

Fra Fysikkens Verden

UTGITT AV NORSK FYSISKE SELSKAP

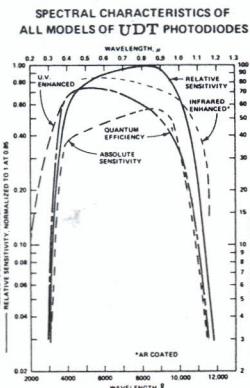
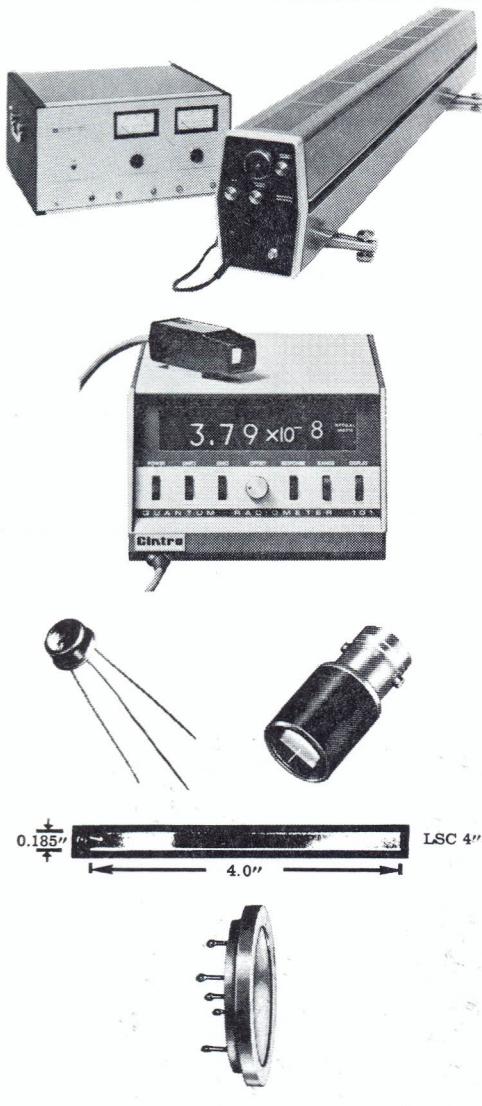
INNHOLD

| | |
|--|--------|
| Max Born 1882–1969 | 1 |
| Eksperimentelle metodar i fisjonsfysikk | 3 |
| Det periodiske system | 9 |
| Varmelednings- fenomener | 11 |
| Gravitasjonsbølger | 13 |
| Bøker | 12, 15 |



D. Mendelejev, skaperen av Det periodiske system. (Se side 9)

Nr. 1 - 1970
32. årgang



LASERE fra Spectra-Physics — det ledende firma på laserfeltet. Programmet omfatter Helium-Neon Lasere i forskjellige modeller fra 1 mW til 50 mW med ypperlige spesifikasjoner. Modell 185 er markedets første Helium-Cadmium Laser. Spectra-Physics leverer også tilleggsøptikk og laserkomponenter. Norske forskningslaboratorier har flere Spectra-Physics lasere i bruk.

CINTRAs omfattende program av digitalinstrumenter for hurtig, nøyaktig detektering av IR, UV og synlig lys fra små, store, fjerne og nære mål. Deteksjon gjennom mikroskop, teleskop, fjernprobes, Silicon-probes, PM-probes, «blyant»-probes etc. CINTRA leverer mer enn dette — er De interessert i å få tilsendt kataloger?

FOTODIODER fra United Technology basert på Schottky Barrier teknikk med maksimum følsomhet, responstid ned til 4 nanosekunder, bredt spektralområde, aktivt område opptil 8 cm². Opp til 9" — lysposisjons detektor-strips.

BALZERS Interferensfiltre (også monokromatiske) i forskjellige størrelser, toleranser og bølgeområder. De fleste filtre kan leveres omgående fra fabrikk.

--- et bredt elektro-optisk
program fra:



RØDLAND & RELLSMO A.S.
Forskningsinstrumenter

ADR.: LØRENVN. 6, OSLO 5
TFL.: 15 03 90
TELEGRAMADRESSE: DAVINOR

Fra Fysikkens Verden

Utgiver: NORSK FYSISK SELSKAP

Nr. 1 - 1970

Redaktør: HAAKON OLSEN

32. årgang

MAX BORN

15.12 1882 — 7.12 1969

H. Wergeland

Så er enda én gått bort av de største i Fysikken. Max Born er født i Breslau hvor faren underviste ved det medisinske fakultet. Gjennom ham fikk sonen tidlig erfare hvordan livet kunne arte seg ved et Tysk universitet omkring århundreskiftet. Moren (f. Kaufmann) var musikalsk begavet og kjente mange av den tidens store musikere. Men hun døde da Max Born var fire år.

Også faren døde tidlig, nettopp som sonen skulle begynne på universitetet. Men studiet kunne han gjennomføre i full uavhengighet ved hjelp av en pengesum som han arvet.

Før Max Born slo inn på Fysikken, hørte han forelesninger i kunsthistorie, filosofi, astronomi og matematikk ved universitetet i hjembyen. Det var ganske vanlig å bruke et år til å se seg om på denne måten, og merkelig nok synes ikke denne skikken å ha gjort studietiden lengre enn vi nå er vant til.

Max Born fikk (noe forsinket) doktorgraden i 1907, altså 25 år gammel. Fra studieårene skriver han selv: «På den tid pleiet studentene regelmessig å skifte lærested. I sommersemesteret sökte de ofte til et av de små universitetene for landskapet og friluftslivets skyld. Om vinteren dro de gjerne til en større by hvor teater, musikk og slike ting øket tiltrekningen». Men studentenes vandring mellom universitetene hadde også en faglig bakgrunn. Når Max Born f. eks. dro til Zürich var det for å høre forelesningene over Elliptiske Funksjoner som Hurwitz hadde kungjort for sommersemesteret 1903. Gjennom en slik forelesningsrekke ble studentene ofte delaktige i en viteskapelig begivenhet som kunne

prege utviklingen for en stund. Det var i alle tilfelle et samlet overblikk opp til dagens uløste problemer og vanligvis med bidrag av vedkommende lærer selv.

Det sie: seg selv at undervisning av en slik kvalitet ikke kunne leveres i så store kvanta som våre nåværende universiteters studieprogrammer skilter med. Studentenes selvstudium av de klassiske verker måtte dekke mellrommene; for det ville dengang ta fem-seks år å få seg alle kapitler forelest bare i et enkelt fag som fysikken. Dessuten behovet man støttefag som astronomi eller matematikk for å bli doktorand i fysikk. Max Born valgte først Matematikken, men skiftet i siste øyeblikk over til Astronomien p. g. a. en liten uoverensstemmelse med Felix Klein. Born omtaler f.ø. den «store Felix» med dyp beundring og beholdt alltid et nært forhold til Matematikken. Allerede som student var han privatassistent hos Hilbert, og begynte endog på et doktorarbeide hos ham (transcendensbevis for Besselfunksjonenes null-punkter).

Vintersemesterne studerte Max Born regelmessig i hjembyen Breslau, hvis livlige kulturelle atmosfære han kjente gjennom sine slektninger, familien Neisser. Neissers forte et gjestfritt hus og der vanket bl. a. kunstnere som Gerhart Hauptmann, Busoni, Arthur Schnabel og Edwin Fischer. I Breslau lærte Max Born om matriser og lineær algebra av professor Rosanes. Kjennskapet til matriser som dengang var lite utbredt i Fysikken satte Max Born senere i stand til å bidra vesentlig med utformingen av Heisenbergs kvantemekanikk.

Men det var Göttingen, med sine berømte matematikere, Klein, Hilbert, Minkowski og Runge og fysikeren Woldemar Voigt, som ble Max Borns egentlige Alma Mater. Voigt var en fysiker av høyeste klasse, og «dioskurene» Hilbert-Minkowski tok nesten like ivrig del i Fysikken som fysikerne selv, så her fant Max Born de best tenkelige utviklingsmuligheter for sitt store talent.

Etter doktorgraden studerte Born et halvt år i Cambridge. Om dette sier han selv: «I Larmors forelesning om Elektromagnetismen fant jeg ingenting som jeg ikke allerede hadde lært av Minkowski. Men J. J. Thomsons forelesningeksperimenter derimot, var enestående og meget spennende.»

Deretter arbeidet Max Born en kort tid med eksperimenter hos Lummer og Pringsheim i Breslau. Men så kom han over Einsteins Relativitetsteori fra 1905 og dette førte ham tilbake til Minkowski og Göttingen. Minkowski døde like etter, men Max Born ble i Göttingen som privatdosent i Voigts institutt. Fra disse år stammer Borns berømte arbeider med gitterteorien for de faste stoffer.

I 1914 fikk han et professorat i Berlin for å avlaste Max Planck. I mellomtiden, (1913) hadde han giftet seg. Hustruen Hedwig (f. Ehrenberg) var helt fra unge år opptatt av humanitært arbeide og sluttet seg senere til Kvækerne. Gjennom et langt og lykkelig ekteskap kom Max Born og hans hustru til å samarbeide for humanitet og fredssak.

Første Verdenskrig var naturligvis en mørk tid for de små kretser som fra første øyeblikk klart erkjente det almene vanvidd. En trøst under disse år i Berlin ble det nære vennskap som utviklet seg mellom Borns og Albert Einstein.

I 1919 byttet v. Laue, som var professor i Frankfurt, stilling med Born. Borns kom til å like seg godt i Frankfurt, men i 1921 tok han allikevel imot tilbudet om å overta Voigts institutt i Göttingen. Vel å merke med det forbehold at instituttet skulle deles i to og således at J. Franck skulle overta den eksperimentelle avdeling.

Fra nå begynner den gullalderen for atomfysikken i Göttingen som strekker seg fra 1922 til 1933. Det kan være nok her å referere listen over assistenter, doktorander og med-

arbeidere som Max Born selv oppgir i den siste boken han skrev (1)

Pauli, Heisenberg, Hückel, Hund, Heitler, Nordheim, Rosenfeld, Jordan, Elsasser, Delbrück, Oppenheimer, Göppert-Mayer, Weisskopf, Landé, Sugiura, Fock, Hylleraas, Wiener, Rumer, J. Mayer, S. Flügge, E. Condon, O. Klein, Dirac, Fermi, Frenkel, I. Tamm, Mott, F. London, Pauling, J. v. Neumann, Teller og Wigner.

Under inntrykket av de antisemittiske sjikaner mot universitetene som brøt ut i 1933 fant både Born og Franck å måtte reise fra alt. Først kom Born til Cambridge, der han var «Stokes Lecturer» i tre år. Fra denne tiden stammer hans ikke-lineære elektrodynamikk. Etter 1/2 års besøk i India ble Born «Tait professor of Natural Philosophy» i Edinburg der han kom til å virke i 17 år. Også her arbeidet han utrettelig både på gitterteorien og mange andre deler av fysikken.

Også i Edinburg hadde Born mange høyt begavede elever, blant dem Klaus Fuchs som er medforfatter til viktige arbeider om kondensasjonsproblemene og strålingsteorien.

I 1954 fikk Born Nobelprisen for den statistiske tydning av kvantemekanikken. Den er nå alminnelig antatt, men Born var den første til å innse sammenhengen — nemlig i sitt berømte arbeide om støtprosesser.

Etter pensjonering flyttet Borns til Bad Pyrmont nær Göttingen. Også der fortsatte han å følge nøyne med i Fysikken, og skrev enda en del i fagtidsskriftene. Men fremfor alt kunne han nå — så langt helsen tillot det — i skrift og tale virke for fornuft og fredelighet i mellommenneskelige forhold. Å stoppe galskapen har jo ingen enda formådd, men det betyr noe at en mann som Max Born har tatt til orde mot rustningen, mot romfarten, mot de beryktede Beredskapslover og mangt annet som er tabu for autoriteter å uttale seg om.

I disse spørsmål har han gått til verks med den samme skarphet og grundighet som kjennetegner Max Borns enestående oppdagelser i Fysikken. La oss lære av ham, også i de store menneskelige spørsmål.

(1) Hedwig und Max Born: «Der Luxus des Gewissens» München 1969.

