikk anno 1973? Del 2. *Svein Prydz* 56
Energikrise i USA. Inntrykk fra en reise til Oak Ridge. *O. Steinsvoll* 64
Årsmøte i NFS 1973. Referat 67
Nye medlemmer 70

Bøker 51, 54, 66
Kosmos 1972
D. Isaachsen: Lærebok i fysikk for realgymnaset, bd. I og II.
Stuart J. Inglis: Planets, Stars and Galaxies.
Paul Bergsøe: Verdensrummet og Vi.
K. A. Keller, J. Lange og H. Munzel (H. Schopper, ed.): Q-Values of Nuclear Reactions, Part A.

Hefte 4.

Møte i Norsk Fysikkråd. *(Ref. O. S.)* 71
25 år siden Institutt for Atomenergi ble opprettet. *Olav Steinsvoll* 72
Nobelprisen i fysikk 1973. *Harald Bratsberg* 74
Nuffield Advanced Science. *K. J. Knutsen* 75
Varmebevegelser i krystaller og fononbegrepet. *Olav Steinsvoll* 76
Physics & Society. *H. B. G. Casimir* 79
Magnetiske målinger til hjelp ved geologisk kartlegging og oljeleting. *Inge Aalstad* 85
Nye medlemmer 90
Eksploderende molekyler. *Aadne Ore* 91
Konferanser organisert av Deutsche Physikalische Gesellschaft e. V. 94

Bøker 84, 90
Stuart J. Inglis: Planets, Stars and Galaxies.
Paul Bergsøe: Verdensrummet og Vi.
A. Rubinowicz: Sommerfeldsche Polynommethode.

FORFATTERREGISTER

Aalstad, Inge: Magnetiske målinger til hjelp ved geologisk kartlegging og oljeleting 85
Amundsen, Rolf: Kvantiseres masse? 49
Barth, J. B.: (Brev fra leserne) 43
Bratsberg, Harald: Nobelprisen i fysikk 1973 74
Brevik. Iver: (bokanm.) Oppgave- og formelsamling i fysikk, I. Varmelære. K. J. Knutsen .. 46
Budal, Kjell: (bokanm.) Lærebok i fysikk for realgymnaset, bd. I og II. D. Isaachsen. 54
Bøe, Jacob: (bokanm.) Forsøgslege i fysik og kjemi for de yngste. Gerhard Graeb. 45
Casimir, H. B. G.: Physics & Society 79
Gåsvik, Kjell: Optisk koherensteori. Del 2. 9
Heier, Halvor: Møte i optikkseksjonen, NFS 24
Hemmer, Per Chr.: (bokanm.) Topics in Nonlinear Physics. N. J. Zabusky 22
– (bokanm.) Statistical Physics. F. Mandl 24
Holt, Olav: (bokanm.) Planets, Stars and Galaxies. Stuart J. Inglis 84
– (bokanm.) Verdensrummet og Vi. P. Bergsøe 84
Ingebretsen, Finn: (bokanm.) Q-Values of Nuclear Reactions. K. A. Keller, J. Lange, H. Munzel 66
Jensen, Eberhart: (bokanm.) Introduction to Space Science. R. C. Haymes 29
– (bokanm.) Stern und Menschen. A. Unsöld .. 33
Knutsen, K. Jostein: Fysikdagerna för gymnasiaster 1972 21
– Anthon van Leewenhoek (1632–1723) og mikroskopets historie 35
– Aerodynamikk III. Lydmursmell eller supersonisk smell 37
– Ad Kyrkjeeides artikkel om alternativ lærerutdanning med realfaggrunnlag. 43
– Nuffield Advanced Science 75
Kyrkjeeide, Arnvid: Alternativ lærerutdanning med realfaggrunnlag? 8
Moan, Johan: Ultrahurtige prosesser. Del 1 25
– Ultrahurtige prosesser. Del 2 52
Mork, Kjell: (bokanm.) Theory of Incomplete Cylindrical Functions and their Applications. M. M. Agrest and M. S. Maksimov 29
– (bokanm.) Sommerfeldsche Polynommethode. A. Rubinowicz 90
Ore, Aadne: Elektronsprutende atomer 30
– Eksploderende molekyler 91
Prydz, Svein: Anvendelse av Mössbauerspektroskopi i biofysikken. Del 2 13
– Hva er biofysikk anno 1973? Del 1 39
– Hva er biofysikk anno 1973? Del 2. 56
Riste, Tormod: Flytande krystallar. 34
– Årsmelding for Norsk Fysisk Selskap 47
Seip, Knut Lehre: Fysikkbøker og fysikkundervisning i ungdomsskolen 11
Steinsvoll, Olav: En naturlig kjernereaktor for 1700 millioner år siden 38
– 5. Nordic Solid State Conference. (Ref.) 44
– Fysikermøtet i Trondheim 1973 (Ref.) 48
– (bokanm.) Kosmos 1972 51
– Energikrise i USA 64
– Møte i Norsk Fysikkråd 71
– 25 år siden Institutt for Atomenergi ble opprettet 72
– Varmebevegelser i krystaller og fononbegrepet 76
Størmer, Erling: (bokanm.) Algebraic Methods in Statistical Mechanics and Quantum Field Theory. Gerard G. Emch 38
Sundvor, Eirik: Seismiske metoder og resultater fra Jordskjelvstasjonens undersøkelser på den norske kontinentalsokkel 3
Wergeland, Harald: (bokanm.) Mechanics and Electrodynamics. Landau & Lifschitz 12
– (bokanm.) Vitenskapelig forfatterskap. Ove Arbo Høeg 45

Klipp her

Påmelding til Fysikermøtet i Oslo 20. — 22. juni 1974

Navn:

Adresse:

Anmelder foredrag: Ja/Nei

Emne:

Antatt varighet ..... minutter.

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

Resymé (på engelsk) må følge påmeldingen.

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

19—20/6 ..... 20—21/6 ..... 21—22/6 ..... 22—23/6 .....

På Panorama Sommerhotel ..... (kr. 57,— pr. natt, inklusive frokost).

På Garden Hotell ..... (kr. 100,— pr. natt, inklusive frokost).
(Noen få værelser.)

Jeg anmelder ..... personer til båttur 20/6 (pris kr. 20,—)
Barn gratis.

Jeg anmelder ..... personer til festmiddag 21/6 (pris kr. 50,—)

Påmelding sendes senest 1. mai 1974 til

Fysikermøtet 1974, Boks 1038, Blindern, Oslo 3.

Klipp her!

(Forts. fra s. 11)

Juli 15–19.
12th Internat. Conf. on the Physics of Semiconductors.
Stuttgart, Vest-Tyskland.
Informasjon: Dr. O. G. Folbert, IBM Deutschland GmbH, Entwicklung und Forschung, P. O. Box 210, D-7030 Stuttgart, BRD.

Juli 29.–Aug. 1.
X-Ray Processes in Matter.
Helsinki, Finland.
Informasjon: Dr. T. Åberg, Lab. of Physics, Helsinki University of Technology, SF-02150 Otaniemi, Finland.

Aug. 19–23.
Color Centers in Ionic Crystals.
Sendai, Japan.
Informasjon: Dr. M. Ueta, Dept. of Physics, Tohoku University, Katahira 2-Chome, Sendai, Japan.

Juni 26–28.
3rd Internat. Symp. on Surface Physics.
Utrecht, Nederland.
Informasjon: Dr. . A. Bootsma, Van't Hoff Lab., Rijks Universiteit Utrecht, Utrecht, Nederland.

Mai 2–7.
IXth Internat. Conf. on High Energy Accelerators.
Stanford, Cal., USA.
Informasjon: Prof. W. K. H. Panofsky, SLAC, P. O. Box 4349, Stanford, Cal. 94305, USA.

Juli 1–10.
XVIIth Internat. Conf. on High Energy Physics.
London, U.K.
Informasjon: Dr. G. H. Stafford, Rutherford High Energy Lab., Chilton, Didcot, Berks., England.

Aug. 26–30.
The Few Body Problem in Nuclear Physics.
Québec, Canada.
Informasjon: Prof. R. J. Slobodrian, Université Laval, Département de Physique, Québec 10e, Canada.

Juni . . .
Reactions between Complex Nuclei.
Nashville, Tenn., USA.
Informasjon: Dr. P. H. Stelson, Physics Div., Oak Ridge Nat. Lab., P. O. Box X, Oak Ridge, Tenn. 37830 USA.

