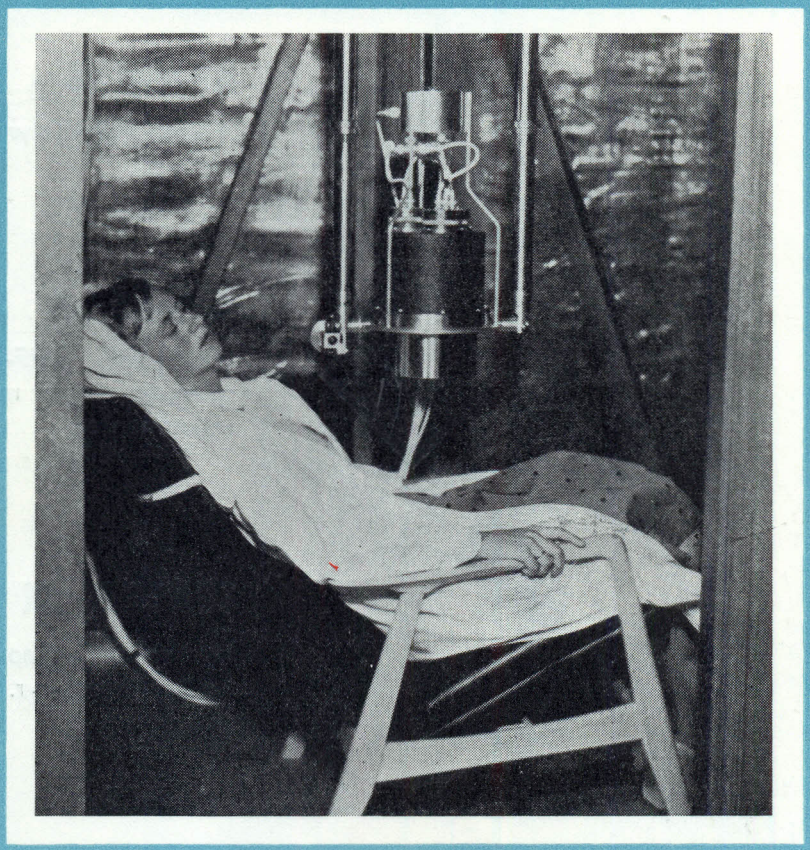
Fra Fysikkens Verden

UTGITT AV NORSK FYSISK SELSKAP

INNHOLD

To neutrinoer	49
Radioaktivt nedfall i den menneskelige organisme	50
Laserens anvendelser	54
Ørebro-kurset	58
Et refraktometer	59
Demonstrasjonsforsøk	60
AHA-spalten	61
Fysikermøtet 1962	62
Årsmøte i Norsk Fysisk Selskap 1962	64
Sommerskolen i fysikk i Bergen 1962	64
Bøker	67
Brev fra leserne	71



Måling av Cs^{137}-aktiviteten i totalkroppsteller (side 50).

Nr. 3 - 1962
24. årgang

Vi er enerepresentant i Norge for disse verdenskjente firmaer:

HEWLETT - PACKARD

leverer måleutstyr fra DC til R-bånd.

RHODE & SCHWARZ

leverer HF-, VHF-kommunikasjonsutstyr samt måleinstrumenter.

TEKTRONIX INC.

leverer oscilloskop og kalibreringsutstyr.

Kontakt oss:

MORGENSTIERNE & CO

INGENIØRFIRMA

WESSELS GATE 6, OSLO — TELEFON 42 99 93

STEDET FOR KOMPONENTER OG INSTRUMENTER TIL INDUSTRI OG FORSKNING

Fra Fysikkens Verden

Utgiver: NORSK FYSISK SELSKAP

Nr. 3 - 1962

Redaktør: HAAKON OLSEN

24. årgang

I disse dager foreligger rapporten fra de Forenede Nasjoners vitenskapelige komite for granskning av strålingsfaren. Det heter der blant annet at «selv om menneskene alltid har vært utsatt for en viss grad av bakgrunnsstråling og selv om det som nå er kommet i tillegg fra kunstige kilder i gjennomsnitt er mindre enn bakgrunnsstrålingen, er det på grunn av det stadig stigende antall kunstige strålekilder og den verdensomfattende forgiftning av atmosfæren som en følge av de kjernefysiske eksplosjoner, grunn til å være på vakt. De direkte skadevirkninger av den økte stråling vil man ikke ha full oversikt over før om flere tiår, og det vil ta flere generasjoner før man vet noe sikkert om de genetiske skadevirkninger.»