Eksperimentelle metodar i fisjonsfysikk

Kristian Skarsvåg

Ved fisjon av en tung atomkjerne har ein store deformasjoner av kjernen. Ein kan sjå på kjernen som ein dråpe med kjernemateriale, ikkje ulik ein dråpe med vatn som er elektrisk lada. Elektrostatisk fråstøyting fremjer deformasjonen, og overflatespenning motarbeider han. Dråpen kan til slutt bli så smal på midten at han deler seg i to (eller flere) fragment, som går frå kvarandre med stor hastighet (1.0–1.5 cm/ns). Ein har her ei fullstendig omorganisering av kjernemateriale, som er eineståande i naturen. Dersom fragmenta ikkje går heilt kolineært ut, får dei eit angulært moment. Fragmenta er sterkt eksiterte, neutronrike kjernar og sender ut i eit veldig spenn av tid ingen, ein eller fleire neutroner, gammastrålar, konversjonselektronar, røntgenstrålar, betastrålar og forsinka gammastrålar og neutronar før dei når ein stabil tilstand (sjå fig. 1). Viktige felt i fisjonsfysikken er å finne fordeling av og korrelasjon mellom masse, kinetisk energi og ladning, og å måle utbyte og spektra av sekundærstrålinga, eventuelt som funksjon av masse, kinetisk energi og ladning. Det krevst ofte spesielt utstyr og i mange tilfelle måling av mange parametrar i koinsidens, som blir registrerte hending for hending.

Mykje arbeid har vorte gjort med å finne fordeling av masse og kinetisk energi av fragmenta. Sidan neutronfordelinga i tyngdepunktsystemet er symmetrisk om eit plan normalt på hastigheten til fragmentet, fører neutronutsendinga til berre ei svært lita endring (med ein viss dispersjon) i medelhastigheten til fragmenta. Frå ei måling av hastigheten, eller flygetida over ein viss distanse, til dei to fragmenta kan ein finne verda av masse og energi før neutronutsendinga, sidan masse + energi og rørslemengd (mv) blir konservert. Neutronane drar av garde med ein viss energi, og det vil seia at ved måling av kinetisk energi av dei to fragmenta får ein både ein viss korrekjon og ein dis-

persjon i energien p. g. a. neutronutsendinga. Resultatet av ei slik måling med halvleiar-detektorar er vist i fig. 2. Dersom ein måler både flygetida og energien til dei to fragmenta, kan ein finne masse- og energifordelinga før utsendinga av neutronar frå flygetidsmålingane, og etter utsendinga frå flygetid og energi for kvart fragment, dvs. ein kan finne fordelinga av neutronar som ein funksjon av masse utan å bruke neutrondetektor (sjå fig. 3). Det har ved slike målingar vore vanskeleg å oppnå like stort høve mellom topp og dal i massefordelinga som ved radiokjemiske målingar. Grunnen til det kan for ein stor del skuldast spreiing av fisjonsfragmenta frå vegger i vakuumkammeret, kjeldehaldar og fragmentkollimator. Ved slik spreiing mistar fragmentet energi, og ein får og registrert hendingar som elles ikkje hadde vorte det. Medan eit høve mellom topp og dal på 650:1 er målt for termisk fisjon av ^{235}U ved radiokjemiske metodar, er det beste resultatet til no ved måling av to energiar 450:1. Dersom ein måler både energi og flygetid av begge fragmenta, kan ein likevel med ein reknemaskin tilkopla den eksperimentelle oppstillinga setje opp kriterium for kva hendingar som ein ut frå fysiske grunnar ikkje kan godta. Eit slikt eksperiment er gjort, men resultatet er enno ikkje publisert.

Trippelfisjon kan ein definere som ein fisjon der den tunge kjernen deler seg i tre delar. Det er svært sjeldan at dei tre delane er omlag like store, men meir vanleg er det at det blir sendt ut ein alfapartikkel i tillegg til dei to fragmenta (0.15–0.4 alfapartiklar pl. 100 fisjonar). Andre lette partiklar kan også bli sende ut, som ^1H , ^2H , ^3H , ^3He , ^4He , ^6He , ^8He , dessutan Li- og Be-isotoper. Dei lada lette partiklane kan ein identifisere med eit teleskop, ein detektor som partikkelen går gjennom, og ein detektor der han blir stoppa. Alfapartiklane blir sende ut med ei vinkelfordeling sentrert omkring 80° relativt til hastigheten av det lette fragmentet. Data for alfapartiklane er viktige for å forstå tilstanden ved delinga av kjernen.

Dr. philos, Kristian Skarsvåg er fysiker ved Institutt for atomenergi, Kjeller.

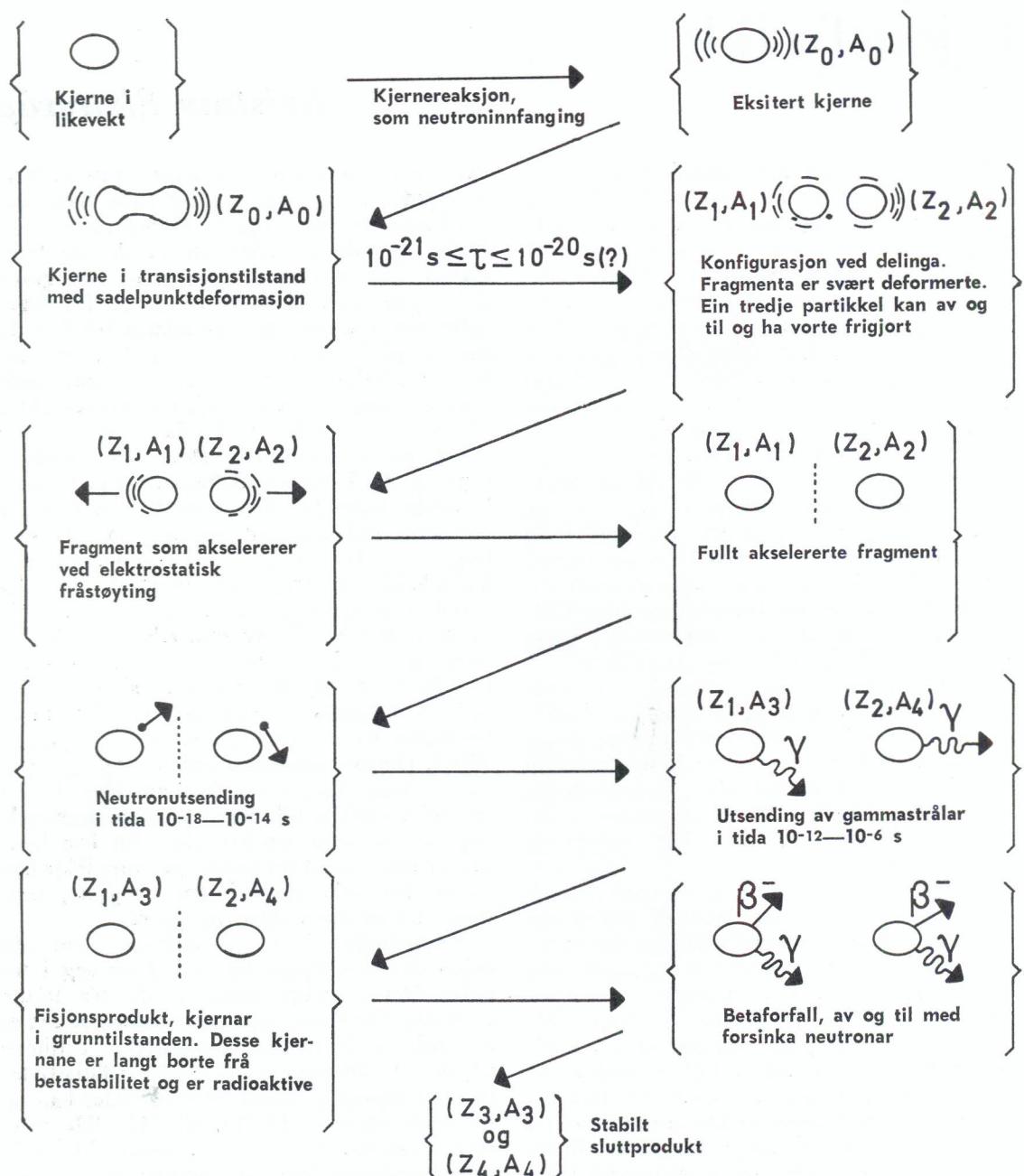


Fig. 1. Skjematiske diagram av fisjonsprosessen.

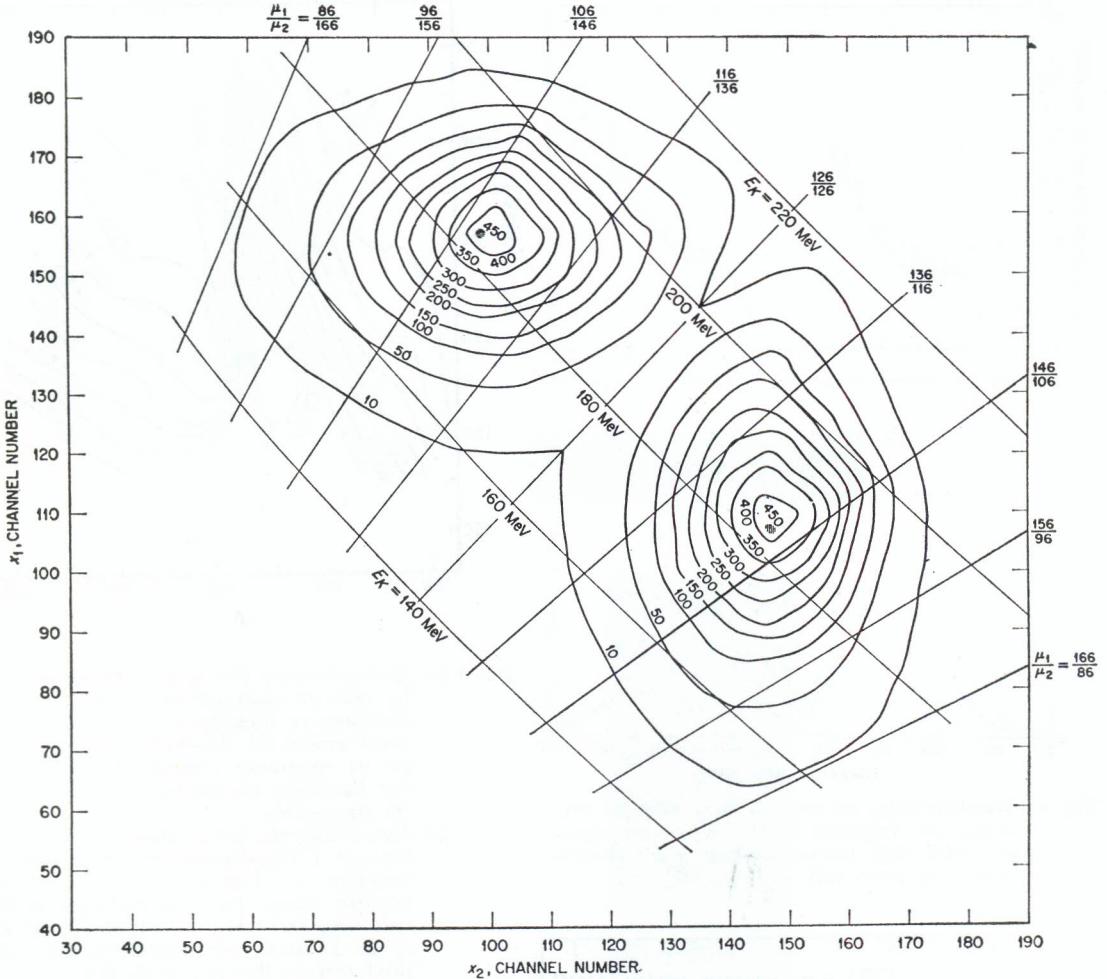


Fig. 2. Datamatrise $N(x_1, x_2)$ for spontan fisjon av ^{252}Cf . Tala som konturlinene er merka med, viser talet på hendingar pr. celle ($1 \text{ kanal} \times 1 \text{ kanal}$). Kurver med konstant E_K (total kinetisk energi av fragmenta) og konstant μ_1/μ_2 (massehøve) er teke med. Denne matrisa har omlag 0.83×10^6 hendingar. (Reprodusert frå Schmitt et al. [1]).