November . . .
Gamma-Ray Transition Probabilities.
Delhi, India.
Informasjon: Dr. Suresch C. Pancholi, Dept. of Physics and Astrophysics, Univ. of Dehli, Dehli 7, India.

Juli 22–26.
IVth Internat. Conf. on Atomic Physics.
Heidelberg, Vest-Tyskland.
Informasjon: Prof. G. zu Putlitz, Ist. für Angewandte Physik I der Universität Heidelberg, Albert-Überle-Strasse 3–5, D-69 Heidelberg, BRD.

Sept. 9–14.
18th Congr. Ampère on Magnetic Resonance and Related Phenomena.
Nottingham, England.
Informasjon: Prof. E. R. Andrew, Dept. of Physics, Univ. of Nottingham, University Park, Nottingham NG7 2RD, England.

Juli 22–26.
IVth Internat. Conf. on Vacuum Ultraviolet Radiation Physics.
Hamburg, Vest-Tyskland.
Informasjon: Prof. R. Haensl, II. Inst. für Exp. Physik, 2 Hamburg 50, Luruper Chaussee 149, BRD.

Mai 13–15.
2nd Internat. Conf. on Electrode Phenomena in Discharges.
Bukarest, Romania.
Informasjon: Dr. C. Popovici, State Committee for Nuclear Energy, Dept. of Plasma Physics, Physics Inst., Bd. Pacii 222, Bucharest, Romania.

Sept. . .
Internat. Conf. on General Relativity and Gravitation.
Tel Aviv, Israel.
Informasjon: Prof. N. Rosen, Dept. of Physics, Technion, Haifa, Israel.

Fysikk og miljø

— Forurensningsstudier ved isoptekniikk

J. B. Dahl

La oss betrakte et avgrenset system, f. eks. en innsjø gjennomstrømmet av elvevann, en del av en elv, et grunnvannsreservoar, et avløpsnett og dets nærmeste omgivelser, en deponeringsplass for kommunalt og industrielt avfall, etc.

Felles for disse systemer er at de mer eller mindre konstant blir gjennomstrømmet av vann, og at dette vannet fører med seg oppløselige salter, partikler og eventuelt forurensninger som er skadelige for systemet. Disse stoffer kan bli bundet i systemet ved kjemiske utfellinger, sorpsjon, eller komme inn i levende organismer.

Ved studier av materialtransporter og kjemiske omsetninger i slike systemer er det ofte fordelaktig å anvende sporstoffer eller tracere. Med en tracer forstår vi da et stoff som oppfører seg på nøyaktig samme måte i systemet som det stoff vi er interessert i å studere, men som dessuten lett kan bli påvist og analysert, enten direkte ved hjelp av radioaktiv stråling som den sender ut, eller indirekte ved analyse av uttatte prøver. Vi skal i denne artikkelen begrense oss til en nærmere beskrivelse av såkalte «isotoptracere», dvs. tracere som lett kan bli påvist og analysert ved hjelp av isotoptekniske metoder.

Følgende tracere er aktuelle i denne forbindelse:

a) Radioaktive tracere som er kjemisk identiske med forurensningene. Disse tracere kan betraktes som «ideelle tracere», fordi de følger forurensningene i alle kjemisk-biologiske omsetninger i systemet.

b) Radioaktive tracere som ikke er kjemisk identiske med forurensningene. Disse tracere består vanligvis av et vannløselig salt som inneholder et radioaktivt element, og som følger forurensningene i vannet på en representativ måte.

c) Aktiverbare tracere, dvs. stabile, vannløselige stoffer som ikke er kjemisk identiske med forurensningene, og som inneholder et element som kan bli bestemt ved aktiviseringsanalyse med stor følsomhet.

Cand.real. J. B. Dahl, Institutt for Atomenergi, Kjeller.

I tillegg til disse tracere blir det i mindre utstrekning benyttet stabile tracere som er kjemisk identiske med forurensningene. Disse tracere er anriket med hensyn til en bestemt isotop, f. eks. nitrogen med ^{15}N og oxygen med ^{18}O.

I praktiske feltundersøkelser er eksempelvis 1 Ci ^{82}Br (1Ci = 3.7 x 10^{10} disint/sek.) tilstrekkelig for å «merke» ca. 10^6 m^3 vann. Til sammenligning er 1 g av den aktiverbare tracer indium (In) nok for merking av det samme volum.

Vi skal i det følgende kort skissere hvordan man ved hjelp av disse tracere og isotoptekniske metoder kan løse en rekke forurensningsproblemer av praktisk betydning.

1. *Spredning av forurensninger fra deponeringsplasser for søppel, kloakkslam og industriavfall.*

Ved planlegging av nye kommunale og industrielle deponeringsplasser for avfall, som kan bety en fare for vannressursene i nærheten, er det fordelaktig på forhånd å kartlegge de veier slike forurensninger eventuelt kan følge. Likeledes kan det være aktuelt å studere spredningen av forurensninger fra eksisterende anlegg.

I undersøkelser av denne type blir radioaktive eller stabile tracere dosert i det aktuelle deponeringsområdet. I bekker, dreneringsgrøfter, myrer, elver, vann, etc. hvor traceren kan tenkes å komme, bir vannprøver tatt ut for analyse eller detektorer plassert for registrering av aktivitet.

Med kjennskap til vannføringen på de forskjellige målesteder kan den prosentvise fordeling av forurensninger i overflatevann og grunnvann bli bestemt. (Fig. 1)

2. *Infiltrasjon av forurensninger i grunnvannsreservoarer.*

Ved utnyttelse av grunnvannsreservoarer til drikkevannforsyning er det viktig å beskytte dette mot infiltrasjon av forurensninger fra de nærmeste omgivelser.

I den forbindelse er det nødvendig å kjenne grunnvannets strømningsretninger og hastigheter i og omkring grunnvannsreservoaret.

Grunnvannets retninger blir målt i filterrør

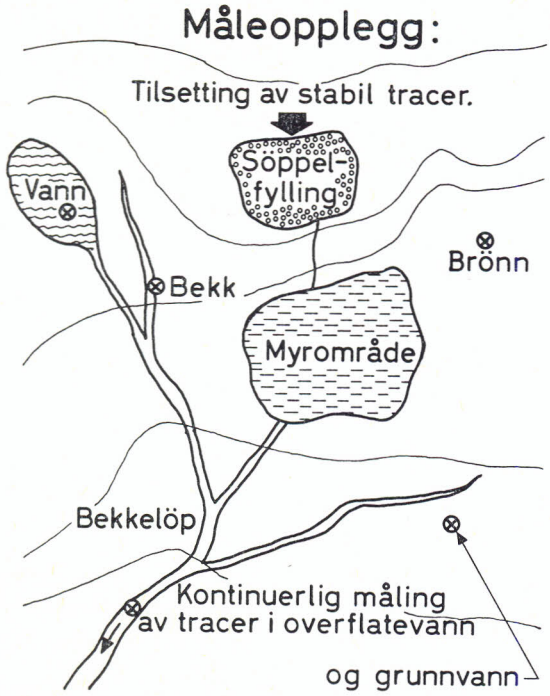


Fig. 1

som er ført ned i grunnvannet. På bestemte dyp, hvor grunnvannet beveger seg, blir en liten mengde radioaktiv tracer dosert. Traceren vil følge vannet ut av røret, og retningen blir bestemt ved hjelp av en spesiallaget retningsdetektor tilkoplet et registrerende instrument.

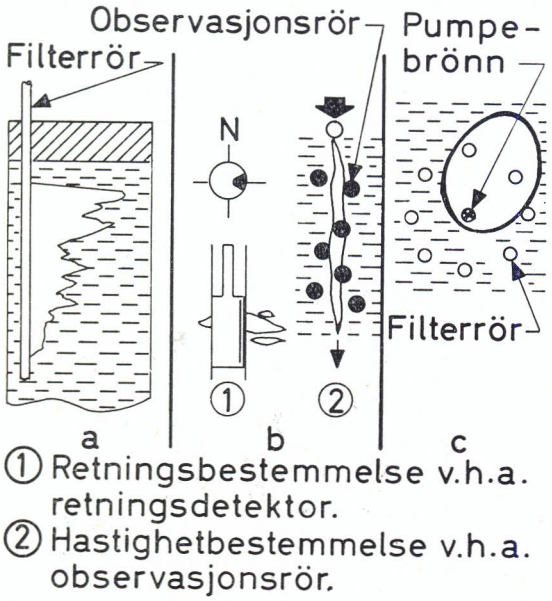


Fig. 2

Detektoren består av et lite Geiger-Müller rør som er plassert eksentrisk i en blyblokk, slik at røret bare kan motta stråling gjennom en smal, vertikal spalte. Ved å dreie detektoren rundt blir traceren og dermed retningen bestemt. (Fig 2 a og b).