Det er av største betydning å fastslå i hvilken grad de radioaktive substanser opptas og lagres i den menneskelige organisme. I sin artikkel i dette nummer gir laboratorieingeniør Kjell Madshus — som i en år-rekke har arbeidet med disse problemer — en redegjørelse for målinger av radioaktivt nedfall fra kjernefysiske eksplosjoner i næringsmidler og i det menneskelige legeme.

TO NEUTRINOER

Ved konferansen for høyenergi-fysikk ved CERN-laboratoriet i sommer fremla Dr. M. Schwartz eksperimentelt bevis for at neutrinoet opptrer i to varianter. Inntil da har man trodd at det neutrinoet som blir produsert i beta-desintegrasjonen av radioaktive kjerner var identisk med det neutrinoet som produseres når pi-mesonet desintegrerer.

Eksperimentet er utført ved Brookhaven National Laboratory i U.S.A. Ved å la protonstrålen, med energi 15 GeV, falle på et beryllium target produseres blant annet pi-mesoner. Strålen passerer så en 13.5 m. tykk jernavskjerming. Pi-mesonene desintegrerer raskt i my-mesoner og neutrinoer, og den tykke jernskjermen filtrerer bort alle andre partikler enn neutrinoene. På dette vis har en skaffet seg en neutrino-stråle, der neutrinoene vesentlig kommer fra pi-my-desintegrasjonen.

Neutrino-strålen lar en så falle inn mot et gnistkammer. Her skulle det kunne produseres elektroner ved reaksjonen

$$(1) \qquad \nu + n = p + e ,$$

og my-mesoner ved

$$(2) \qquad \nu + n = p + \mu .$$

Antallet av elektroner og my-mesoner skulle være omtrent det samme.

I eksperimentet ble funnet 29 my-mesoner, mens det i stedet for 29 elektroner ble funnet bare 6 tilfeller der det *kan* være mulig at elektroner er produsert (etter reaksjon 1). Disse 6 tilfellene synes imidlertid heller å skrive seg fra bakgrunnen.

Den mest plausible forklaring på at elektroner ikke produseres av neutrinoer som selv er produsert ved pi-mydesintegrasjonen, er at det finnes to sorter neutrinoer — en sort forekommer sammen med elektronet, i beta-desintegrasjonen for eksempel — en annen sort forekommer sammen med my-mesonet, i pi-my-desintegrasjonen for eksempel.

Interessant er det at dette medfører at reaksjonen

$$\mu \rightarrow e + \gamma$$

er forbudt. Dermed forklares hvorfor denne reaksjon ikke er blitt observert.

Radioaktivt nedfall i næringsmidler og i den menneskelige organisme Del 1

Kjell Madshus

Det radioaktive nedfall fra atombombe-prøver har ført til en verdensomspennende strålings-kontaminering av atmosfæren, av jordsmonn og av planter og trær. Gjennom selektive opptak fra jordbunnen eller ved deponering på blader og stengler blir de radioaktive komponenter overført til mennesket — enten direkte gjennom konsum av frukt, bær, grønnsaker og korn — eller indirekte via meieriprodukter og kjøtt. De radioaktive legemsbelastninger som er målt i Norge og i andre land, viser at Norge har en særdeles utsatt stilling når det gjelder overføring av radioaktive substanser fra nedfallet til den menneskelige organisme.

Radioaktivt nedfall.

Radioaktivt nedfall, også kjent som «fallout», er radioisotoper som kunstig er introdusert i atmosfæren, og som etter kortere eller lengre oppholdstid her igjen faller ned på jordoverflaten. Det radioaktive nedfall er ialt vesentlig et resultat av kjernefysiske våpeneksplosjoner, men kan også i noen tilfeller tilskrives uhell ved reaktoranlegg. Windscale-ulykken [1] 10 oktober 1957, hvor den ene av de to reaktorer «løp løpsk», medførte således en meget alvorlig I^{13}-kontaminering innenfor et område på mer enn 500 km^2, og forurensningen etter uhellet kunne spores over store deler av Europa.