Vil ein ha meir fullstendige opplysningar, kan ein i tillegg til energien (flygetida) til to fragment måle hastighets- og vinkelfordeling av neutronane, dvs. ein må ha ein eller fleire neutrondetektorar. Vinkelfordelinga av neutronane er framoverretta slik at dei fleste neutronane i retning av hastigheten av eit fragment skriv seg frå det fragmentet og svært få frå det komplementære fragmentet. Frå målingar ved små vinklar kan ein derfor finne talet på neutronar og medelenergien av neutronane som ein funksjon av masse og total

kinetisk energi (sjå fig. 4), og talet på neutronar som ein funksjon av masse (sjå den streka kurva i fig. 3). Den heile kurva i fig. 3 er ein kombinasjon av resultata frå radiokjemiske målingar og flygetidsmålingar [4]. Ein analyse viser likevel at ikkje alle neutronane blir sende ut frå fullt akselererte fragment, men at i omlag tredjekvar fisjon blir ein neutron send ut frå eit system som er i ro i laboratoriet (jmf. fig. 5). Etter vår definisjon på trippelfisjon, er etter dette omlag tredjekvar fisjon ein trippelfisjon. Mange

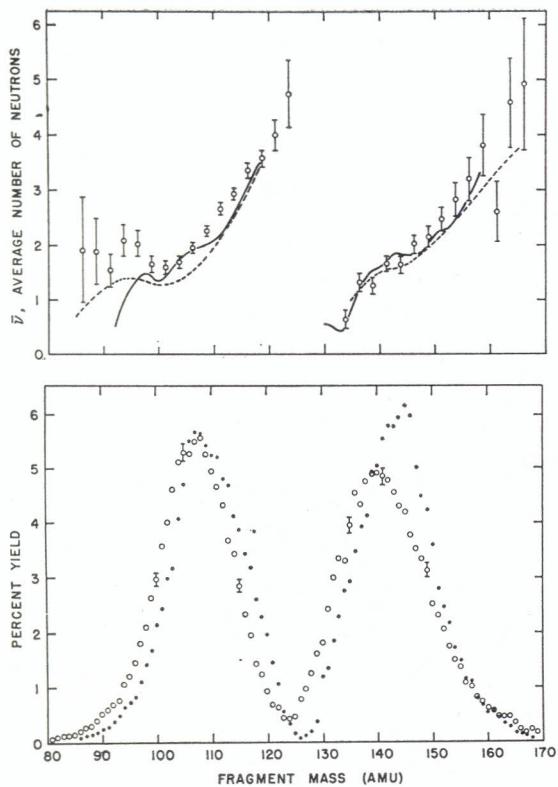


Fig. 3. Massefordeling og medelverd av talet på neutronar pr. fragment $\bar{\nu}(A)$ for spontan fisjon av ^{252}Cf . (Sjå teksten om kurvene!) (Reprodusert frå Stein [2]).

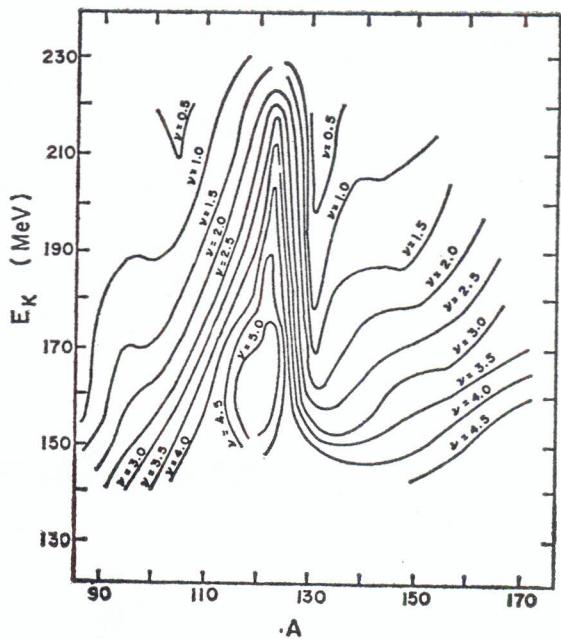
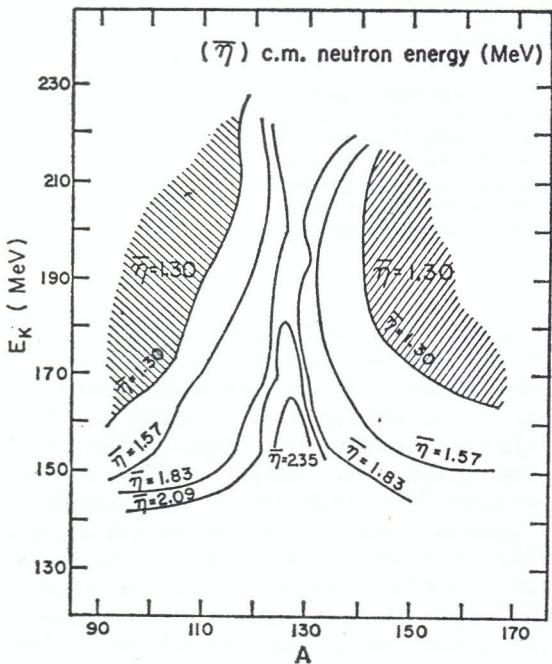


Fig. 4 (a) Konturdiagram (for spontan fisjon av ^{252}Cf) for talet på neutroner pr. fragment som ein funksjon av fragmentmasse A og total kinetisk energi E_K . Konturlinene er liner med tal på neutronar konstant (ikkje korrigert for dispersjon og neutronar som ikkje kjem frå fragmenta).

(b). Konturdiagram for kinetisk energi av neutronane i tyngdepunktsystemet $\bar{\eta}$ som ein funksjon av fragmentmasse A og total kinetisk energi E_K . Konturlinene er liner med kinetisk energi av neutronane konstant. ($\bar{\eta}$ er konstant over skraverte felt). (Reprodusert frå Bowman et al. [3]).



steilar ved ein slik tanke, og drar denne tolkinga i tivil.

Etter den store utviklinga av (litiumdrift) silikon- og germaniumdetektorar dei siste åra kan ein måle røntgenspektra med ei oppløysing på 0.5–1.0 keV, slik at ein ser dei einskilde linene i røntgenspektret (sjå fig. 6), der kvar line svarar til eit atomnummer Z . På grunnlag av slike spektra kan ein da finne ladningsfordelinga. Med to fragmentdetektorar, ein røntgendetektor og ein neutrondetektor kan ein da måle neutronutbyte som funksjon av masse og ladning.

Måling av karakteristiske parametrar for gammastrålar frå fisjon er ikkje så lett sidan fisjonsneutronane kan bli uelastisk spreidde, $(n, n'\gamma)$ -reaksjon (ein neutron inn og ein neutron og ein gammastråle ut), i eller utanfor detektoren, og gammastrålen kan bli teken for ein gammastråle frå fisjonen. Alle gamle

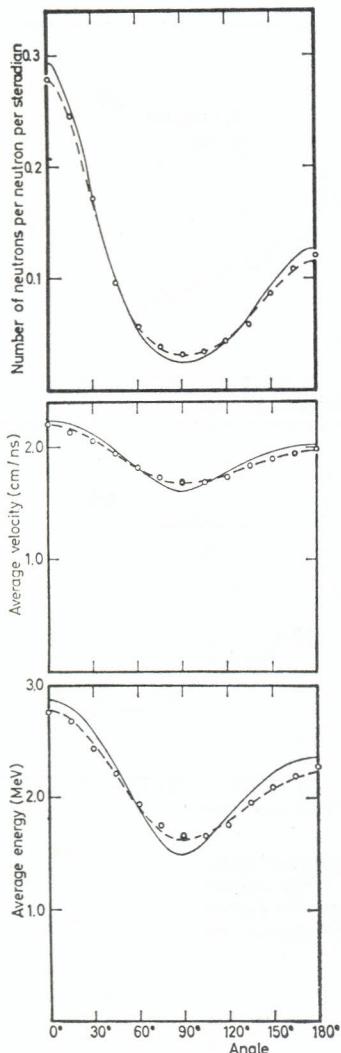


Fig. 5. Kurver (for fisjon av $n + {}^{235}U$, fisjon indusert av termiske neutronar) som viser talet på neutronar, medelhastigheten og medel kinetisk energi til neutronane i energiområdet 0.4 MeV–11.3 MeV som ein funksjon av vinkel. Punkta er eksperimentelle. Heile kurver svarar til isotropisk fordamping frå fragmenta, og streka kurver til isotropisk fordamping frå fragment- og utsending frå den tunge kjerne, eller fragmen- ta før dei har vorte akselererte. (Reprodu- sert frå Skarsvåg og Bergheim [5]).

(og mange av dei nye) data for utbyte, energi-, vinkel- og tidsfordeling av gammastrålar har store systematiske feil p. g. a. neutronbakgrunnen. Ein kan eliminere neutronane i ei flygetidsoppstilling, men det fører med seg at avstanden mellom kjelde og gammadetektor blir stor og teljehastigheten liten. Ved hjelp av smale kollimatorer kan ein gammadetektor sjå på berre det eine fragmentet (i fart) og ikkje det andre. Denne metoden har likevel til no ikkje vorte brukt for tider kortare enn 10^{-11} – $2.0 \cdot 10^{-11}$ s dvs. kollimatorar med opning på 0.1–0.2 mm). Med ein (litiumdrift) germaniumdetektor kan ein til ein viss grad løye opp gammaspektret frå fisjonsfragmenta, serleg dersom ein sorterer gammaspektra etter massehøve og (eller) total kinetisk energi av fragmenta (sjå fig. 7). Ein har her eit nytt felt i gammaspektroskopí i et neutronrikt område av kjernekartet. Utbyte, energi-, tids- og vinkelfordeling av gammastrålane kan gje opplysningar om angulært moment av fragmenta og multipolaritet av gammastrålane.

Med data for total kinetisk energi av frag-

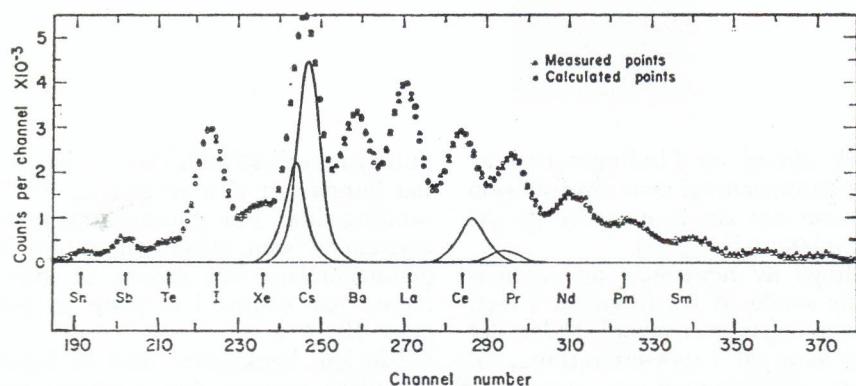


Fig. 6. Den eksperimentelle og teoretiske fordelinga av K-röntgenstrålar frå dei tunge fisjonsfrag- mента (Sr til Sm) laga i spontan fisjon av ${}^{252}Cf$. Dei Gaussiske fordelingsfunksjonane for ele- mentet cesium er viste med heile kurver, og posi-

sjonen til sentroiden til $K_{\alpha 1}$ -komponenten av röntgenstrålar som hører til dei andre ele- menta er viste med piler. (Reprodusert fra Watson et al. [6]).