Grunnvannets hastighet blir bestemt ved å måle hvor lang tid tracerbølgen bruker mellom to filterrør eller tette «observasjonsrør».

Fordelingen av grunnvann som blir suget inn i en pumpebrønn, blir målt kvantitativt ved suksessive doseringer av radioaktiv tracer i filterrør, som er plassert i en bestemt avstand rundt pumpen. Med kjennskap til den såkalte «utbyttefordelingskurve» for innsuget tracer i brønnen får man et godt grunnlag for vurdering av hvilke veier forurensninger kan komme inn i grunnvannsreservoaret. (Fig 2 c).

3. *Spredning av forurensninger fra lekkasjer i kommunale og industrielle avløpsnett.*

I forbindelse med tetthetskontroll av nye avløpsnett har det vist seg hensiktsmessig å lokalisere eventuelle lekkasjer ved hjelp av isotopteknikk. Likeledes kan lekkasjer i avløpsnett som er i bruk, bli påvist.

Undersøkelser av denne type blir utført ved å dosere en liten mengde radioaktiv tracer i øvre enden av en avløpsledning. På steder hvor det er lekkasjer, vil litt av traceren renne ut og binde seg til grunnmaterialet på utsiden av røret. Ved hjelp av en scintillasjonsdetektor som blir ført over eller igjennom røret, blir lekkasjen(e)

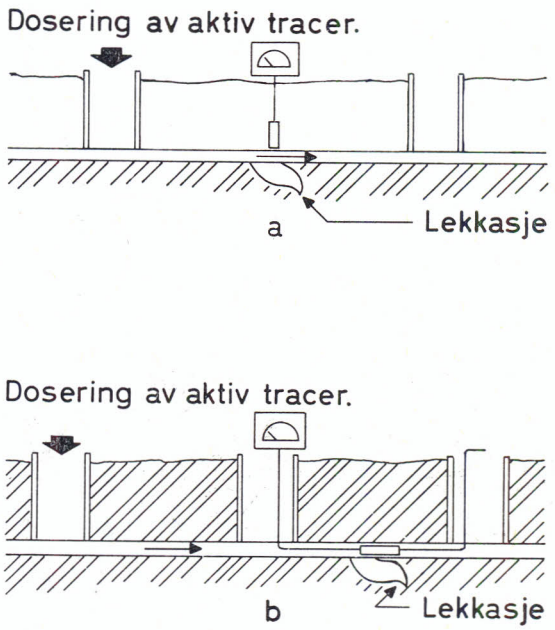


Fig. 3

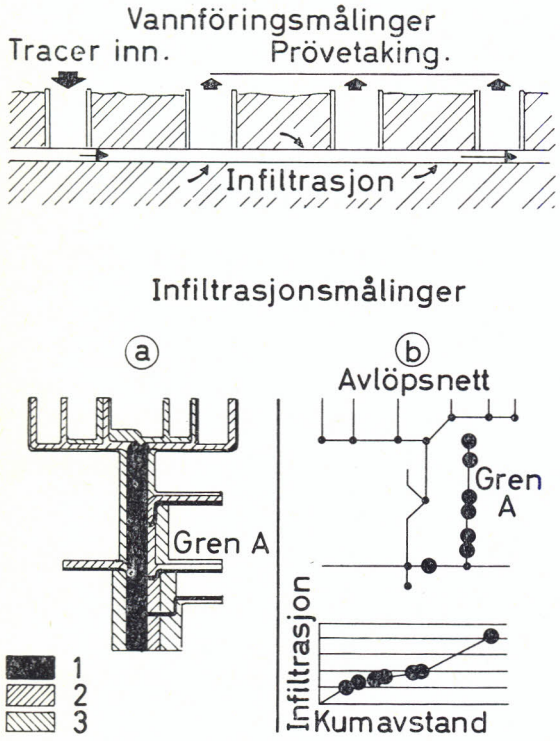


Fig. 4

bestemt med stor nøyaktighet. (Fig 3 a og b).

I et nytt boligfelt, som ikke var tatt i bruk, ble eksempelvis 25 store lekkasjer påvist og utbedret i løpet av kort tid.

4. *Infiltrasjon av vann i kommunale og industrielle avløpsnett.*

En annen type målinger i avløpsnett, som i dag er aktuelle, er de såkalte «infiltrasjonsmålinger», som tar sikte på raskt å kartlegge hvor tett et avløpsnett er med hesnyn til innsig av uønsket vann. Denne typen målinger er av interesse i forbindelse med planlegging og dimensjonering av renseanlegg og utbedring og fornyelse av avløpsnett.

Infiltrasjonsmålinger blir utført ved samtidig å dosere en svak, radioaktiv tracerløsning i øvre enden av forskjellige grenledninger. I kummer langs ledningene blir aktiviteten målt, og vannføringen mellom de enkelte kummer blir bestemt. (Fig 4 a og b).

Målinger blir utført i tørrværsperioder og regnværsperioder. På grunnlag av disse måledata er det mulig å beregne innsig av grunnvann og lekkasjevann fra kommunalt vannledningsnett, innsig av overvann ved snøsmelting og regnvær og hvordan infiltrasjonen fordeler seg langs de forskjellige grenledninger.

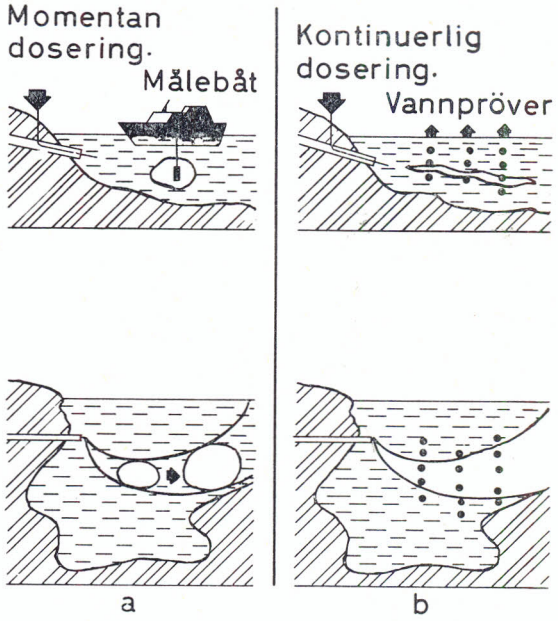


Fig. 5

5. *Spredning av forurensninger fra planlagte kommunale og industrielle utslipp i resipienter.*

I forbindelse med planlegging av nye utslipp (=kloakk) i resipienter (=sjø eller elv) er det av betydning å studere transport- og fortynningsforhold rundt utslippet (nær-sonen) og for øvrig i resipienten (fjern-sonen). Resultatet av slike undersøkelser blir brukt i forbindelse med valg av utslippsted og den konstruktive utførelse av selve utslippet. Det er også ofte av interesse å fastslå om et bestemt utslipp av avløpsvann kan virke inn på vanninntak og badestrender i nærheten.

I undersøkelser av denne type er det fordelaktig først å kartlegge strømningsbildet i nær- og fjernsonen. Slike målinger kan bli utført ved dosering av en radioaktiv tracer på utslippstedet på en slik måte at den er mest mulig representativ for det avløpsvannet som skal slippes ut. Spredningen av traceren i resipienten blir målt ved hjelp av en detektor senket ned i vannet fra motorbåter. Ved hjelp av de måledata man får på denne måten, blir også fortynningen av tracer på forskjellige steder bestemt. (Fig 5 a).

Hvis strømningsforholdene varierer meget under målingene, er det nødvendig å dosere en aktiverbar tracer, f. eks. et salt av indium, og så bestemme fortynningsforholdene ved analyse av vannprøver tatt ut av resipienten. (Fig 5 b).