Inntil høsten 1958 var det ialt foretatt ca. 250 kjernefysiske eksplosjoner i atmosfæren, herav ca. 160 av U.S.A., ca. 20 av England og ca. 70 av U.S.S.R. [2]. Etter denne tid er det foretatt 2 mindre eksplosjoner i fransk regi i atmosfæren over Sahara våren 1960, sovjetrusserne sprengte høsten 1961 et 40-talls bomber av til dels meget stor styrke over Novaja Semlja og i det indre av Sibir, mens amerikanerne i sin nye prøveserie over Stillehavet og Nevada-ørkenen hittil har detonert anslagsvis 25 bomber. Hertil kommer et ukjent antall underjordiske eksplosjoner, men disse har så vidt man i dag vet ikke gitt noen forøket aktivitet i atmosfæren.

Ved kjernefysiske våpeneksplosjoner er det vanskelig å måle frigjøringen av energien direkte; man pleier isteden å angi den mengde av det konvensjonelle sprengstoff trotyl, T.N.T., som ville gi samme sprengvirkning. Denne mengde angis vanligvis i kT (10^3 tonn T.N.T.) eller MT (10^6 tonn T.N.T.).

Den samlede mengde kjernefysiske eksplosiver brakt til detonasjon til og med 1958 utgjorde ca. 200 MT [3]. Hvor stort tillegg de sovjetrussiske eksplosjoner høsten 1961 har gitt, er vanskelig å si med sikkerhet, da det hittil ikke foreligger tilstrekkelige opplysninger. Det er imidlertid rimelig å anta at tallet ligger mellom 120 og 150 MT. Den pågående amerikanske serien har så vidt man vet i alt vesentlig vært innskrenket til prøver med våpen av middels styrke, dvs. sprengvirkning mellom 20 kT og 1 MT, og den totale sprengvirkning fra disse prøver kan derfor neppe overstige 20 MT. Til i dag skulle man derfor kunne regne med at det fra samtlige eksplosjoner av kjernefysiske våpen er detonert i alt ca. 370 MT T.N.T. Til sammenlikning har man at den totale sprengvirkning fra samtlige bomber kastet over Tyskland under krigen 1940–1945 var ca. 2 MT T.N.T.

Mengden av de radioaktive avfallsstoffer som dannes ved en kjernefysisk eksplosjon står ikke i noen direkte relasjon til sprengvirkningen av våpenet. De radioaktive spaltningsprodukter er i alt vesentlig et resultat av fisjon av U^{235}, U^{238} eller Pu^{239}, og det er da i første rekke spørsmål om hvor store kvanta fisjonabelt materiale som står til disposisjon, samt hvor stor del av dette materialet som undergår fisjon. Som kjent finnes en viss minstestørrelse, den såkalte kritiske størrelse for fisjonsmaterialet som er nødvendig for å få kjedereaksjonen i gang. For U^{235} ligger denne størrelse på 15–20 kg., for Pu^{239} på ca. 5 kg [4].

Antar man at samtlige U^{235} kjerner som forefinnes i en atombombe undergår fisjon, vil det totale antall U^{235} desintegrasjoner/kg U^{235} bli

$$\frac{1000}{235} \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23} \sim 2{,}5 \cdot 10^{24}$$

Siv.ing. Kjell Madshus er laboratorieingeniør ved Norsk Hydros Institutt for Kreftforskning, Det Norske Radiumhospital, Oslo.

Desintegrasjonen av en U^{235}-kjerne frigjør en energi på ca. $200 \cdot 10^6$ eV, og den totale energifrigjøringen blir således

$$200 \cdot 10^6 \cdot 2{,}5 \cdot 10^{24} \text{ eV} \sim 8 \cdot 10^{20} \text{ erg.}$$

Det er generelt antatt at eksplosjonen av 1 kg T.N.T. vil frigjøre en energi på ca. $4{,}5 \cdot 10^{19}$ erg. Den *fullstendige* fisjon av 1 kg U^{235} vil altså være ekvivalent med en sprengvirkning på 18 kT T.N.T. og eksplosjonen av 1 kT T.N.T. er derfor ekvivalent med

$$\frac{4{,}5 \cdot 10^{19}}{2 \cdot 10^8 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-12}} = 1{,}4 \cdot 10^{23} \quad \text{desintegrasjoner/kT .}$$