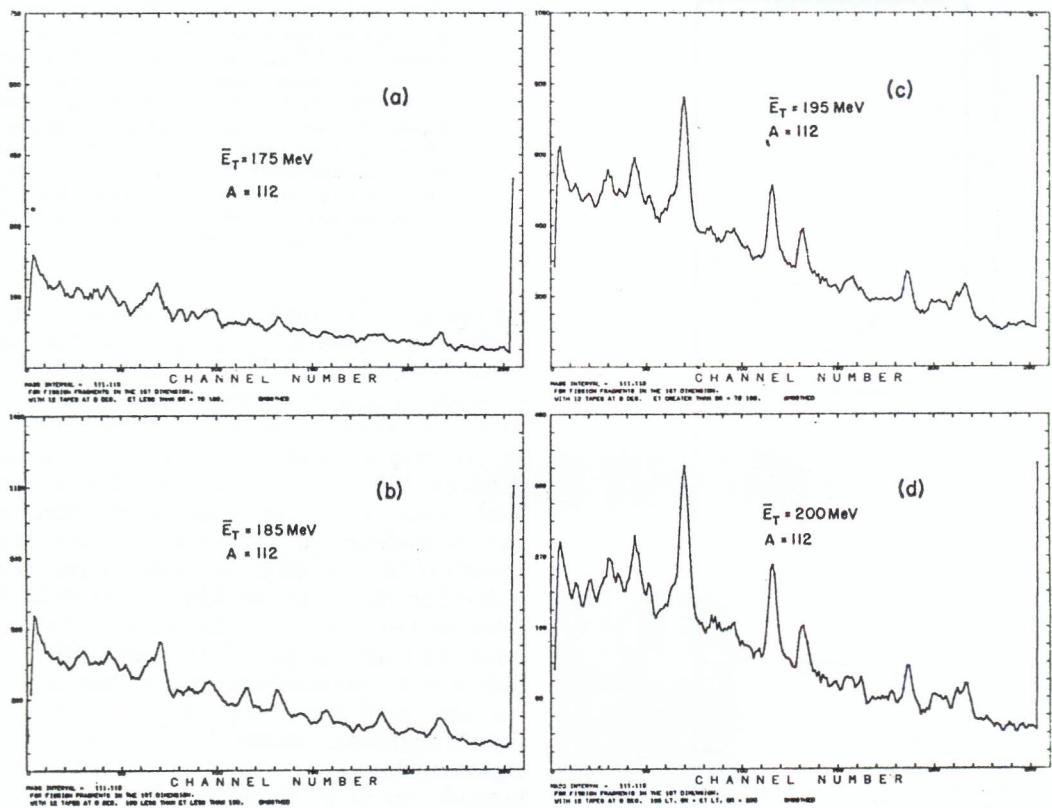


Fig. 7. Energispektret av prompte gammastrålar (under 300 keV) fra spontan fisjon av ^{252}Cf sortert etter total kinetisk energi av fragmenta for eit interval av fragmentmasse. (Reprodusert frå Bowman et al. [7]).

menta, kinetisk energi og bindingsenergi av neutronane og gammaenergi som ein funksjon av fragmentmasse kan ein få ei prøve på dei ymse masseformlane (sjå fig. 8).

Vinkelfordelinga av neutronar og gammastrålar som blir sende ut frå fragment i fart, har ein framover-bakover-anistropi. Sidan det er to fragment som går i motsett retning, vil vinkelfordelinga av summen av neutronar eller gammastrålar ikkje endre seg om ei plate med kjelde blir snudd dersom fragmenta som går inn i plata, ikkje er nedbremsa eller stoppa ved utsendinga. For neutronane er det funne

full symmetri så godt som ein kan måle, og ein har kunna sett ei øvre grense, 10^{-14} s, på utsendingstida. For gammastrålane er det ein asymmetri som svarar til at dei aller fleste gammastrålane blir sendte ut etter at fragmenta har stoppa i ei plate av platina, dvs. etter 10^{-12} s.

Ein kan konkludere med at fisjonen er ein kompleks prosess som i mange generasjonar vil by ei utfordring til eksperimentalfysikarar om å skaffe betre og meir differensierte data, og at fisjonen er eit vanskeleg, men nytig prøvefelt for kjernefysiske teoriar.

Fra Fysikkens Verden

31. årgang
1969

NORSK FYSISKE SELSKAP
TRONDHEIM 1969

Fra Fysikkens Verden

Redaktør:

Professor, dr. Haakon Olsen
Norges Lærerhøgskole, Trondheim

Redaksjonskomite:

Rektor Finn Berntsen, Strinda Høg. Almenskole,
Trondheim.
Universitetslektor Wilhelm Løchstøer, Universitetet,
Blindern.
Dr. philos. Tormod Riste, Institutt for Atomenergi,
Kjeller.
Professor Steingrim Skavlem, Universitetet i Bergen.
Dr. techn. Helge Øverås, CERN Genéve.

Teknisk medarbeider, annonser:

Lab.ing. Halvard Torgersen, Fysisk institutt, N. T. H.
– 7034–Trondheim.

Sekretær: K. Slundgård.

Ekspedisjonens adresse:
Fra Fysikkens Verden,
Norges Lærerhøgskole, 7000–Trondheim.

Norsk Fysisk Selskap

1. Halvår:

Formann Professor dr. Njål Hole
Styre: Professor, dr. Harald Sørum
Professor, dr. Nicolai Norman
Professor, dr. Harald Trefall
dr. philos. Tormod Riste
Sekretær: Torø Saugestad, Trondheim

2. halvår:

Formann: Dr. philos. Tormod Riste
Styre: Dosent Arnfinn Graue
Professor, dr. Harald Sørum
Professor, dr. Nicolai Norman
Cand. real Gunnar Kvifte
Sekretær: Gerd Jarrett, Nøytronfysikkavdelingen Inst.
for Atomenergi, Boks. 40, 2007–Kjeller.

INNHOLD

| | | | |
|--|----|---|----|
| Hefte 1. | | | |
| Fysikkrådet, Haakon Olsen | 1 | G. Falk : <i>Theoretische Physik, II.</i> | |
| Debattinnlegg, | | S. Flügge : <i>Lehrbuch der theoretischen Physik, II.</i> | |
| Harald Trefall | 2 | | |
| Anders Omholt | 3 | Hefte 3. | |
| Jørgen Løseth | 4 | Det nye gammabestrålingsanlegget på Kjeller, | |
| Fysikermøtet 1969 | 7 | Ulf Been | 49 |
| Fysikk og kjemi som allmenndannende fag, Jacob | | | |
| Bøe | 8 | Bøker | 56 |
| Lars Onsager, Nobelpriisen 1968, Harald Wergeland | 11 | H. M. Crosswhite and H. W. Moos (ed.) : <i>Optical properties in Crystals.</i> | |
| Bøker | 13 | G. H. Dieke : <i>Spectra and Energy Levels of Rare Earth Ions in Crystals.</i> | |
| Z. Vintr : <i>Transmutations of Nuclei</i> | 14 | Laboratorieundervisningens stilling i fysikkstudiet, | |
| Anvendelser av holografi, Ole J. Løkberg | 15 | Arvid Erdal | 57 |
| Bøker | 20 | Har fysikken en fremtid i Norge? (Brev) Harald | |
| Hannes Alfvén : <i>Verdener og antiverdener</i> | 21 | Trefall | 59 |
| Kleen und Muller (ed.) : <i>LASER</i> | 22 | Aerodynamikk I, Steiling, K. Jostein Knutsen | 60 |
| Poyntings vektor, Tryggve Grotdal | | | |
| Bøker | | Bøker | 61 |
| S. K. Runcorn (ed.) : <i>Mantles of the Earth and Terrestrial Planets.</i> | | F. Crick : <i>Om molekyler og mennesker.</i> | |
| G. Randers og J. Døderlein : <i>Reaktoren og bomben</i> | | W. M. Kaula : <i>An Introduction to Planetary Physics.</i> | |
| D. H. Martin : <i>Magnetism in solids.</i> | | Om et målsystem med bare en grunnenhet, Bertel | |
| B. W. Shore and D. H. Menzel : <i>Principles of Atomic Spectra.</i> | | Grimeland | 62 |
| W. R. Fuchs : <i>Gyldendals bok om moderne matematikk.</i> | | | |
| W. R. Smythe : <i>Static and Dynamic Electricity. Structure and Bonding, Vol. 1, 2, 3.</i> | | Øgrim, Ormestad, Lunde : <i>Rom - Stoff - Tid.</i> | |
| J. B. Birks (ed.) : <i>Progress in Dielectrics, Vol. 7.</i> | | Fysikk for gymnaset. <i>Laboratorieøvinger.</i> | |
| J. W. Orton : <i>Electron Paramagnetic Resonance.</i> | | E. Tandberg (red.) : <i>Romforskning og Romfart.</i> | |
| Hefte 2. | | A. N. Kamal : <i>Problems in Particle Physics.</i> | |
| Formannskifte i Norsk Fysisk Selskap. | 25 | C. P. Swanson : <i>Den levende celle.</i> | |
| Retningslinjer for et norsk fysikkråd. Innstilling fra arbeidsutvalget nedsatt av NFS 20. juni 1968 | 27 | Faraday Society : <i>Intermolecular Forces.</i> | |
| Norsk Fysisk Selskaps årsmøte 1969 | 29 | J. C. Slater : <i>Quantum Theory of Matter.</i> | |
| Nyinnvalgte medlemmer i NFS i 1968 og 1969 .. | 30 | L. Spitzer Jr. : <i>Diffuse Matter in Space.</i> | |
| Bøker | 30 | M. Scharff : <i>Elementary Quantum Mechanics.</i> | |
| Marshall (ed.) : <i>Laser Technology and Applications.</i> | | K. Ziock : <i>Basic Quantum Mechanics.</i> | |
| Retningslinjer for en samordning og styrkning av undervisning og forskning innenfor kjernefysikk i Norge | 31 | Univ. of Brussels, 14th Conf. on Physics. <i>Fundamental Problems in Elementary Particle Physics.</i> | |
| Brev til redaktøren, Per Onsager | 38 | A. M. Freudenthal : <i>Introduction to the Mechanics of Solids.</i> | |
| Bøker | 38 | O. Lindemark : <i>Medisiner for og nå.</i> | |
| Øgrim, Ormestad, Lunde : <i>Rom - Stoff - Tid.</i> | | A. Beiser : <i>Perspectives of Modern Physics.</i> | |
| Fysikk for gymnaset. Bind. 3. <i>Elektrisitet.</i> | | S. Ljungberg : <i>Hvordan legemidlene virker.</i> | |
| Courant-Hilbert : <i>Methoden der mathematischen Physik, II.</i> | | J. D. Watson : <i>Dobbeltspiralen.</i> | |
| Linse- og speilaberrasjoner, K. Jostein Knutsen .. | 40 | A. Einstein : <i>Relativitetsteorien.</i> | |
| Bruken av enheter i fysikk og teknikk, Jonathan Aars | 42 | Handbuch der Physik, XXIX. | |
| Bøker | 45 | B. W. Shore and D. H. Menzel : <i>Principles of Atomic Spectra.</i> | |
| Albert Einstein : <i>Relativitetsteorien.</i> | | R. L. Cool and R. E. Marshak : <i>Advances in particle Physics.</i> | |
| J. J. Sheppard Jr. : <i>Human Color Perception.</i> | | V. Simák : <i>High Energy Physics.</i> | |
| A. Krassewski : <i>Microwave Gas Discharge Devices.</i> | | | |
| L. V. Azároff : <i>Elements of X-Ray Crystallography.</i> | | | |
| G. Gamow : <i>Mr. Tompkins i Drømmeland.</i> | | | |
| J. A. Wheeler : <i>Einsteins Vision.</i> | | | |
| V. Ya Arsenin : <i>Basic Equations and Special Functions of Mathematical Physics.</i> | | | |
| S. Høidal : <i>Fartslære for bilførere.</i> | | | |
| Hefte 4. | | | |
| Hvordan behandler nerveceller sanseinformasjon? | | | |
| Lars Walløe | | | |
| NORSAR — et seismografisk bidrag til internasjonal avspenning, E. S. Husebye og O. Steinert | 80 | | |
| Bøker | 87 | | |
| Øgrim, Ormestad, Lunde : <i>Rom - Stoff - Tid.</i> | | | |
| Fysikk for gymnaset. <i>Øvingsoppgaver. Eksemensoppgaver.</i> | | | |
| H. Moesta : <i>Chemisorption Ionisation in Metall-Metall-Systemen.</i> | | | |
| Hva er en god linse? Bjørn Brekke | 88 | | |
| Bøker | 96 | | |
| Kosmos 1968. | | | |
| W. M. Gibson : <i>Basic Electricity.</i> | | | |
| E. Kronmüller : <i>Nachwirkung in Ferromagnetika.</i> | | | |