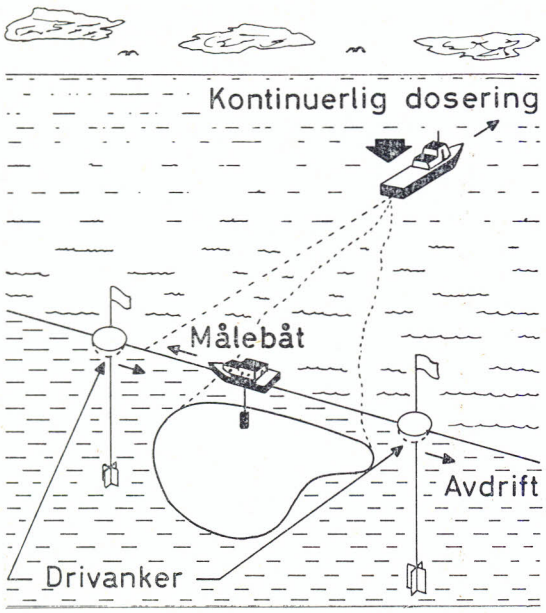


Fig. 6

Flere undersøkelser av denne type er utført, bl. a. for et planlagt hovedutslipp i Trondheim by ved Høvringneset. En større undersøkelse er utført i Oslofjorden i samarbeid med NIVA.

6. *Fortynning av overbordvann sluppet ut fra tankskip i åpen sjø.*

Det stilles i dag strenge krav til tankskip med hensyn til utslipp av overbordvann (tankvaskevann som inneholder kjemikalier og rester av olje) i havet og i kystfarvann. Det er derfor ønskelig å bestemme hvilke mengder som slippes ut, og hvilke fortynninger overbordvannet har i propellvannet umiddelbart bak skipet. (Fig 6).

I undersøkelser av denne type blir en radioaktiv tracer dosert kontinuerlig i overbordvannet i løpet av en bestemt tid. Skipet passerer under denne dosering mellom to drivankere, som på forhånd er plassert i skipets kurs. På en linje mellom disse drivankere blir tracerkonsentrasjonen i forskjellige dyp målt som funksjon av tiden. Ved hjelp av disse måledata kan man beregne fortynningen av overbordvannet i propellvannet og ellers få et bilde av hvordan forurensningen sprer seg i vannmassene.

Undersøkelser av denne type er utført i samarbeid med Norges Skipsforskningsinstitutt.

7. *Undersøkelser av renseoperasjoner.*

Tracerteknikk har vist seg å være et egnet hjelpemiddel ved nærmere studier av hvordan forskjellige renseanlegg funksjonerer.

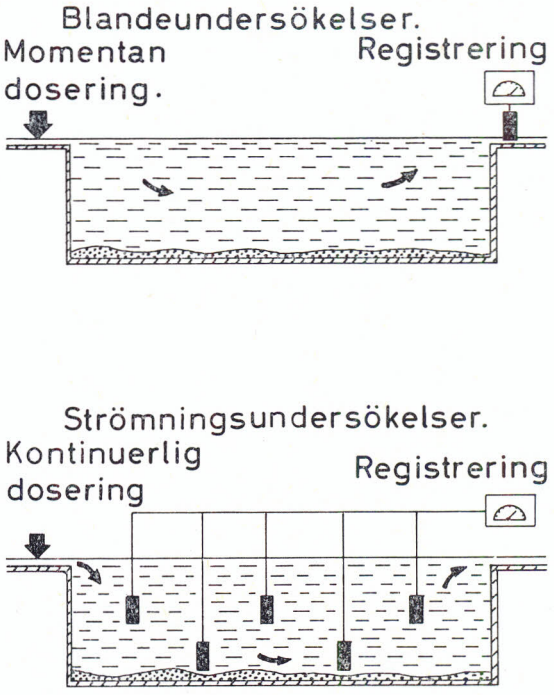


Fig. 7

I undersøkelser av denne type blir radioaktiv tracer som er representativ for den forurensningskomponent som skal undersøkes (vannløselige salter, slam, faste partikler, etc.), dosert momentant eller kontinuerlig i innløpet av renseenheten. På grunnlag av responskurvens form ved utløpet av enheten kan man ved sammenligning med en matematisk funksjonsmodell for renseenheten komme frem til kvantitative mål for følgende størrelser: midlere oppholdstid, dødvolum, grad av ideell blanding, kortslutningsstrømmer, stempelstrømmer, konsentrasjonsfordeling, kjemisk utbytte m.m. (Fig 7).

8. *Sluttord.*

Radioaktive isotoper har vist seg å være et nyttig hjelpemiddel innenfor miljø- og forurensningsområdet.

Reaktoren på Kjeller produserer imidlertid også isotoper som blir benyttet i industriell og medisinsk forskning.

Bruk av radioisotoper har store fordeler framfor alternative metoder, slik som stor følsomhet, høy selektivitet og muligheter for å sette merkelapp på naturlig forekommende stoffer osv. Teknikken kan utnyttes i studier av den biologiske omsetning og dermed gi grunnlag for bygging av økologiske modeller. En kan f. eks. følge spredning av sprøytemidler og andre gifter gjennom næringskjeden.

Ved å anvende såkalt aktiveringsanalyse er det mulig å bestemme meget små konsentrasjoner av elementer i jord og vann direkte. Prøvene blir da bestrålt med nøytroner inne i reaktoren, og elementene blir identifisert ved hjelp av sin karakteristiske gammastråling etterpå. Denne metoden har særlig fått anvendelse for å kartlegge spredning av tungmetaller. Aktiveringsanalyse vil bli behandlet i en senere artikkel.

De måle- og analysemetoder som moderne fysikk og kjerneteknikk stiller til vår disposisjon kommer til å spille en stadig viktigere rolle i åra framover da vi skal ta store løft for å redusere forurensningene og forbedre miljøet.

Bøker

Jerry B. Marion: Physics – The Foundation of Modern Science.
Utgitt av: John Wiley & Sons, Inc.

Boken, som er på ca. 330 sider, forsøker å dekke hele det fysikalske verdensbildet fra atomfysikk til astronomi og kosmologi. Det er uten videre klart at en lærebok som tar for seg et slikt enormt område, bare kan gi en beskrivende omtale av de grunnleggende idéer og begrep som ligger bak verdensbildet. Overskriften av oppsummeringen etter hvert kapittel er i grunnen betegnende for bokens innhold. Overskriften er:

«Summary of Important Ideas».

Det er meget vanskelig å plassere en slik bok i norsk fysikkundervisning. For studenter som har tatt sin grunnutdanning i fysikk ved norske universiteter, vil boken trolig virke som et sammendrag av det de har lært. For en student som skal ta sin grunnutdanning, vil boken bli altfor usystematisk, og for en person som bare ønsker seg en orientering i fysikk vil den trolig bli altfor vanskelig.

Asbjørn Solheim

K.-H. Hellwege (ed.): Landolt-Börnstein, Zahlenwerte und Funktionen aus Naturwissenschaften und Technik. New Series.
Gruppe III: Kristall- und Festkörperphysik
Band 7: Kristallstrukturdaten anorganischer Verbindungen. W. Pies & A. Weiss: Teil a Schüsselemente F, Cl, Br, J/Halogenide und Halogenokomplexe.
(Ed: K.-H. Hellwege, A. M. Hellwege) XXXII, 647 s. 1974. Cloth DM 436,—; Springer-Verlag 1973.

Bind I/4 «Kristalle», som kom ut i 1955, omfattet strukturdata for 1085 organiske og 4300 organiske stoffer på tilsammen 160 sider. Den nye serie vil komme i 12 enkeltbind med tilsammen ca. 7500 sider. Herav er utkommet (1971) bindene III/5a og III/5b med data for 7580 organiske stoffer, bind III/6 (1972) for 9540 elementer og intermetalliske faser, og bind III/8 inneholdende data for 3700 epitaktiske systemer. Data for uorganiske krystaller, ca. 18 000, vil bli utgitt i enkeltbindene 111/7a . . . f, mens III/7g vil inneholde litteraturfortegnelse for alle delbindene III/7a . . . f. Endelig vil register for III/7a . . . f bli gitt i eget bind III/7h.

Det bind som nå er kommet er altså det første av serien for uorganiske stoffer, bind III/7a, som omfatter halogenider og halogenkomplekser med nøkkelelementer F, Cl, Br, J. Det inneholder data for 3820 slike forbindelser. Data er ordnet i tabellform med henholdsvis nummer, kjemisk formel og eventuelt mineralnavn, romgruppe med gitterkonstanter, antall molekyler pr. elementærselle, tetthet, strukturdata som strukturtype, analysemetode (røntgen-, neutron- eller elektron-diffraksjon) krystallform etc. og endelig litteraturhenvisning. I tillegg til slike data er det i betydelig utstrekning gitt opplysninger i fotnoter om andre fysikalske forhold som f. eks. utvidelseskoeffisienter, omvandlingspunkter, løslighet, kompressibilitet, smeltepunkt, optiske data, Debye-Waller-faktorer, magnetiske egenskaper, epitaksi m. m.