Med kjennskap til fisjonsutbytte er det nå enkelt å beregne hvor meget det dannes av hver enkelt isotop om eksplosjonens ekvivalente styrke er kjent. For Sr^{90} finner man således

$$\frac{1{,}4 \cdot 10^{23} \cdot 90}{6{,}02 \cdot 10^{23}} \cdot 4{,}65\ \% = 1 \text{ gr } Sr^{90}/\text{kT}$$

hvilket tilsvarer ca. 200 Curie Sr^{90} .

Ovenstående beregning er selvfølgelig aproksimativ og tar vesentlig sikte på å vise hvilke enorme mengder radioaktivt materiale som dannes selv ved en etter forholdene meget beskjeden kjerneeksplosjon. Beregningene gjelder under forutsetning av at eksplosjonen er fremkalt utelukkende ved fisjon. Den er derfor gyldig for atomvåpen, men ikke for de større thermonukleare våpen (hydrogenbomber) hvor energifrigjøringen også er betinget av fusjon.

Hydrogenbombene er de såkalte «rene bomber» som i motsetning til atombomber (skitne bomber) ikke skal gi radioaktive forurensninger. Forutsetningene for en sådan ren bombe er at sprengvirkningen utelukkende er basert på fusjon. Disse prosesser krever imidlertid ekstremt høye temperaturer, størrelsesorden millioner av grader. Den eneste kjente metode å frembringe disse temperaturer på er å anvende en fisjonsbombe som tennsats. Da en hydrogenbombedetonasjon således er avhengig av en forutgående fisjonsprosess er det foreløpig ikke mulig å fremstille noen helt ren bombe. En annen sak er at hydrogenbombenes styrke vanligvis økes ved å gjøre bruk av fusjonsneutronene til å frembringe ny fisjon i det skall bombehylstret består av. Da fusjonsneutronene har en meget høy energi (ca. 14 MeV), gir de et tilstrekkelig virkningstverrsnitt for fisjon i U^{238}. U^{238} fåes som et biprodukt ved fremstilling av U^{235}; hvis man derfor gjennom en kostbar prosess først har fremstilt det anrikete U^{235}, får man på en lettvint og billig måte U^{238}, som da kan anvendes som hylster for bomben.

For de hydrogenvåpen som var detonert til og med 1958, og for hvilke eksplosjoner det finnes angitt noenlunde sikre verdier, har man regnet med et fisjons-fusjonsforhold på ca. 1. Disse eksplosjoner har frigjort en fisjonsenergi tilsvarende 92 MT. For de senere sovjetrussiske eksplosjoner høsten 1961 synes fisjons-fusjonsforholdet å være betydelig mindre enn 1; man har foreløpig regnet med at ca. 15 % av den totale sprengvirkning skyldes fisjon. Med en antatt totalstyrke på 150 MT får man da ca. 25 MT som fisjonsenergi, hvorved den til dags dato produserte radioaktivitet skulle tilsvare ca. 115 MT fisjonsprodukter.

Fra de forsøk som er utført har man funnet at detonasjonen av en 1 MT fisjonsbombe i middel tilsvarer en produksjon av de langlivete isotoper Sr^{90} og Cs^{137} på 100.000 Curie, henholdsvis 180.000 Curie. Det er således hittil ved kjerneeksplosjoner produsert ca. 12 MC Sr^{90} og ca. 21 MC Cs^{137}. Til sammenligning har man at den totale mengde radium som er fremstilt bare representerer ca. 0.01 MC

Ved en kjernefysisk eksplosjon får man i tillegg til fisjonsproduktene også en meget intens neutronflux. Disse neutroner vil foruten å indusere aktivitet i materialet rundt bomben også reagere med luftens nitrogen, hvorved det dannes C^{14}. Denne isotop har en halveringstid på ca. 5000 år. Ved en ordinær atombombe vil det pr. kT dannes ca. $2 \cdot 10^{23}$ neutroner, ved en fusjonsbombe av samme størrelse vil det gjennomsnittlig frigjøres $1{,}5 \cdot 10^{24}$ neutroner. En fusjonsbombe på 10 MT vil således gi ca. $1{,}5 \cdot 10^6$ Curie C^{14}, mens en tilsvarende fisjonsbombe bare vil gi ca. $2{,}3 \cdot 10^5$ Curie C^{14} [5]. En fusjonsbombe gir altså ca. 7 ganger så meget C^{14} som en fisjonsbombe av samme størrelse, et moment som kan være verdt å overveie i forbindelse med de såkalte «rene bomber».