FORFATTERREGISTER

| | | | |
|---|----|---|----|
| <i>Bakke, Finn</i> : (bokanm.) Z. Vinter: Transmutations of Nuclei | 13 | — (bokanm.) Courant-Hilbert: Methoden der mathematischen Physik, II | 38 |
| <i>Been, Ulf</i> : Det nye gammabestråleanlegget på Kjeller | 49 | — (bokanm.) G. Gamow: Mr. Tompkins i Drømmeland | 47 |
| <i>Bløtekjær, Kjell</i> : (bokanm.) J. B. Birks (ed.): Progress in Dielectrics, 3 | 24 | — (bokanm.) J. A. Wheeler: Einsteins Vision .. | 47 |
| <i>Brekke, Bjørn</i> : Hva er en god linse? | 88 | — (bokanm.) S. Heidal: Fartslære for bilførere .. | 48 |
| <i>Bryni, Inge</i> : (bokanm.) S. K. Runcorn: Mantles of the Earth and Terrestrial Planets | 22 | — (bokanm.) M. Scharff: Elementary Quantum Mechanics | 68 |
| <i>Bøe, Jacob</i> : Fysikk og kjemi som allmenndannende fag | 8 | — (bokanm.) 14th Conf. on Physics, Univ. of Brussels: Fundamental Problems in Elementary Particle Physics | 68 |
| <i>Elgarøy, Øystein</i> : (bokanm.) W. M. Kaula: An Introduction to Planetary Physics | 61 | — (bokanm.) A. Beiser: Perspectives of Modern Physics | 69 |
| — (bokanm.) L. Spitzer: Diffuse Matter in Space | 67 | <i>Olsen, Haakon</i> : Fysikkrådet | 1 |
| <i>Erdal, Arvid</i> : Laboratorieundervisningens stilling i fysikkundervisningen | 57 | — (bokanm.) A. N. Kamal: Problems in Particle Physics | 66 |
| <i>Grimeland, Bertel</i> : Om et målsystem med bare en grunnenhet | 62 | <i>Olsen, Stein O.</i> : (bokanm.) Kleen und Müller (red.): LASER | 20 |
| <i>Groldal, Tryggve</i> : Poyntings vektor | 21 | — (bokanm.) Marshall (ed.): Laser Technology and Applications | 30 |
| <i>Gullvåg, Barbro</i> : (bokanm.) F. Crick: Om molekyler og mennesker | 61 | <i>Omholt, Anders</i> : Kommentar til «Har moderne fysikk en fremtid i Norge?» | 3 |
| — (bokanm.) C. P. Swanson: Den levende celle | 67 | <i>Quale, Andreas</i> : (bokanm.) A. Einstein: Relativitetsteorien | 45 |
| — (bokanm.) O. Lindemark: Medisiner før og nå | 69 | <i>Reitan, Arne</i> : (bokanm.) K. Ziolk: Basic Qantum Mechanics | 68 |
| — (bokanm.) S. Ljungberg: Hvordan legemidlene virker | 69 | <i>Riste, Tormod</i> : (bokanm.) D. H. Martin: Magnetism in Solids | 22 |
| — (bokanm.) J. D. Watson: Dobbeltspiralen | 70 | — (bokanm.) H. Kronmüller: Nachwirkung in Ferromagnetika | 96 |
| <i>Hag, Per</i> : (bokanm.) W. R. Fuchs: Gyldendals bok om moderne matematikk | 23 | <i>Sigmund, Reidar S.</i> : (bokanm.) A. Kraszewski: Microwave Gas Discharge Devices | 46 |
| <i>Hemmer, Per C.</i> : (bokanm.) W. R. Smythe: Static and Dynamic Electricity | 24 | <i>Skavlem, Steingrim</i> : (bokanm.) A. Einstein: Relativitetsteorien | 70 |
| — (bokanm.) Faraday Society: Intermolecular Forces | 67 | <i>Spangen, Egil</i> : (bokanm.) Handbuch der Physik, XXIX | 71 |
| <i>Hauge, Eivind Huis</i> : (bokanm.) G. Randers og J. Døderlein: Reaktoren og bomben | 48 | <i>Støren, Sigurd</i> : (bokanm.) A. M. Freudenthal: Introduction to the Mechanics of Solids | 68 |
| — (bokanm.) G. Falk: Theoretische Physic, II | 48 | <i>Svare, Ivar</i> : (bokanm.) J. W. Orton: Electron Paramagnetic Resonance | 24 |
| — (bokanm.) S. Flügge: Lehrbuch der theoretischen Physik, II | 48 | <i>Sørum, Harald</i> : (bokanm.) L. V. Azároff: Elements of X-ray Crystallography | 47 |
| <i>Hisdal, Bjarne</i> : (bokanm.) J. J. Sheppard: Human Color Perception | 48 | — (bokanm.) H. M. Crosswhite and H. W. Moos (ed.): Optical Properties of Ions in Crystals .. | 56 |
| <i>Hole, Njål</i> : (bokanm.) Kosmos 1968 | 48 | — (bokanm.) G. H. Dieke: Spectra and Energy Levels of Rare Earth Ions in Crystals | 56 |
| <i>Husebye, E. S. og O. Steinert</i> : NORSAR — et seismografisk bidrag til internasjonal avspennin | 80 | <i>Trefall, Harald</i> : Hva er fysikk, og hvilken fremtid bør den ha i Norge? | 2 |
| <i>Knutsen, K. Jostein</i> : Linse- og speilaberrasjoner | 40 | — (brev til red.) Har fysikken en fremtid i Norge .. | 59 |
| — Aerodynamik I Steiling | 60 | <i>Trætteberg, Mari</i> : (bokanm.) Structure and Bonding, 1, 2, 3 | 24 |
| — (bokanm.) Øgrim, Ormestad, Lunde: Rom — stoff — tid. Fysikk for gymnaset. 3: Elektrisitet | 38 | <i>Trætteberg, Jens</i> : (bokanm.) H. Moesta: Chemistry-sorption Ionisation in Metall-Metall-Systemen | 87 |
| — Laboratorieøvinger | 66 | <i>Walløe, Lars</i> : Hvordan behandler nerveceller sanseinformasjon? | 73 |
| — Øvingsoppgaver. Eksamensoppgaver | 66 | <i>Wergeland, Harald</i> : Lars Onsager, Nobelpriatager 1968 | 11 |
| — (bokanm.) E. Tandberg (red.): Romforskning og romfart | 44 | — (bokanm.) V. Ya Arsenin: Basic Equations and Special Functions of Mathematical Physics | 47 |
| <i>Løkberg, Ole J.</i> : Anvendelser av holografi | 1 | <i>Øgrim, Otto</i> : (bokanm.) W. M. Gibson: Basic Electricity | 96 |
| <i>Løvseth, Jørgen</i> : Grunnforskning i fysikk | 71 | <i>Aars, Jonathan</i> : Bruken av enheter i fysikk og teknikk | 42 |
| — (bokanm.) R. L. Cool and R. E. Marshak (ed.): Advances in Particle Physics | 72 | | |
| — (bokanm.) V. Simák: High Energy Physics | 23 | | |
| <i>Midttal, J.</i> : (bokanm.) B. W. Shore and D. H. Menzel: Principles of Atomic Spectra | 67 | | |
| — (bokanm.) J. G. Slater: Quantum Theory of Matter | 67 | | |
| <i>Mork, Kjell</i> : (bokanm.) H. Alfvén: Verdener og antiverdener | 20 | | |

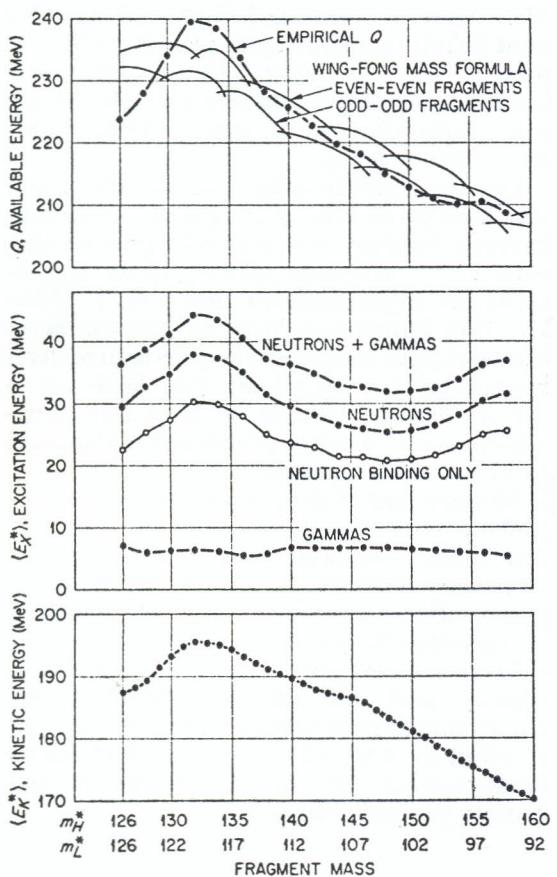


Fig. 8. Total energibalanse for spontan fision av ^{252}Cf . (Reprodusert fra Schmitt et al. [1]).

REFERANSAR:

- [1] H. W. Schmitt, J. H. Neiler og F. J. Walter: Phys. Rev. 141 (1966) 1146.
- [2] W. E. Stein: Physics and Chemistry of Fission 1, IAEA, Vienna (1965) 491.
- [3] H. R. Bowman, J. C. D. Milton, S. G. Thompson og W. J. Swiatecki: Phys. Rev. 129 (1963) 2133.
- [4] J. Terrel: Phys. Rev. 127 (1962) 880.
- [5] K. Skarsvåg og K. Bergheim: Nuclear Physics 45 (1963) 72.
- [6] R. L. Watson, H. R. Bowman og S. G. Thompson: Phys. Rev. 162 (1967) 1169.
- [7] H. R. Bowman, S. G. Thompson, R. L. Watson, S. S. Kapor og J. O. Rasmussen: Physics and Chemistry of Fission 2, IAEA, Vienna (1965) 125.

Det periodiske system

K. J. Knutsen

I forbindelse med hundreårsjubileet for oppstillingen av grunnstoffenes periodiske system, kan det være grunn til å se litt på hva man visste om grunnstoffenes egenskaper da Dmitri Mendelejev la frem sitt arbeide. Det skal også bli gitt en kort oversikt over senere arbeider som kan forklare detaljer Mendelejev ikke kunne gi noen fyldestgjørende redegjørelse for.

John Dalton offentliggjorde i 1810 en tabell over atomvekter. Denne var riktig nok temmelig mangelfull, men førte likevel til at det ble gjort forsøk på å finne visse relasjoner mellom atomvektene. Engelsmannen William Proust hadde f. eks. lagt merke til at mange av atom-



vekter ble heltallige om man satte hydrogenets atomvekt til 1, og han fremsatte i 1816 den hypotese at alle grunnstoffer var bygget opp av hydrogen.

Tyskeren Döberleiner delte inn grunnstoffer med felles egenskaper i grupper på

tre og tre. Dette var begynnelsen til å dele grunnstoffene inn i grupper som f. eks. alkalmetaller og halogener. Han fant også visse lovmessige forandringer innen en og samme gruppe.

Og i begynnelsen av 1860 årene begynte så forsøkene på å stille opp alle kjente grunnstoffer i et system.

Franskmannen Chancourtois system vakte liten interesse, men engelskmannen Newlands system vakte adskillig oppmerksomhet, og da vesentlig på grunn av at The Chemical Society i London nektet å offentliggjøre hans avhandling. (Han fikk først oppreisning et par decenier senere ved at Selskapet da tildelte han Davy-medaljen). Newlands oppdaget loven om oktavene, det vil si at det var en lovmessig gjentakelse av fysiske egenskaper i perioden fra lithium til fluor og i perioden fra natrium til klor om man startet på et grunnstoff og gikk åtte plasser frem.

På det tidspunkt Mendelejev og Lothar Meyer opptrer på arenaen, kjente man i alt 63 grunnstoffer, og atomvektene var stort sett tilfredsstillende bestemt. Mendelejev og Meyer ordnet grunnstoffene etter stigende atomvekt. For å få grunnstoffer med beslektede kjemiske og fysiske egenskaper til å stå under hverandre i grupper, måtte de la enkelte plasser stå tomme.

Mendelejev stilte sitt system opp noen måneder før Meyer. Dessuten forklarte Mendelejev i detalj hvilke egenskaper de grunnstoffene måtte ha som passet inn i de tomme plassene. I løpet av få år ble tre av disse grunnstoffene funnet. Gallium ble funnet av Boisboudran. (Mendelejev hadde kalt det grunnstoffet ska-aluminium). Scandium (eka-bor) ble funnet av svensken Nilson og geranium eka-silicium av Clemens Winkler.

Det periodiske systemet ble ikke helt perfekt ved å ordne det etter stigende atomvekter.

Man måtte la argon og kalium, tellur og jod samt kobolt og nikkel bytte plass for å få dem plassert der de hørte hjemme etter sine kjemiske egenskaper. Og rent galt ble det når man skulle plassere de såkalte sjeldne jordarter (lantanidene).

Det var nederlenderen Van den Broek som kom på den ide at det kunne være atomkjernens ladning som bestemte grunnstoffets plass i det periodiske system. Dette ble bekreftet av engelskmannen Henry G. J. Moseley. Han kunne ved hjelp av grunnstoffenes karakteristiske røntgenstråling bestemme deres kjerneladninger, og således føre bevis for at det er kjernens ladning og altså ikke atomvekter som bestemmer grunnstoffets plassering i det periodiske system.