I det foreliggende bind kreves det intuisjon for å finne frem til et bestemt stoff. Dette vil selvsagt stille seg annerledes når registerbindet foreligger. Romgrupper er gitt både ved Schoenfliess og Hermann-Manguin symboler. Gitterkonstantene er generelt gitt i Å, men eldre data for ikke-kubiske strukturer er oppgitt i kX-enheter. Å-enheter må man vel enda godta, selv om SI-enheter blir mer vanlige, men kX-enheter burde man nå ha fått vekk. Det synes forøvrig brukt vel meget plass for å gi gamle data ved siden av nye. Strukturopplysningene er naturligvis meget kortfattede og i stikkordform. For litt mer kompliserte strukturer ville R-faktor vært av interesse, men savnes. Litteraturhenvisninger er i stor utstrekning gitt til Strukturbericht/Structure Reports, og i så tilfelle er henvisningene tilstrekkelige. Når det gjelder henvisninger til originalarbeider er opplysningene utilstrekkelige uten bindet med litteraturreferanser. Dette kan virke unødvendig komplisert. Med en nummerert liste over tidsskrifter kunne fullstendige henvisninger være gitt i kolonnen her med nummer på tidsskrift, årstall og sidetall. I listen over symboler og forkortelser står «$\{h\,k\,l\}$ Planes of a zone» eller «Flächen einer Zone». Dette er ikke i overensstemmelse med den vanlige betydning av begrepet «sone». Det menes vel egentlig «Planes of a crystal form». Tabellverket inneholder data som er publisert til og med 1971 og bygger på Strukturbericht/Structure Reports til 1961, senere på Chemical Abstracts og ca. 60 utvalgte sentrale tidsskrifter. Det øker verkets verdi at det synes å inneholde såvidt mulig alt som er publisert på området til og med 1971. Det kolossale antall forbindelser og systemer, som nevnt innledningsvis, gjør det klart at det er stort behov for et samleverk av denne type. Det foreliggende tabellverk representerer i konsentrert form en enorm mengde krystallografiske data på oversiktlig og lett tilgjengelig form. Verket vil være av stor betydning og lette arbeidet for alle som tren-

(Forts. s. 21)

Nytt frå Cern

På CERN har ein siste året gjort ei nyoppdaging som støttar ein teori der elektromagnetisk og svak vekselverknad vert knytt saman.

Ein reknar vanleg med 4 velkjende former for vekselverknad mellom partiklar: 1) Sterk vekselverknad som knyt saman nøytronane og protonane i atomkjernen, 2) elektromagnetisk vekselverknad som gjev atom- og molekylbindingar, 3) svak vekselverknad som gjev opphav til radioaktivitet, og 4) gravitasjon — som er så svak at ein ikkje treng ta omsyn til han når ein studerar partikkelreaksjonar i laboratoriet.

For den elektromagnetiske vekselverknaden finnes som kjent ein fullgod teori, men om den sterke vekselverknaden veit ein framleis nesten ingenting. Om den svake veit ein ein god del, — og nok til at ein kan seia at den teorien Fermi laga i 30-åra og som vidare er betra, av mellom andre Feynman og Gell-Mann i 1958, ikkje er fullgod og kan ikkje gje rett resultat ved høge energiar (nokre hundre GeV). Eit særdrag for alle observerte reaksjonar med svak vekselverknad er at det alltid tykkjest vera eit ombyte av elektrisk ladning mellom partiklane i reaksjonen, — i Fermi's teori talar ein om kopling mellom ladde straumar, og ein reknar med her at ein ikkje har reaksjonar i svak vekselverknad utan ladningsbyte, — såkalla nøytral straum er forbode — årsaken til dette veit ein likevel ikkje.

Dei siste åra har Weinberg, Salam, Ward og t'Hooft, den siste ein ung hollandsk student, laga ein teori som og vil gjelda for svak vekselverknad ved høge energiar. I denne teorien skjer den svake vekselverknaden mellom to partikler ved at det er ei utbyting av bosonar mellom dei. Desse bosonane er berar av den svake krafta på liknande måte som ein reknar fotonet som berar av den elektromagnetiske krafta mellom ladde partiklar. Teorien knyt faktisk saman den velkjende elektromagnetiske vekselverknaden med den svake, slik at dei har felles årsak. Men teorien krev at i tillegg til det velkjende, masselause energikvantet, fotonet, finnes nye energikvant med kvilemasse, både med og utan elektrisk ladning. Det elektrisk nøytrale bosonet, Z°, vil vidare gje årsak til at ein kan ha svak vekselverknad også utan utbyte av elektrisk ladning, dvs. nøytral straum. Og det er dette siste fenomen som nå er oppdaga på CERN, og difor gjev slik stor grunn til entusiasme om eit verkeleg stort steg framover i den teoretiske forståinga av fysikken. Ein kan minna om det store framsteget som vart gjort for omlag hundre år sidan då Faraday og Maxwell knytte saman elektriske og magnetiske fenomen i ein felles teori.

Den nye partikkelreaksjonen er sett i ei eksponering av boblekammeret GARGAMELLE i ein nøytrino-stråle. Første indisium på noko nytt fekk ein for over eit år sidan, då eit sannsynleg «event» av reaksjonen

$$\bar{\upsilon}_\mu + e^- \rightarrow \bar{\upsilon}_\mu + e^-$$

vart sett. Her er det eit antinøytrino, av den typen som har same kvantetall som myonet, som spreiast på eit elektron. Her er ikkje ladningsutbyte, og reaksjonen er eit eksempel på nøytral straum. Men diverre var det omlag 2 % sannsynlighet for at det ein såg kunne tydast på annan måte, så dette eine «eventet» var stort sett berre ei lukt av vilt, og tilskunding til å halda fram jakta på nøytral straum.

Seinare er det funne ein annan type reaksjon, nøytrinoreaksjon på nukleonar utan produksjon av myonar, som gjev svært sterkt indisium for at ein verkeleg har nøytral straum. I omlag 300 000 GARGAMELLE-foto har dei sett:

102 reaksjonar av typen $\nu_\mu + N \rightarrow \nu_\mu +$ Hadroner (N, π etc.)

64 reaksjonar av typen $\bar{\nu}_\mu + N \rightarrow \bar{\nu}_\mu +$ Hadroner.

Samstundes er sett

428 reaksjonar av typen $\nu_\mu + N \rightarrow \mu^- +$ Hadroner

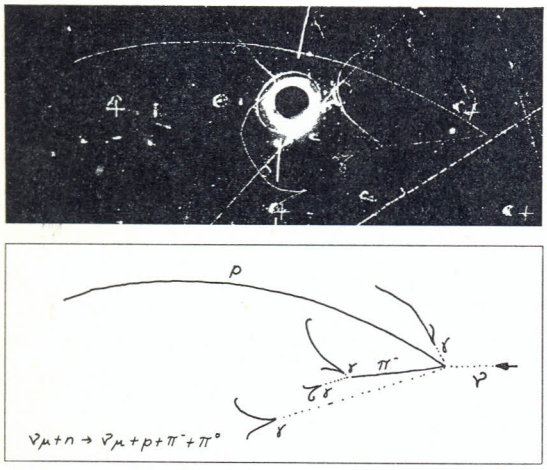
148 reaksjonar av typen $\bar{\nu}_\mu + N \rightarrow \mu^+ +$ Hadroner

Her N = nukleon (proton og nøytron), μ = myon.

Hadron er samnamn på nukleoner og mesoner (partikler med sterk vekselverknad).

I dei 2 første reaksjonstypane er det ikkje utveksling av elektrisk ladning (nøytral straum), det har ein derimot i dei to siste der leptonet går over frå å vera nøytrino til å verta eit elektrisk ladd myon (ladd straum). Frå talet på observerte reaksjonar av typen «nøytral straum» samanlikna med talet på reaksjonar som gav myon, ser ein at nøytral straum utgjer ein rett stor del av vekselverknaden mellom nøytrino og nukleoner.