Foruten den ioniserende stråling og selve trykkbølgen oppstår det ved en kjernefysisk eksplosjon en meget intens lys- og varmestråling. I eksplosjonssentret er temperaturen ekstremt høy og tilsvarer her millioner av grader. Varmeutviklingen er så stor at kjerne-

ladningen og konstruksjonsmaterialet i bomben ikke lenger foreligger som faste stoffer, men er fullstendig fordampet. Et resultat av denne fordampning er at den del av det fisjonable materialet som ikke har rukket å reagere med neutroner finner veien ut i atmosfæren og således i sin tur gir opphav til kontaminering på samme måte som fisjonsproduktene.

Ildsøylen som dannes ved detonasjonen består derfor av en sammensatt blanding av fisjonsfragmenter, atomer av kjerneladningen som ikke har fisjonert, atomære gasser av konstruksjonsmaterialet i bomben og en sterkt opphetet luftmasse. Finner eksplosjonen sted på eller i nærheten av jordoverflaten, vil man i tillegg få mindre gassmengder fra sammensmeltning av mineraler og organiske forbindelser som trekkes inn i sprengningssonen fra jordens overflate.

Kontaminering av atmosfæren.

Med den ekstremt høye temperatur som eksisterer i eksplosjonssentret i første fase av detonasjonen vil alle elementer her foreligge i form av atomære gasser. Disse gasser har en betydelig mindre tetthet enn luften i atmosfæren og gassblandingen får følgelig en oppdrift. Da gassblandingen ekspanderer og det dessuten finner sted et betraktelig energitap på grunn av intens lysemisjon, vil gassene avkjøles hvorved de enkelte atomer får mulighet til å reagere med hverandre og med elementer i atmosfæren og således danne stabile kjemiske elementer.

Den høyde hvor man får tetthetslikevekt mellom den radioaktive gassblanding og atmosfæren, er først og fremst avhengig av eksplosjonens styrke samt i hvilken høyde sprengningen blir foretatt. Fordelingen av og tiden som forløper inntil de radioaktive produkter igjen faller ned på jorden, er derfor også sterkt avhengig av de foran nevnte faktorer. Likeledes spiller atmosfærens struktur på de forskjellige breddegrader en avgjørende rolle.

Alt etter eksplosjonens karakter får man derfor forskjellig typer nedfall betegnet lokalt nedfall, fjernnedfall eller troposfærisk nedfall og forsinket eller stratosfærisk nedfall. Lokalt nedfall oppstår hovedsakelig etter eksplosjoner frembragt på eller i nærheten av jordskorpen, eventuelt under vann. Nedfallet består i alt vesentlig av større og tyngre partikler som sedimenterer meget hurtig. Mesteparten av dette nedfall vil komme i løpet av 24 timer etter eksplosjonen. Området som belegges med lokalt nedfall vil være sterkt avhengig av vindretningen og meteorologiske forhold for øvrig.

De viktigste opplysninger om sådant nedfall og dets innvirkning på mennesket har man fra den amerikanske prøven over koralløya Bikini i Stillehavet 1. mars 1954 [6]. En 15 MT fisjon-fusjon-fisjonsbombe ble her bragt til eksplosjon umiddelbart over bakken. På grunn av uforutsette meteorologiske forhold fikk man store mengder radioaktivitet blåst inn over de bebodde Marshalløyene; også en japansk fiskebåt kom inn i den lokale nedfallssonen.

Aktiviteten innen det lokale nedfallsområdet kan bli meget stor. Målinger utført ombord på den japanske båten viser at flatekonsentrasjonen på dekket har vært ca. 50 Curie pr. m^2 [7]. Ved denne prøven og ved liknende forsøk utført i Nevada-ørkenen fant man at ca. 80 % av nedfallet avsettes lokalt, mens 20 % blir injisert i atmosfærens øverste lag. Motsvarende tall for undervannssprengninger er funnet å være 70 % og 30 %.