Moseley fant at dersom man ordnet grunnstoffene etter økende kjerneladning, fikk de den riktige plassering i systemet. Men han fant ingen forklaring på den periodisitet som grunnstoffenes egenskaper har. For å forklare at egenskapene gjentar seg, må man ty til elektronene, og i særdeleshet til elektronene i ytterste skall, de såkalte valenselektroner. De grunnleggende arbeider på dette området er utført av Rutherford og Bohr. Det såkalte Panli-prinsipp gir en tilfredsstillende forklaring på periodisiteten.

Stoff om det periodiske system:

1. *Robin McKown*: Mendeleev and His Periodic Table. Julian Messner, New York, 1966.
2. *Ellen Gleditsch*: Det periodiske system. Fra Dmitri Ivanovitch Mendeléeff til Henry Geoffrey Moseley og frem til vår tid. Fra Fysikkens Verden. 2. hefte 1953.
3. *Jannik Bjerrum*: Træk af grundstofferne historie. Forelesning holdt ved Københavns universitets årsfest den 24. november 1966.
4. *Einar Wang Lund*: Grunnstofferne periodiske system. Aftenposten 18. april 1969.

Varmeledningsfenomener i jordsmonnet

— Teledybde

Alf E. Strand

I visse strøk i Canada inntraff for noen år siden en meget streng kuldeperiode sen-vinters. Man fryktet for at vanntilførselen skulle svikte p. g. a. tilfrosne rørledninger, selv om rørene i disse strøk er lagt spesielt dypt. Imidlertid forløp det hele problemfritt, kulden ga seg, det ble vår og en tidlig sommer. Da frøs plutselig vannledningene!

Dette forsinkelsesfenomenet forklares ved hjelp av enkle fysikalske prinsipper. Ved å bruke varmelærerens 1. hovedsetning, sammenhengen mellom varmestrøm og temperatur-

gradient ($\vec{S} = -\lambda \nabla T$) samt Gauss' integral-sats, finner en den såkalte varmeledningslikningen:

$$(1) \quad \nabla^2 T = \frac{c\rho}{\lambda} \frac{\partial T}{\partial t}$$

hvor c er spesifikk varmekapasitet, ρ tettheten og λ spesifikk varmeledningsevne. Vi vil til-lempe den til et enkelt spesialtilfelle, hvor vi antar at vi har et flatt jordlag med homogent jordsmonn under, og at temperaturvaria-sjonen på overflaten er gitt som en harmonisk tidsvariasjon omkring en middeltemperatur. Vi lar jordets overflate være $x-y$ -planet, og antar at forholdene er ens over hele jordet,

slik at vi kan sette $\frac{\partial T}{\partial x} = \frac{\partial T}{\partial y} = 0$. Vi lar z -aksen peke nedover og får denne likningen:

$$(2) \quad \frac{d^2 T}{dz^2} = \frac{c\rho}{\lambda} \frac{dT}{dt}$$

med grensebetingelsen:

$$(3) \quad T(z=0, t) = Re(T_0 + \Delta T e^{i\omega t}) \equiv Re T^c$$

hvor T_0 er middeltemperaturen på over-flaten og ΔT er temperaturvariasjonens am-pplitude der. ω er variasjonens sirkelfrekvens:

Lic. techn. Alf E. Strand er stipendiært ved Fysisk institutt, Universitet i Trondheim, Norges Lærer-høgskole.

$\omega = 2\pi\nu = \frac{2\pi}{\tau}$, hvor τ er perioden (f. eks. et år eller et døgn). $t = 0$ er den tid da den maksimale temperatur inntreffer, (f. eks. 20. juli i årsvariasjonen eller kl. 14°C for døgn-variasjonen). Ved løsningen av likningen er det hensiktsmessig å operere med en «kompleks» temperatur $T^c(z, t)$, og så ta realdelen igjen når regningen er fullført.

La oss anta at $T^c(z, t)$ er separabel når vi trekker fra det konstante bidrag T_0 :

$$(5) \quad T^c(z, t) - T_0 = T(z) \cdot T(t)$$

En får da med innsetting i (2) likningene:

$$(6) \quad \frac{dT(t)}{dt} = i\omega T(t)$$

$$(7) \quad \frac{d^2 T(z)}{dz^2} = \frac{c\rho}{\lambda} \cdot i\omega T(z) \equiv (1+i)^2 \kappa^2 T(z)$$

med

$$(8) \quad z = \sqrt{\frac{\omega c \rho}{2\lambda}}$$

(6) integreres lett til $T(t) = e^{i\omega t}$ mens (7) har løsning:

$$(9) \quad T(z) = C_1 e^{(1+i)\kappa z} + C_2 e^{-(1+i)\kappa z}$$

Pålegger vi betingelsen $T(z)$ endelig for $z \rightarrow \infty$, og bruker grensebetingelsen (3), fås løsningen:

$$(10) \quad T(z, t) = T_0 + \Delta T e^{-\kappa z} Re e^{i(\omega t - \kappa z)}$$

som er en bølge med amplituden $\Delta T(z) = \Delta T e^{-\kappa z}$, altså eksponentielt avtagende med dybden. Variasjonen i dybden z er fasefor-skjøvet en vinkel $\Delta\phi = \kappa z$ etter variasjonen på overflaten. Tidsforskjellen er $\Delta t = \frac{\Delta\phi}{\omega} =$

$\frac{\kappa}{\omega} \cdot z$, altså proporsjonal med dybden.

Tar vi spesielt årsvariasjonen og setter $T_0 = 280$ °K som årsmiddeltemperatur, og en amplitude $\Delta T = 10$ °K, får en med realistiske verdier på ρ , c og λ :

$$(11) \quad \kappa_a = 0,6 \text{ m}^{-1}$$

som gir «inntrengningsdybden»

$$\delta_a = \frac{1}{\kappa} = \sqrt{\frac{2\lambda}{\omega c \rho}} = 1,7 \text{ m}$$

Teledybden z_t finnes ved å forlange:

$$(12) \quad T(z_t, t)_{\min} = 273 \text{ °K}$$

som gir:

$$(13) \quad z_t = \delta_a \cdot \ln \frac{\Delta T}{T_0 - 273} = 0,6 \text{ m}$$

Teledybden øker logaritmisk med amplituden i temperaturvariasjonen på overflaten.

Frosten i bunnen av telesjiktet inntreffer når

$$\cos(\omega t - \kappa z_t) = -1 \text{ eller } t =$$

$$\frac{\pi + \kappa z_t}{\omega} = \frac{\tau}{2} + \Delta t$$

hvor $\Delta t = 21$ dager med våre tallverdier. Ved

$t = \frac{\tau}{2}$ er det kaldest på overflaten, mens

frosten i bunnen av telesjiktet altså inntreffer 21 dager etterpå. Jo kaldere det blir på overflaten, jo dypere ned vil telen gå, og desto senere vil frosten i bunnen av telesjiktet inn-

Bøker

H. Buchholz: The Confluent Hypergeometric Function, with Special Emphasis on its Applications. Springer Tracts in Natural Philosophy, Vol. 15. Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, 1969. 238 sider. Innbundet DM 64,—; US \$ 16,—.

Boken er oversatt fra tysk: Die konfluente hypergeometrische Function, Ergebnisse der angewandten Mathematik, Heft 2, 1952. Det er ikke foretatt noen vesentlige endringer eller ajourføring i denne engelske utgaven.

treffe. Dette forklarer da det «Canadiske fenomen» som vi nevnte innledningsvis.

En bestemmer lett dybden z_m hvor det er varmest om vinteren og kaldest om sommeren. Faseforskyvningen er da π , og en har altså:

$$(14) \quad \kappa z_m = \pi$$

som gir $z_m = \pi \delta_a \approx 5,3$ m.

I denne dybden er imidlertid amplituden bare

$$\Delta T(z = 5,3 \text{ m}) = \Delta T \cdot e^{-\pi} \approx 0,3 \text{ °K}$$

I og rundt en kjellervegg har en materiale med større tetthet og bedre varmeisolasjon enn i jordsmonnet, slik at kjellerdybden kanskje kan ekvivalere dybden z_m . Derfor er en god kjeller kjølig og sval om vinteren, og lun og frostfri om sommeren (holder praktisk talt konstant temperatur hele året igjennom).

Tar vi for oss døgnvariasjonen, har vi følgende relasjon:

$$(15) \quad \omega_d = 365 \omega_a$$

som medfører ny κ -verdi og inntrengningsdybde:

$$\kappa_d = \sqrt{365} \kappa, \quad \delta_d = \frac{1}{\sqrt{365}} \cdot \delta_a \approx 0,08 \text{ m.}$$

Døgnvariasjonen brer seg altså bare noen cm ned i jordskorpen, og får ingen betydning for våre overlegninger om telefonomener.

LITTERATUR:

A. Sommerfeld: Partial diff. Equations in Physics, Ch. III § 14. Academic Press Inc. N.Y. 1964.

Innen området anvendt matematikk er det et stort behov for oversiktlig og lett tilgjengelige samlinger av viktige resultater. De originale publikasjonene er gjerne spredt over lang tid og over et utall av artikler. For den enkelte bruker er dette en alvorlig ulempe, som nok ofte avskjærer ham fra viktige resultater.

Denne boken forsøker å gi en oversikt for området konfluente hypergeometriske funksjoner («KHF»), og er så vidt jeg vet den eneste i sitt slag som beskjeftiger seg utelukkende med slike funksjoner. Det finnes imidlertid en del bøker som behandler KHF ved siden av andre funksjoner som er vanlige i matematisk fysikk. Her kan nevnes Whittaker & Watson: Modern Analysis, Magnus & Oberhettinger: Special Functions of Mathematical Physics, og Bateman Manuscript Project: Higher Transcendental Functions, Vol. I. Sistnevnte

er den ferskeste av disse, utgitt omtrent samtidig med den tyske originalutgaven av foreliggende bok, og er også den av de tre som gir den fyldigste omtalen av KHF.

Mens Magnus & Oberhettinger nærmest har karakter av en formelsamling, har en i Bateman Manus. lagt en viss vekt på å skissere bevis. Det siste gjelder i enda høyere grad Buchholz' bok. Den store forskjellen i volumet (230 sider mot ca. 50 sider om KHF i Bateman Manus.) skyldes imidlertid vesentlig at Buchholz har tatt med en god del eksempler og dessuten mange avsnitt av relativt spesiell karakter.

Nesten alle relasjonene i boken er gitt for Whittaker-funksjonene M og \bar{W} , idet forfatteren har valgt å basere framstillingen på disse funksjonene istedenfor Kummers funksjon, som kanskje benyttes vel så ofte.

De første tre kapitlene tar for seg differensiellligningene, integralrepresentasjoner og asymptotisk oppførsel. Deretter følger en utførlig omtale av bestemte og ubestemte integraler hvor det inngår KHF, og av

polynomer som har sammenheng med KHF. Kapittel VI inneholder bl. a. et større avsnitt om integralrepresentasjoner for de forskjellige løsningene av den klassiske bølgeligningen i paraboliske og paraboliske sylinderkoordinater. (Forfatteren har arbeidet endel med anvendelser på dette området). I siste kapittel undersøkes nullpunktene for M og \bar{W} og endel egenverdiproblemer diskuteres.

Hovedvekten ligger på den generelle behandlingen av M og \bar{W} , men boken gir også de mest sentrale formlene for de viktigste spesialtilfellene (unntatt sylinderfunksjonene): Paraboliske sylinderfunksjoner, Laguerrefunksjoner etc.

Forfatteren har lagt en god del arbeid i en meget detaljert referanseliste, ajour til 1952.

For folk som har bruk for detaljopplysninger om KHF bør denne boken være av interesse. Den burde etter min mening finnes i alle bibliotekhyller for anvendt matematikk.

Ingjald Øverbø.

Gravitasjonsbølger

Alf E. Strand

I juni 1969 publiserte J. Weber [1] en artikkel i Phys. Rev. Letters, hvor han framlegger statistisk significant bevis på deteksjon av gravitasjonsbølger. (En art. i Nature, Vol. 224, nr. 52¹⁸, 1. nov. 1969, stiller spørsmålstegn ved dette.) Vi skal her kort diskutere hva gravitasjonsbølger er, og hvilken metode J. Weber og hans medarbeidere har brukt for å registrere dem.