Den største vansken med den typen eksperi-



Eksempel på ein reaksjon i boblekammeret Gargamelle som er kandidat for «nøytral-straum reaksjon». Nøytrinoet, uten synleg spor, kjem inn frå høgre, og ein har reaksjonen:

$$\nu_\mu + n \to \nu_\mu + p + \pi^- + \pi^0$$
$$\pi^0 \to \gamma + \gamma$$

Det negative π-mesonet skapar ein kjernereaksjon før det er heilt nedbremsa og lager eit nøytralt π-meson som disintegrerar etter 10^{-16} sekund slik: $\pi^0 \to \gamma + \gamma$. Begge gamma-kvanta har danna elektron-positron par som ein ser peikar inn mot reaksjonspunktet for π^-.

ment som nå er gjort, er at ein må vera så varsam med mogeleg bakgrunn av uønska reaksjonar som liknar dei ein leitar etter. Av kjent bakgrunn i dette eksperimentet har ein: nøytron + N→ hadroner, der nøytronane kjem frå nøytrinoreaksjonar, i magneten og liknande, rundt boblekammeret. Men dei som har gjort eksperimentet, i alt 8 laboratorier inklusiv CERN, meiner at denne bakgrunnen kan berre vera skuld i ein liten del av dei reaksjonane som er sett.

Det er nå i gang eksponering for 10^6 GARG.-foto i freon (CF_3Br) for særleg å leita etter fleire høve av nøytrino-spreiing mot elektronar. Vidare vonar ein det vil starta ei eksponering for 10^6 foto i propan (C_3H_8) i 1974, der ein enklare kan studera nøytrino-reaksjonar mot frie protonar i væska. Vidare kan ein nemna at det i Batavia, USA, er i gang nøytrinoeksperiment ved 200—400 GeV akselratoren, der dei mellom anna også leitar etter «nøytral-straum reaksjonar».

Bergen, i desember 1973.

Olaf Skjeggestad

Bøker

(Forts. fra s. 19)

ger å finne frem til krystalldata, det være seg innen forskning eller teknikk. Grunnet pris og omfang kan det neppe vente noen større utbredelse i private boksamlinger, men det vil være uunnværlig i etthvert teknisk/naturvitenskapelig bibliotek. Det fulle utbytte vil man imidlertid først ha når serien er komplett, spesielt når bindene med litteraturreferanser og register foreligger.

Harald Sørum.

Otto Øgrim: Mekanisk Fysikk. Universitetsforlaget 1973.

Denne førsteutgaven av boken kommer i to bind, mens senere utgaver er ment å bestå av ett bind.

Bind I er på 117 sider og inneholder: Del 1: Masse og kraft, Del 2: Energi, Del 3: Spesiell relativitetsteori. Bind II er også på 117 sider og inneholder: Del 4: Stive legemer, Del 5: Svingninger og bølger, Del 6: Væsker og gasser.

Alle deler har underkapitler, og hvert kapittel avsluttes med et sammendrag og for noen kapitler også øvingsoppgaver.

Boken er en sammenstilling av de vanligste begrepene innenfor mekanisk fysikk. Terminologi og symbolbruk er i samsvar med normer som Norges Standardiseringsforbund prøver å innarbeide. Boken er derfor et skritt på vegen mot at alle norske lærere og studenter kan samles om et felles språkbruk i fysikk, og som språklig normgiver vil boken utvilsomt ha verdi, selv om det ikke er i mekanisk fysikk at språkforvirringen er størst. Etter det jeg kan forstå har forfatteren lagt vekt på å unngå det meste av det matematiske apparat som bygger opp og binder sammen de forskjellige begrepene. De fysikalske størrelsene har derfor en tendens til å bli stående som isolerte begreper. Etter forfatterens utsagn er boken bl. a. «beregnet for studenter som utdanner seg til fysikklærere for ungdomsskoletrinnet». Det er godt mulig at boken i stor utstrekning vil bli brukt til det skisserte formål, men jeg vil ikke betegne en bok som et godt læreverk for ungdomsskolens fysikklærere så lenge den ikke gir studenten gode muligheter for å se den indre sammenhengen mellom begrepene. Forfatterens presiseringer av kraft-motkraft grenser til «flisespikeri», og kan, etter mitt skjønn, ikke være egnet til å klargjøre begrepene for studentene. Boken er forøvrig lettlest og med et behagelig lavt trykkfeilsnivå.

Asbjørn Solheim

Dynamikk i faste stoffer undersøkt ved termiske nøytroner

Olav Steinsvoll

Fonongass

I en foregående artikkel gikk vi gjennom hvordan teorien for varmebevegelser i faste stoffer hadde utviklet seg og hvordan fononbegrepet hadde vokst fram. Vi fant at i en krystall med N atomer har en 3N egensvingningstilstander. Disse har forskjellig frekvens, utbredelsesretning, amplitude og polarisasjon. Med polarisasjon mener vi i denne sammenheng den retning som atomene svinger i under innflytelse av en egensvingning. Svinger atomene f. eks. på tvers av svingningenes utbredelsesretning har vi transversell polarisasjon. Atomenes tilsynelatende uregelmessige temperaturbevegelser kan en se på som en sum av bidrag fra de enkelte egensvingningene. Ettersom temperaturen i stoffet blir øket vil atomenes bevegelser bli kraftigere fordi nye egensvingningsformer blir anslått. Varmeenergien som tilføres krystallen blir derfor oppbevart i egensvingningene. Vibrasjonskvantene, eller fononene er å betrakte som løpende bølger, men de har også partikkelnatur, og en kan se på en krystall som en boks der en har stengt inne en gass av fononpartikler. Denne gassen må ikke være for tett slik at fononene kolliderer for ofte med hverandre.

Da er de enkelte egensvingningstilstander uavhengige av hverandre. Ved høye temperaturer vil naturlig nok fononGassen bli for tett til at partiklene kan betraktes som uavhengige, og fononbildet bryter sammen.

I likhet med atomer kan derfor et fast, krystallinsk stoff karakteriseres ved sine energinivåer. Ved å ta opp eller avgi energi i form av fononer vil krystallen kunne anslås fra ett nivå til et annet. Et slikt kvant vil ha en frekvens på omtrent $\nu = 10^{13}$ cycler/s og dermed en energi på 0.04 eV (elektronvolt). ($\omega = 2\pi\nu$)

Nøytroner som målesonde

Inne i en kjernereaktor produseres store mengder nøytroner med fisjon av uranatomer. Disse nøytronene har ganske høy energi, men energien blir nedsatt ved kollisjoner i moderatormaterialet. Når nøytronene kommer ut av kanalene i reaktoren vil de være i termisk likevekt med moderatoren. Nøytronene vil da ha en middelhastighet på rundt $3 \cdot 10^5$ cm/. Etter de Broglies likning tilsvarer dette en bølgelengde

$$\lambda = h/mv = 1.3 \text{ Å} \qquad (1)$$

og energien er E = 0.03 eV.

Til sammenlikning kan vi nevne at røntgenstråler av samme bølgelengde har en energi på 10keV. Det viser seg nå at en kan få nøytroner til å vekselvirke med krystaller i spredningsprosesser på en slik måte at enkelte fononer blir skapt eller går til grunne i spredningsøyeblikket. Utvekslingen av energi med krystallen fører til store relative energiforandringer for nøytronene, noe som letter målingen og øker nøyaktigheten.

Uelastisk nøytronspredning

Ved spredningen må energi og impuls bevares:

$$(m/2)\,[v_0^2 - v^2] = \hbar\omega \qquad (2)$$

$$m\,[\mathbf{v}_0 - \mathbf{v}\,] = h\varkappa \qquad (3$$

Nøytronene må avgi energi og impuls som tilsvarer et fonon. Samtidig må også dispersjonslovene for fononer være oppfylt. For små impulsverdier husker vi at det var en lineær sammenheng mellom energi og fonon impuls, men generelt kan vi sette:

$$\omega = \omega(\varkappa) \qquad (4)$$

Når alle disse tre likningene er oppfylt samtidig, kan vi vente å få et signal fra krystallen. Med et signal mener vi da at vi kan måle et spredningsmaksimum i en eller annen retning fra prøvekrystallen vår. Men det er ikke nok å ha bare en nøytronteller i denne retningen fordi en slik registrerer nøytronintensiteter uavhengig av nøytronenes hastighet. For å få mest mulig informasjon ut av eksperimentet må vi ha en detektoranordning som kan skille mellom nøytroner av ulike hastigheter. Kjenner vi v_0 i likningene ovenfor og måler v, kan vi finne $\hbar\omega$. Nytter vi en énkrystall som prøve og kjenner geometrien i eksperimentet kan vi finne $\varkappa$. Vi har da funnet et sett av samsvarende verdier av energi og impuls, dvs. ett punkt på dispersjons kurven $\omega = \omega(\varkappa)$. Ved å variere geometrien litt får vi da et nytt signal og dermed et

nytt punkt på kurven. Slik kan vi fortsette å kartlegge dispersjonskurven over hele Brillouinsonen.