Partiklene i nedfallet opptrer i et tilnærmet kontinuerlig spektrum hva størrelsen angår. Det forefinnes derfor også partikler med neglisjerbar sedimentasjonshastighet. Nedfall som opptrer fra 1 døgn til ca. 2 måneder etter eksplosjonen skyldes sådanne partikler injisert i atmosfærens nedre del, den såkalte troposfære. Fra forsøk over Nevada-ørkenen i U.S.A. har man funnet at prøver med våpen av middels styrke (20 kT–1 MT) gir troposfærisk forurensning med en halveringstid på ca. 20 døgn. Prøveeksplosjoner av denne størrelse vil i alt vesentlig gi bidrag til troposfæren, og bare i liten grad, eller overhode ikke forgifte atmosfærens øvre lag, stratosfæren.

De radioaktive stoffers videre transport i atmosfæren vil være avhengig av vindretningene. For Troposfærens vedkommende er de fremherskende vinder vesentlig i vest-øst retningen, selv om også den øst-vestlige retning forekommer. Den nord-sydlige transport er betraktelig langsommere. Resultatet av dette er at man fra troposfæren får et nedfall som fordeler seg langs et belte rundt jordkloden i og omkring den breddegrad hvor eksplosjonen ble foretatt. Da utrensningen av troposfæren hovedsakelig er betinget av nedbør, vil det imidlertid kunne oppstå høyst varierende nedfallsmengder avhengig av den lokale regnmengde.

Forholdet mellom nedfall i regnvær og tørre perioder er i gjennomsnitt funnet å være 10:1. I forbindelse med kraftig nedbør over Norge, fant man således i september 1956 en total β-aktivitet på ca. 10.000 pC*)/m^2 døgn, mens det i august måned samme år bare var registrert 1.000 pC/m^2 døgn. Dette nedfall var et resultat av sovjetrussiske bombeeksplosjoner, hvor det radioaktive støv i løpet av få dager med vinden ble ført inn over Norge.

Den relativt korte oppholdstid for de radioaktive forurensninger i troposfæren gjør at man ved bedømmelsen av dette nedfall også må ta hensyn til de mer kortlivete fisjonsprodukter som f. eks. Sr^{89} og I^{131}. Således var konsentrasjonen av I^{131} høsten 1961 i regnvann fra Bergen ca. 250 pC/l [9], i melk fra Levanger ca. 200 pC/l og i melk fra England [10] 125 pC/l.

Detonasjoner av mindre kjernefysiske sprengladninger i atmosfæren vil vanligvis avgi praktisk talt hele sin aktivitet til troposfæren. For de store hydrogenbomber i MT-klassen må man imidlertid regne med at den alt overveiende forurensning skjer til stratosfæren. Ildsøylen ved disse eksplosjoner er så enorm at man ikke får stabilisert forholdene før over tropopausen, den imaginære skillelinje mellom troposfæren og stratosfæren. Grovt sett kan man altså si at atombombene i alt vesentlig vil gi troposfærisk nedfall mens de større thermonukleare våpen gir stratosfærisk nedfall. Det er gjennom målinger basert på data fra bl. a. fly- og ballongobservasjoner funnet at den stratosfæriske forurensning etter en MT-eksplosjon inneholder 99 % av den produserte aktivitet. Det er nedfall etter disse våpenprøver som er årsak til den verdensomfattende kontaminering man etter hånden har fått.

Oppholdstiden for fisjonsproduktene i stratosfæren er vesentlig lenger enn i troposfæren, og dreier seg om flere år. Det er imidlertid vist at denne oppholdstid varierer ganske meget alt etter den geografiske beliggenhet hvor detonasjonen foretas. For de sovjetrussiske eksplosjoner utført i arktiske strøk finner man således en residenstid på ca. ett år, mens den tilsvarende tid for detonasjoner foretatt i equatoriale egne synes å være 3–5 år.