Ved beregning av gravitasjonsvirkninger i solsystemet, planet-, måne- og romskipssbaner etc., bruker en Newton's gravitasjonslov:

$$(1) \quad \nabla^2\phi = 4\pi G\mu$$

hvor ϕ er gravitasjonspotensialet (gravitasjonsfeltet), G den universelle gravitasjonskonstant, og μ er massetetthet. Likning (1) er helt analog med Poisson's likning for det elektrostatiske potensial. Hvis en har tidsvariable størrelser, får en i elektrodynamikken en bølgelikning, som bl. a. forteller at den informasjon som er forbundet med en feltvariasjon, ikke overføres instantant, men har en endelig utbredelseshastighet c . I følge spesiell relativitetsteori er c den maksimale hastighet som informasjon kan overføres med. Hvis likning (1) skulle si alt om gravitasjons-

feltet, ville det implisere at feltvariasjonene i gravitasjonstilfellet utbrer seg instantant.

Denne selvomtigelse kan bare overkommes ved at en får bølgelikninger også i gravitasjonstilfellet. Løsningene av disse bølgelikningene kalles gravitasjonsbølger. Et eksempel: En dobbelstjerne er en tidsvariabel «kilde» for gravitasjon. Det resulterende gravitasjonspotensial vil variere i tid og rom, dvs. være en bølge.

Albert Einstein [2] formulerte i 1916 en ny gravitasjonslov, som har (1) som sin «statiske» grense i «svakfelt»-tilfellet. Einstein's gravitasjonslov:

$$(2) \quad R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}g_{\mu\nu}R = \frac{8\pi G}{c^4}T_{\mu\nu}$$

er formulert innenfor rammen av den generelle relativitetsteori, hvor gravitasjonsfeltet identifiseres med tid-rommets «metriske tensor» $g_{\mu\nu}$, som bestemmer «linje-elementet» $ds^2 = -g_{\mu\nu}dx_\mu dx_\nu$. I spesiell relativitetsteori er «linjeelementet»:

$$(3) \quad ds^2 \equiv (cdt)^2 - (dx^2 + dy^2 + dz^2)$$

en invariant. Hvis vi kaller koeffisienten foran $(cdt)^2$, dx^2 , dy^2 og dz^2 for henholdsvis g_{00} , g_{11} , g_{22} og g_{33} , ser en at i spesiell relativitets-teori er $g_{00} = -1$, mens $g_{11} = g_{22} = g_{33} = 1$ og alle $g_{ij}(i+j) = 0$. I generelle krumlinje koordinater vil disse diagonale elementene avvike fra 1 og $g_{ij}(i+j)$ vil være $\neq 0$.

Einstein's gravitasjonslov (2) er et sett partielle differensiallikninger som tillater en å bestemme den metriske tensor $g_{\mu\nu}$ (≡ gravitasjonsfeltet) når distribusjonen av masse og energi er gitt, uttrykt ved «energi-impulstensoren» $T_{\mu\nu}$. Størrelsene $R_{\mu\nu}$ og R inneholder de deriverete av $g_{\mu\nu}$ opp til 2. orden. Den metriske tensor bestemmer «geometrien» til tid-rommet, og denne er altså naturligitt i den grad fordelingen av materiale (stjerner, gass, stov) og energi i verdensrommet er gitt. Dette at gravitasjonen nå får en geometrisk fortolkning, er kanskje det mest oppsiktsvekkende trekk ved den generelle relativitetsteori. Også bevegelsen til materien får geometrisk betydning: Hvis bare gravitasjon påvirker massene, vil de bevege seg langs de linjer som har kortest buelengde, bestemt av variasjonslikningen:

$$(3) \quad \delta \int ds = \delta \int \sqrt{-g_{\mu\nu} \frac{dx_\mu}{d\tau} \frac{dx_\nu}{d\tau}} d\tau = 0$$

Hvis (3) skal gi samme resultat som for partikkel med masse m i konstant «Newtonsk» gravitasjonsfelt ϕ , må en forlange:

$$(4) \quad g_{00} = -1 - \frac{2\phi}{c^2}$$

som eksplisitt viser identifikasjonen av gravitasjonsfeltet med den metriske tensor (i dette tilfelle komponenten g_{00}).

Likning (2) har eksakte bølgeløsninger, men en kan også betrakte «svake felter» og forlange

$$(5) \quad g_{\mu\nu} = \delta_{\mu\nu} + h_{\mu\nu}$$

En kan vise at visse størrelser ϕ_{μ}^{ν} som lett uttrykkes ved $h_{\mu\nu}$, adlyder bølgelikningene:

$$(7) \quad \left(\nabla^2 - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} \right) \phi_{\mu}^{\nu} = - \frac{16\pi G}{c^4} T_{\mu}^{\nu}$$

med bibetingelsen:

$$(8) \quad \sum_{\nu} \phi_{\mu}^{\nu} = 0$$

(semikolon betyr «kovariant derivasjon» m. h. p. koordinat x_{ν}). Av (7) ser vi at disse gravitasjonsbølgene forplanter seg med lyshastighet c .

Hvis masser i ro eller bevegelse («materiestrømmer») er det eneste som gir bidrag til T_{μ}^{ν} , finner en at kvadrupolstråling er laveste orden i gravitasjonsbølgeutstrålingen [3], og energien i kvadrupolstrålingen er proporsjonal med kvadratet av den 3. derivate m. h. p. tiden av «kildens» kvadrupolmoment. Gravitasjonsenergien som utstråles fra f. eks. en planet i bane rundt sola blir så liten at den neppe kan influere på planetbevegelsen eller registreres på annen måte. Generering av gravitasjonsbølger på jorden, f. eks. ved å sette en stang i sterkt rotasjon, vil også gi så lite energi at en foreløpig ikke kan registrere slik stråling. En er derfor henvist til å søke etter gravitasjonsbølger generert av kosmiske systemer med store masser og høye akselerasjoner (f. eks. dobbelstjerner eller supernovaer). Det er nettopp slike interstellare gravitasjonsbølger J. Weber har registrert.

Meget kort skissert har Weber's apparatur bestått av 6 aluminiums-sylinder, alle med en aksial hoved-svingemode (resonans) ved 1660 Hz. Sylinderne har en diameter fra 61 til 93 cm, og en lengde på 153 cm. Disse «antennene» er plassert i vakuum og opphengt i en wire festet rundt midten. Bærebjelken er meget godt mekanisk isolert fra underlaget. Vibrasjoner i sylinderne omformes til elektriske signaler ved hjelp av piezo elektriske krystaller («transducers») festet til overflaten. Én har gjort forskjellige tester som setter en meget lav grense for forstyrrelser av elektromagnetisk eller seismisk art. 5 av detektorene befinner seg ved University of Maryland, mens den sjette er plassert ved Argonne National Laboratory, ca. 1000 km borte, med signaloverføring pr. telefonlinjenett. Signalene forsterkes i lavstøyforsterkere, og går inn på skrivere. To og to «antennene» koples til koinsidenskretser, som «triggges» når signalene fra hver detektor går over et visst terskelnivå. En registrerer også amplituden til koinsidenssignalet. Termiske vibrasjoner vil gi slike koinsidenser, og en kan beregne sannsynligheten for slike, denne

blir mindre jo større amplitude koinsidens-signalen har. En har også et raffinement ved at en av de elektromekaniske forsterkerne har en lengre relaksasjonstid enn de øvrige, ca. 11 sek., mot $< 10^{-4}$ sek. for de andre. I $\frac{1}{4}$ av de observerte tilfellene hvor en hadde koinsidenser for to andre detektorer, ga denne spesialdetektoren ut signaler ca. 11 sek. senere. Den ga også koinsidenser, fordi forsinkelsen er et statistisk fenomen.

Webers beregninger viser at den to-detektor koinsidensen som har minst amplitude, bare ville forekomme statistisk (ø: p. g. a. termisk støy) en gang på 144 dager (test-perioden var 81 dager), mens to-detektor-koinsidensen med størst amplitude statistisk bare ville forekomme en gang i løpet av 48 år. To «trippe»-koinsidenser forekom på en dag og dette skulle statistisk skje en gang i løpet av $7 \cdot 10^7$ år. Alt i alt forekom 25 koinsidenser i løpet av de 81 dagene, og det er utelukket at alle kan skyldes termiske fluktusjoner, hvis Weber's beregninger er korrekte. Selv om en godtar bare koinsidenser i detektorene som befinner seg 1000 km fra hverandre, skulle en kunne konkludere med at gravitasjonsbølger er oppdaget.

Teoretiske beregninger viser at frekvensen

1660 Hz vil forekomme en viss (relativt kort) tid under en supernova-kollaps. Hovedfrekvensen fra dobbelt-stjerner vil være langt lavere, unntatt kanskje for nøytron-dobbelt-stjerner. Registrering av gravitasjonsstråling fra slike systemer er neste mål for eksperimentene [5]. Deretter vil kanskje obserasjon av kvanteffekter (gravitasjonsfeltets kvanter: «gravitoner» spinn $s = 2$, masse $m = 0$) være det ambitiøse mål.

Oppdagelsen av gravitasjonsbølger åpner spennende perspektiver. Gravitasjonsfenomener vil få øket aktualitet, det er nok å nevne quasarer og pulsarer (nøytronstjerner?). Her er det muligens et tilknytningspunkt mellom gravitasjonsteori og elementærpartikkelfysikk, fordi begge deler sannsynligvis er betydningsfulle for energiproduksjonen.

REFERANSER:

- [1] J. Weber: Phys. Rev. Letters 22(1969) p. 1320.
- [2] A. Einstein: Annalen d. Physik 49(1916) p. 769.
- [3] J. Weber: General Relativity and Gravitational Waves. Intersc. Publ. N.Y. 1961.
- [4] Chiu and Hoffman (ed.): Gravitation and Relativity W. A. Benjamin, Inc. N.Y. 1969. Chap. 5.
- [5] J. Weber: Phys. Rev. Letters 21(1968) p. 395.

Bøker

Paul Rønne: Medicinsk fysik. F. A. D. L.'s Forlag, København 1969.

Magister Paul Rønne som i mange år har forelest i medisinsk fysikk ved H. C. Ørsted Institut i København, har utgitt sine forelesninger i bokform. I 1969 kom den annen og omarbeide utgave.

Medisinien bygger i meget på det verdensbilde som naturvitenskapen har gitt oss og følgelig har veien fra medisinien til fysikken alltid vært kort. Således er det et faktum at en rekke medisinere, kanskje særlig i tidligere tider, yet vesentlige bidrag til vår fysiske viten. Gallilei begynte på et medisinsk studium, men ga det opp fordi det var for bundet av doktriner. Galvani var professor i anatomi og gynekologi, og kom derved inn på elektriske strømmer og impulser. H. C. Ørsted studerte både fysikk og medisin og fikk en gullmedalje for en medisinsk besvarelse, før han ble kjent som fysiker. Helmholtz var militærlege før han ble professor i fysikk og direktør for Physikalisch-Technische Reichsanstalt i Berlin. Slik kunne listen godt fortsettes, men det får være nok å nevne at i enkelte land som f. eks.

Frankrike er det meget vanlig å ta både medisinsk og fysisk embeteksamen for visse medisinske spesialyrker som radiologi, fysiologi osv.

Gjennom hele sin lærebok kommer Rønne etter og etter tilbake til sammenhengen mellom naturvitenskap og medisin. For å omtale noen av kapitlene litt nærmere, kommer man etter en innledning om fysiske enheter og matematiske begreper inn på mekanikken. Etter en prinsipiell beskrivelse av krefter, dreiemoment, akselerasjon og krumlinjet bevegelse er det lett å bygge bro over til anatomien med kroppsbelastning under bevegelser og til medisinsk hjelpeutstyr som centrifugen. Fra elastisitetsloven er spranget kort til spendinger i knokler, hinner og muskler, og fra loven om vesker kommer en naturlig oversikt over i betraktninger av omløp og trykk av blod og andre kroppsvesker. Rønne har klart å gjøre stoffet rimelig tilgjengelig og nettopp ved å vise hvilken medisinsk betydning det har, er det naturlig å tro at den medisinske studerende nå og da vil gripe til sin lærebok i fysikk fra gymnasiedagene for en nærmere belysning av grunnprinsippene, om det skulle knipe.