Nøytronspektrometre

Ut av reaktoren kommer en nøytronstråle med et helt spektrum av forskjellige hastigheter. Det er vanlig å skaffe seg en monokromatisk nøytronstråle ved å reflektere strålen fra en stor énkrystall av kopper eller germanium eller pyrolytisk grafitt. Ved refleksjonen er Braggs lov oppfylt:

$$\lambda_0 = 2d \sin \theta \qquad (5)$$

$$v_0 = h/(m\lambda_0) \qquad (6)$$

Retningen av $\mathbf{v}_0$ er retningen av den monokromatiske strålen som vi sender mot prøva vår.

For å finne hastigheten v til de spredde nøytroner kan vi enten bruke flygetidsmålinger eller nytte refleksjon fra en analysatorkrystall. Ved reaktoren på IFA, Kjeller har vi for tida to flygetidsspektrometre og ett såkalt treaksespektrometer i gang.

Flygetidsmålinger

Ved hjelp av en nøytronteller på en arm som går rundt prøva kan vi finne spredningsmønstret for nøytronene fra prøva. Hvis vi dessuten setter en roterende blender nær prøva og telleren et stykke ut på armen med noen meters flygebane i mellom, kan vi ved hjelp av en elektronisk klokke måle tida som de spredte nøytroner trenger på å komme fram til telleren. Blenderen vil nemlig hakke opp den kontinuerlige strøm av nøytroner fra prøva i passende «skurer». Klokka starter på et signal fra rotoren når den åpner for en nøytronskur, og klokka stanser når nøytrondetektoren avgir sitt signal. På denne forholdsvis enkle måten kan vi måle dispersjonskurver ved å nytte likningene (2) og (3) ovenfor.

Et flygetidsspektrometer er tegnet i figur 1.

Treaksemålinger

En annen måte å ordne energianalysen på er å reflektere de spredte nøytroner fra en analysatorkrystall. Braggs refleksjonsbetingelse (5) må være oppfylt skal en nøytronteller registrere noe refleksjonsmaksimum. På denne måten finnes hastigheten v. En skjematisk framstilling av et treaksespektrometer er gitt i figur 2.

Den første krystallen nyttes altså som monokromator, den andre krystallen er prøva som skal undersøkes og den tredje krystallen er analysator. For hver krystall må både krystallvinkel og avbøyningsvinkel kunne varieres, og vi ser at vi må holde styr på to drivenheter ved hver av de tre aksene hvis vi skal gjennomføre et eksperiment. Det er derfor vanlig å nytte datamaskiner til styring av slike spektrometre. Ved treaksespektrometret på IFA har vi manuell innstilling på monokromatorkrystallen og stråleavgrenseren for den monokromatiske strålen. De fire drivenhetene som blir igjen er koplet til en norskprodusert NORD 1 datamaskin.

Systematiske eksperimenter

Siden resultatet av våre målinger til slutt skal framstå som dispersjonskurver for kvasipartikler i faste stoffer, er det rimelig at en allerede på forhånd planlegger eksperimentene slik at en varierer parametrene på en sånn måte at vi måler langs linjer eller plan i et energi-impulsrom. Dette åpner to muligheter for oss: enten kan vi holde impulsvektoren ved spredningen konstant («konstant Q») og variere energiutvekslingen, eller vi kan holde energiutvekslingen konstant og innrette oss slik at impulsvektoren faller sammen med en hovedretning i prøvekrystallen («konstant E»). Begge disse framgangsmåtene legger matematiske føringer inn i systemet, men siden vi allerede har en datamaskin tilkoplet, er det bare maskinens regneferdighet som setter en grense for hvilke kompliserte matematiske funksjoner de ulike krystaller og armer skal bevege seg etter. Kjennskap til lydhastigheten i de krystallografiske hovedretningene for prøvekrystallen vil være en god rettesnor for eksperimentatoren når han skal sette i gang en treaksekjøring. Dette betyr at den laveste, lineære del av dispersjonskurvene er kjent. Når en så har fått tak i «halen» på kurven, kan en langsomt klatre oppover inntil en til slutt har fått tak i alle greiner som er mulige i den krystallen som foreligger.

Slike målinger er svært tidkrevende endatil med automatisert utstyr fordi intensiteten i telleren er liten. Dette kommer til dels av den dobbelte energiutvelgelsen som blir foretatt, dels at uelastiske spredningstverrsnitt bare er en tusendel av elastiske tverrsnitt. For slike eksperimenter bør derfor utgangspunktet være en nøytronkilde med så høy fluks som mulig, dessuten bør en ha så effektive monokromator- og analysatorkrystaller som mulig. Ofte er det likevel prøva som volder de største vansker fordi en ikke kan gro tilstrekkelige store énkrystaller.

Ved vår reaktor har vi en termisk fluks i midten av tanken på $3 \cdot 10^{13}$ nøytroner/cm^2/s. Ved de store reaktorene i Oak Ridge, Brookhaven eller Grenoble er den tilsvarende fluksen 10^{15}.

Fra dispersjonskurver til bindingskrefter

Til slutt skal vi ta med et eksempel på en bestemmelse av fonon dispersjonskurver ved hjelp av treaksemålinger. Elementet jern krystalliserer i et romsentrert kubisk gitter. La oss betrakte de tre hovedretninger i krystallen [100], [110] og [111]. Langs [100] og[111] faller de to transverselle greinene sammen, langs [110] er degenerasjonen opphevd og vi finner to transverselle greiner T_1 og T_2. I figur 3 og 4 er målinger til Bergsma og van Dijk jamført med teoretiske tilpasninger av to ulike slag. Det er nemlig utprøvinga av ulike teoretiske modeller mot måledataene som gir de mest interessante opplysninger.

Den statiske krystallstruktur med sin symmetri og atomavstand er bestemt av de bindingskrefter som opptrer mellom atomene. Men styrken av de krefter som binder atomene sammen vil også avspeile seg i svingningenes frekvens og amplitude — på samme måten som svingningene av en kule opphengt i en fjær vil avhenge av spensten i fjæra. I eksemplet ovenfor viste det seg at en fikk best tilpasning om en antok sentrale krefter mellom atomene, men en måtte anta at kreftene mellom de svingende atomer strakte seg ut til det 5. nærmeste naboatom.

Nøytroner kan også brukes til å studere dynamikken i magnetiske stoffer, i væsker og gasser. En har brukt dem til å påvise rotoner i Helium II og til å studere superledere. Det er bemerkelsesverdig at disse store framsteg innen faststoffysikken er kommet som et resultat av utviklingen innen kjerneenergiområdet.

Bøker

J. P. Davidson (editor): Fourth Sympsium on the Structure of Low-medium Mass Nuclei. University Press of Kansas.

Boken inneholder alle de inviterte foredragene og den påfølgende diskusjon ved det fjerde symposium ved University of Kansas, oktober 1970.

Foredragene tar for seg det nukleære s-d skallet. Kjernene i dette området er spesielt interessante da de to kjernene i ytterpunktene, ^{16}O og ^{40}Ca, begge kan betraktes som relativt gode sfæriske kjerner. Problemet er derfor å beskrive maksimum 12 partikler (hull) rundt en sfærisk core i et maksimum av 24 singel partikkel tilstander.

Eksperiment viser klart at s-d skallet kan oppvise tydelige kollektive effekter. Dette området er derfor særdeles velegnet for en studie av overgangen mellom mikroskopisk og kollektiv fremstilling av kjernestrukturen.

Artiklene spenner da også over et bredt felt av kjerneteorier: Hartree-Fock beregninger, reaksjonsmatriseberegninger, rotasjonstilstander, vibrasjonstilstander, Nilsson modellen og SU_3 modellen.

Boken er ikke ment som en lærebok hvor de forskjellige teorier utledes, og man kan anføre mot boken at den heller ikke gir de beste referanser til de artikler og bøker hvor stoffet kan læres. På den annen side får man et utmerket og enkelt bilde av hvordan de forskjellige teoriers gyldighets område overlapper hverandre og under hvilke forutsetninger de kan benyttes.

Boken anbefales for kjernefysikere som ønsker å forstå hvor og hvorfor de mange approksimasjoner kan benyttes.

K. Kolltveit.

Oswald H. Blackwood, William C. Kelly og Raymond M. Bell: General Physics (fjerde utgave). John Wiley & Sons, Ltd., (1973), 805 sider innbundet. Pris £ 7.00.