Den geografiske fordelig av nedfallet er heller ikke jevn, men viser en markert tendens til større konsentrasjoner i et belte mellom 30° n. b. og 50° n. b. Det er også en tilsvarende tendens på den sydlige halvkule uten at man her finner et så utpreget maksimum. Årsaken til disse maksima er å søke i den diskontinuitet man finner i tropopausen i overgangen mellom den tempererte og den kalde sone; i den tropiske sone ligger propopausen i en høyde av ca. 16 km, mens tropopausen over polare egne viser en sesongmessig fluktuasjon fra ca. 10 km høyde om vinteren til ca. 12 km høyde om sommeren.

Den thermiske stabilitet som hersker i stratosfæren, særlig i tropiske egne, forebygger praktisk talt den vertikale transport, og denne er derfor vesentlig langsommere enn i troposfæren og overveiende avhengig av diffusjon. I stratosfæren finnes heller ingen skyer, og det finner derfor ikke sted noen opprensing av luften gjennom nedbør. Sonemessige vindretninger transporterer luften på noe nær tilsvarende måte som i troposfæren med liten spredning i meridianretningen.

Overføringen av de radioaktive støvpartikler fra stratosfæren til troposfæren skjer i alt vesentlig gjennom diskontinuiteten i tropopausen. Fra troposfæren fjernes så partiklene relativt hurtig og på samme måte som for fjernnedfallet, hovedsakelig i forbindelse med nedbør.

Foruten den geografiske ujevne fordeling oppviser det stratosfæriske nedfall også en tidsmessig variasjon med et utpreget maksimum i vår- og sommermånedene. Dette henger sammen med at stratosfæren over polare egne i vintertiden er vesentlig mindre stabil og tillater en relativt hurtig vertikal utbytting og transport. Denne typiske «spring peak» var lett observerbar både i 1959 og i 1960 fordi man da, etter stans i de kjernefysiske prøveeksplosjoner siden november 1958 utelukkende hadde med nedfall å gjøre som stammet fra stratosfæren. Oppholdstiden for de radioaktive spaltningsprodukter i stratosfæren er så vidt lang at man for nedfall av denne typen i overveiende grad kan se bort fra de kortlivete isotoper som vil dø hen før nedfallet igjen når jorden. Man er derfor mest interessert i langlivete isotoper med et relativt stort fisjonsutbytte, og har av denne grunn konsentrert oppmerksomheten mot Sr^{90} og Cs^{137}, begge med en fysikalsk halveringstid på ca. 30 år.

I den senere tid har man ved bedømmelser av nedfallets mulige innvirkning på den menneskelige organisme også måttet ta hensyn til C^{14}, da produksjonen av denne isotop ved

*) 1 pC = 10^{-12} Curie.

eksplosjon av hydrogenvåpen er vesentlig større enn ved fisjonsbomber [11].

Ved en kjernefysisk eksplosjon dannes det ca. 0,1 MC Sr^{90} og ca. 0,18 MC Cs^{137} pr. MT frigjort fisjonsenergi. Det direkte fisjonsutbytte for begge isotoper er lite, og produksjonen skjer vesentlig gjennom disintegrasjoner over følgende mellomfaser:

$$Kr^{90} \xrightarrow{33\ s} Rb^{90} \xrightarrow{2{,}7\ m} Sr^{90} \xrightarrow{28\ år}$$

$$Y^{90} \xrightarrow{64\ timer} Zr^{90}\ (stabil)$$

$$I^{137} \xrightarrow{19\ s} Xe^{137} \xrightarrow{3{,}4\ m} Cs^{137} \xrightarrow{30\ år}$$

$$Ba^{137m} \xrightarrow{2{,}6\ m} Ba^{137}\ (stabil)$$

Såvel kjeden med massetall 90 som den med massetall 137 starter fra en gassfase med halveringstider store nok til at elementene unnviker det første trinn i kondensasjonsprosessene. Dette vil derfor først skje på et tidspunkt da den radioaktive skyen allerede har nådd en betydelig høyde. Sr^{90} og Cs^{137} er derfor ikke representert i nærnedfallet i samme forhold som de gjenfinnes i fjernnedfallet. Den vesentligste del av de produserte Sr^{90} og Cs^{137} blir således tilgjengelig for stratosfærisk og troposfærisk nedfall.