Kapitlet «Luftformige stoffer» leste jeg personlig med storste interesse fordi det leder naturlig opp til problemene rundt respirasjonsprosessene og mere spesifikt i strålevernet ved inhalasjon av radioaktive gasser og aerosoler. Den internasjonale kommisjon

for strålevern har lenge arbeidet med måtelig suksess for adekvat bestemmelse av lungedosene, fordi de mange fysiske faktorer man måtte bygge inn i lungemodellen er utilstrekkelig kjent.

De videre kapitler inneholder varmelære, diffusjon og sedimentasjon, akustikk, elektrisitetslære om likestrøm, vekselstrøm, m. m. Fra elektrisitetslæren er overgangen kort til de elektriske prinsipper og komponenter som benyttes i medisinsk apparatur. Kapitlet om optikk er ledet naturlig over i omtale av mikroskoper, fluorescensmikroskoper og elektronmikroskoper. Derfra fører veien nesten av seg selv over til røntgenstråling, røntgenapparater, radioaktivitet, tellerutstyr, dosimetri o. l. Alt dette omfatter et arbeidsfelt hvor Rønne har vært særlig aktiv i årelrekker.

Boken har naturlig nok først og fremst interesse for medisinske studenter, men den kan også leses med betydelig utbytte av kliniske fysikere og helsefysikere. Spørsmålet er om den ikke også bør inngå i pensum for opplæring av medisinsk hjelpepersonell som røntgenassisterenter, laboranter og andre.

Det er vanskelig å finne noe egentlig å utsette på boken og jeg vet ikke hva jeg skulle foreslått forfatteren å skrive annerledes. Man kunne kanskje anbefale Rønne å finne frem til mere internasjonale benevnelser innen kjemien. Når man leser om «kvælstof-forilte» så stiller man seg temmelig uforstående, inntil man ser at det skal bety N_2O , hvilket vi vel ville kalle di-nitrogenoksyd etter et mellomfolkelig mønster.

Kristian Koren.

A. Kompaneyets: Basic Concepts in Quantum Mechanics. Reinhold Europe, Amsterdam, 1966. Pris \$ 3.95.

Forfatterens hensikt er å vise at de fundamentale begreper i kvantefysikken kan defineres uten bruk av metamatisk formalisme, og videre at disse kan anskueliggjøres i like stor utstrekning som enkelte begreper i klassisk fysikk.

Forfatteren mener at grunnideene i kvantemekanikken er lett tilgjengelige for de som har kjennskap til klassiske fenomener som akustiske- og elektromagnetiske bølger, og betydningen og konsekvensene av materiens bølgenatur forklares da ved analogibetraktninger med klassiske bølgefenomener, uten bruk av beregninger og kvantemekanisk formalisme.

Med et slikt opplegg er det naturligvis de kvalitative betraktninger som dominerer, og farene er da at man tar med så mange aspekter og effekter at fremstillingen blir overfladisk og uten logisk forbindelse med de egentlige grunnideer.

Men prinsipielt er det åpenbart mulig å presentere og forklare viktige grunnideer i kvantefysikken i et lettforståelig språk, og dermed avskaffe den «tradisjonelle» oppfatning at kvantefysikk er for spesialister. Som forfatteren sier: «The prospect is a tempting one, when we consider that to this day the students in some schools are still being presented with the same, hopelessly outdated Bohr's model of the atom with its orbitals, for which there really is no physical justification».

Hovedinnvendingen mot boken er da som antydet at forfatteren synes å ville ha med seg de fleste aspekter av kvantefysikken på ca. 150 sider (pocket-format). Foruten gjennomgåelse av mer tradisjonelt stoff som materiebølger, sannsynlighetsbegrep, usikkerhetsprinsipp, kvantisering av energi og angulaert moment, elektronets spinn og det periodiske system, — behandles elektroner i krystaller/metaller (halvledere og supraledere). De to siste kapitler (ca. 15 sider) er viet kvantisering av det elektromagnetiske felt og en omtale av Dirac's ligning og dens konsekvenser. De fleste begreper i kvantelektrodynamikken berøres, inkludert Lamb-shift og renormalisering.

Det er ikke sikkert at alle etter lesning av disse to kapitler er like overbevist som forfatteten, når han avslutter boken med: «Thus quantum electrodynamics now has all the main features of a complete physical theory».

Boken kan sannsynligvis gi et visst utbytte når den brukes som supplerende lesning til et innføringskurs i kvantefysikk. Boken er oversatt fra russisk.

Sigmund Waardenstrøm.

Serviceavdelingen ivaretar disse arbeidsområdene:

- kontroll og eventuell kalibrering av nytt utstyr før levering til kunde,
- vedlikehold av instrumenter for bedrifter og institusjoner som måtte ønske det,
- bistand som konsulenter for våre salgsavdelinger og kunder.

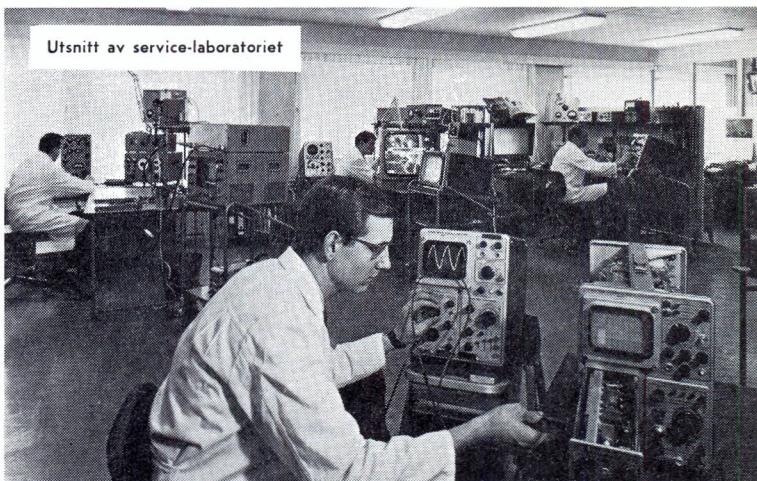
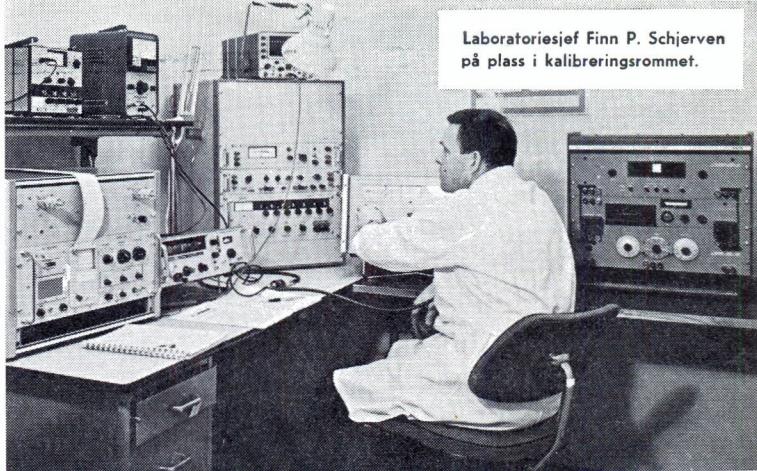
Avdelingen utførte ca. 1500 reparasjoner med kalibrering siste år. Vi forsøker å holde leveringstiden innen en uke forutsatt de nødvendige deler er tilgjengelige fra vårt lager.

Delelageret består for tiden av ca. 10 000 forskjellige typer. Det er bygget opp etter leverandørens anbefalinger og våre egne erfaringer.

Vi bruker prinsipielt bare originaldeler, selv når det gjelder motstander og kondensatorer.

For å imøtekommekundenes ønsker om service og kalibrering mens deres eget personale var på ferie, har vi i de to siste år gjort avtale på forhånd og forsikjøvet ferietiden ved vårt serviceverksted.

Som De vil se av tabellen, tillegger vi kalibreringstjenesten meget stor vekt. Husstandardene er referert til det Internasjonale Bureau for Mål og Vekt via National Physical Laboratory (England) og National Bureau of Standards (USA).



| | Område | Nøyaktighet |
|--|---|---|
| DC-spenning Fluke DC-kal.system Tinsley Standard Cellebank med 12 celler Temp.ktr. $\pm 0.01^\circ\text{C}$ | 1.018395V | $\pm 8 \text{ ppm}$ |
| AC-spenning Optimation AC-kalibrator Fluke true rms Diff.-Volmeter | 10Hz—99.900KHz 0—500 Vrms. 45 VA 10Hz—30Hz 0.01—1100 Vrms 30Hz—50kHz 0.01—500 Vrms 30Hz—100kHz 0.01—1100 Vrms 100kHz—200kHz 0.01—1100 Vrms 200kHz—500kHz 0.01—1100 Vrms 500kHz—1MHz 0.01—1100 Vrms | Stabilitet $< 100 \text{ ppm}$ Stabilitet $< 20 \text{ ppm}$ $\pm 0.2 \%$ $\pm 0.05 \%$ $\pm 0.2 \%$ $\pm 0.5 \%$ $\pm 1 \%$ $\pm 3 \%$ $\pm 5 \%$ $\pm 15 \%$ |
| Boonton RF-Voltmeter | 150kHz—100MHz 100 V—300 V 50kHz—400MHz 100 V—300 V 20kHz—1200MHz 100 V—300 V | $\pm 3 \%$ $\pm 5 \%$ $\pm 15 \%$ |
| DC-strøm ESI—Std.-motstander Fluke Spenningskilde | 0.3mA — 1A | $\pm 0.05 \%$ |
| Motstand ESI-Motstandsbro Motstandsdekader | 0 — 511.10M 0.01 — 11.111M | $\pm 0.002 \% + 10 \mu$ $\pm 0.02 \%$ |
| Kapasitet ESI Impedansbro Induktivitet | 0 — 1200 μ F 0.1—10kHz 0.01 H — 1200H 0.1—10kHz | 0.1 % 0.1 % + 1 skalastrekk + 0.7 % .fkHz/Q |
| Q — faktor ESI Impedansbro | 0.1—10kHz | 0.007 % .fkHz (1 + Q) + 0.02 Q |
| Frekvens Systron—Donner krystalloscillator Systron—Donner frekvenststeller med transferoscillator Fluke VLF-Mottaker | Uttak for normalfrekvenser 10Hz—10MHz i dekadiske step 1Hz — 15GHz Rugby VLF-stasjon 16 KHz Digital feilsummering samt skriver for logging av faseforskjell mellom Rugby og egen oscillator. | Stabilitet $5 \cdot 10^{-10}/\text{døgn}$ Oscillatorstabilitet ± 1 siffer $0.5 \mu\text{s}$ |
| Effekt Boonton μ Power Meter | 100kHz — 7GHz | $0.01\mu\text{W}—10\text{mW} \pm 0.5\text{db}$ |



MORGENSTIERNE & CO A/S

INGENIØRFIRMA — KONGHELLEGT. 3-5 — OSLO 5 — TELEFON 37 29 40

Fra Fysikkens Verden

Redaktør:
Professor dr. Haakon Olsen, N.L.H.T.
Redaksjonskomite:
Rektor Finn Berntsen, Strinda Høg.
Almenskole, Trondheim.
Universitetslektor Wilhelm Løchstøer,
Universitetet, Blindern.
Cand. real. Olav Steinsvoll, Institutt for
Atomenergi, Kjeller.
Professor Steingrim Skavlem, Universi-
tetet i Bergen.
Dr. techn. Helge Øverås, CERN Genéve.

Norsk Fysisk Selskap

Formann: Dr. philos Tormod Riste

Styre: Dosen Arnfinn Graue
Professor H. Sørum
Professor dr. Nicolai Norman
Cand. real. Gunnar Kvifte

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

Postgirokonto: 88388 Bankgirokonto: 8601 - 236880

Teknisk medarbeider og
Annonser: Lab.ing. H. Torgersen, N. T. H.

Fra Fysikkens Verden utkommer kvartalsvis. Abonnement kan
tegnes gjennom postverket eller direkte fra ekspedisjonen. Års-
abonnement kr. 15,—. Årsabonnement for studenter og skole-
elever kr. 10,—.

Sekretær: K. Slundgård
Ekspedisjonens adresse: Fra Fysikkens Verden,
Fysisk Institutt, N. L. H. T.,
7000 — Trondheim.

Postgirokonto: 10472 Bankgirokonto: 8601-236545

GYMNASIASTER OG STUDENTER!

Dere kan få

Fra Fysikkens Verden

til redusert pris: kr. 10,— pr. år.

Abonnement kan tegnes enten ved postverket
eller ved direkte henvendelse, se adressen ovenfor.