Dette er en lærebok beregnet for begynnerkurs i fysikk ved colleger i USA. Nivået tilsvarer omtrent norsk realgymnas både når det gjelder kunnskaper i matematikk og forkunnskaper i fysikk, men stoffmengden er noe større enn gymnaspensumet. Innholdet er oppdelt på vanlig måte i kapitler om mekanikk, molekylfysikk og varme, vibrasjoner, bølger og lyd, elektrisitet og magnetisme, lys, atom- og kjernefysikk.

Som flere tilsvarende amerikanske lærebøker er denne boken et solid, gjennomtenkt og delikat verk .Stoffet er presentert klart og lettfattelig. Figurene er klare, instruktive og tallrike. Det gis en rekke øvingsoppgaver, teorispørsmål eller regneoppgaver, noen med løsninger. Papir og trykk er førsteklasses.

Forfatterens målsetting med boken er å fremstille de viktigste fysiske lovene, å bibringe forståelse av hvordan fysikken som vitenskap har utviklet seg, og hvor grenseløs den er, og å demonstrere relevans for liv og samfunn. Etter anmeldernes oppfatning er dette meget gode intensjoner. Særlig det siste punkt kan ikke lenger neglisjeres med den økende samfunnsbevissthet blant unge mennesker, og med den miskreditt som fysikk og teknologi noe urettferdig er kommet i.

Boken gir stor plass til moderne fysikk som f. eks. kvantefysikk og relativitetsteori. Det blir nå omsider akseptert at disse emnene ikke er vesentlig mer vanskelig enn klassisk fysikk og godt kan undervises på gymnasnivå når idéene først er skikkelig forstått av lærere og lærebokforfattere.

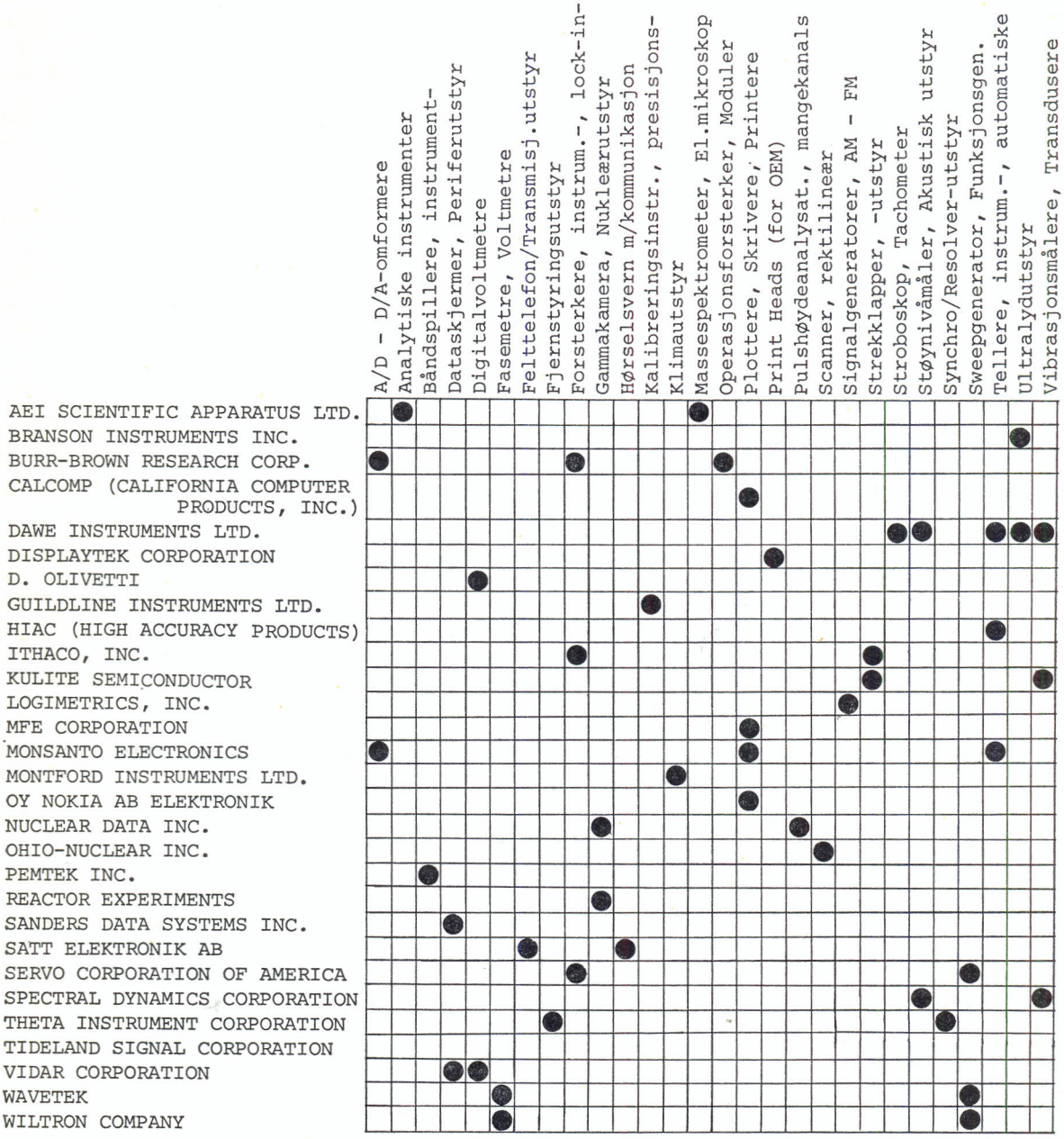
Boken anbefales som nyttig og inspirerende lesning for gymnasiaster og den skulle også kunne gi gode idéer til deres lærere.

Kjell Mork

ELEKTRONISK UTSTYR

FOR

INDUSTRI, SYKEHUS, FORSKNING, UNIVERSITETER OG SKOLER



HUGO RISØ A/S

Teknisk Import

RISØ

Postboks 8 Tåsen, Oslo 8

(Langmyrgrenda 1, Oslo 8)

Telefon: 23 25 80 - Telegrammer: HUGOTEST

Bankgiro: 7082.05.00227. Bank: Den norske Creditbank

Telex: 18 216

Fra Fysikkens Verden

Redaktør:
Professor dr. techn. Haakon Olsen, Universitetet i Trondheim, Norges lærerhøgskole.
Redaksjonskomité:
Lektor K. Jostein Knutsen
Luftkrigsskolen, Trondheim.
Universitetslektor Wilhelm Løchstøer,
Universitetet i Oslo, Blindern.
Forsker, cand. real. Olav Steinsvoll,
Institutt for Atomenergi, Kjeller.
Dosent Leif Owren, Ph.D., Univ. i Bergen.
Dr. techn. Helge Øverås, CERN Genéve.

Norsk Fysisk Selskap

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

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

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

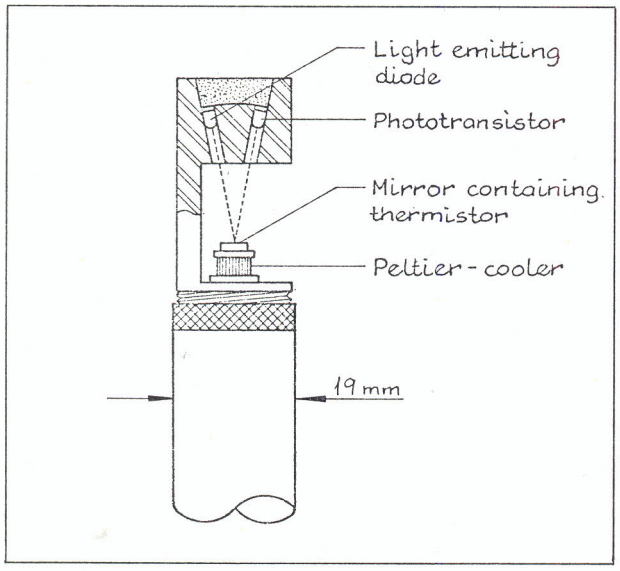
Postgirokonto: 88388 Bankgirokonto: 5102.20.16001

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

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

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

Postgirokonto: 10472 Bankgirokonto: 8601 236545



Picture shows principle of Dew-point Sensor 2211. This sensor, designed for use at automatic weather stations, measures dew-point temperature of air accurately.

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

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

CLIMATOLOGICAL RECORDING STATIONS
Land-based or mounted on buoys.

TAPE READERS for reading magnetic tape from the above instruments.

IVAR AANDERAA
MANUFACTURER OF DATA COLLECTING INSTRUMENTS

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

Aktietrykkeriet i Trondhjem