Regner man med at den hittil frigjorte fisjonsenergi på grunn av våpeneksplosjoner tilsvarer 120 MT er det altså i alt dannet ca. 12 MC Sr^{90} og ca. 22 MC Cs^{137}. Jevnt fordelt over jorden gir dette ca. 25 mC Sr^{90}/km^2 og ca. 40 mC Cs^{137}/km^2. Som tidligere omtalt er imidlertid ikke fordelingen jevn. Prøvefeltenes geografiske beliggenhet kombinert med tidligere nevnte atmosfæriske forhold har forårsaket at beltet mellom 30° n. b. og 50° n. b., hvor mer enn halvparten av jordens befolkning bor, er blitt særlig sterkt kontaminert. Enn videre er distrikter med stor nedbør blitt relativt sterkt belastet. For vårt lands vedkommende er dette tilfelle for store deler av kysten på Vestlandet. Flatekonsentrasjonen av Sr^{90} målt i jord i Bergen var således så stor som 40 mC/km^2 allerede i 1960 [12]. Målinger av levnetsmidler [13] så vel som personer [14] fra disse distrikter for deres innhold av radioaktive forurensninger bekrefter dette forhold.

De fisjonsprodukter som således er ført tilbake til jorden vil i sin tur gi opphav til kontaminering av såvel jordsmonn som planter, trær og andre vekster. Gjennom selektive opptak fra jordbunnen eller ved deponering på blader og stengler blir de radioaktive komponenter overført til mennesket, enten direkte gjennom konsum av frukt, bær, grønnsaker og korn eller indirekte via meieriprodukter og kjøtt.

(Fortsettes i neste hefte).

Laseren II

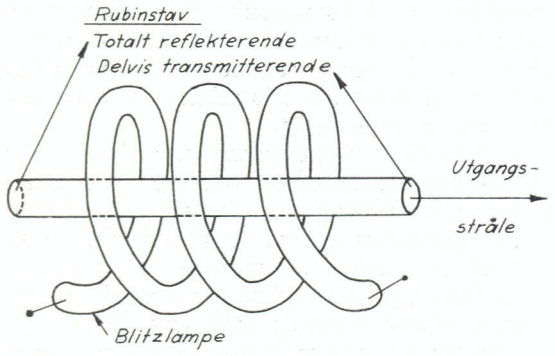
Anvendelser

Kaare J. Nygaard

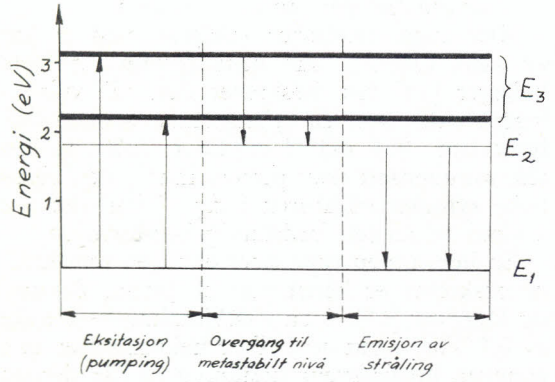
Eksperimenter.

Det material som hittil har vært mest brukt i lasere er rubin. Rubin består av aluminiumoksyd hvor noen av *Al*-atomene er erstattet med krom-atomer (egentlig Cr^{3+}), og den utviser en rød farge. Denne rødfargen skyldes at krom-atomene absorberer grønt, gult og ultraviolett lys, mens de lar blått og rødt passere. Det lyset som absorberes vil heve krom-atomene opp til eksiterte nivåer, og i rubinen er det således krom som utgjør det aktive lasermedium.

De vitale deler i en rubinlaser er skjematisk gjengitt i fig. 3. Rubinen inneholder ofte 0,05 vektprosent Cr_2O_3 i forhold til Al_2O_3. Staven kan ha en lengde på ca. 4 cm, og en diameter på ca. 0.5 cm. Dens endeflater må være så nøyaktig plane og parallelle som mulig. Etter at de er polert til høyglans, forsynes den ene endeflate med et fullstendig reflekterende belegg, mens den annen gjøres delvis transmitterende. Det hvite pumpelyset som trengs for å eksitere krom-atomene, produseres av en kraftig, spiralformet blitzlampe som får energi fra et kondensatorbatteri. Instrumentet



Figur 3. De vitale deler i en laser.



Figur 4. Energinivåer for krom.

må videre være utstyrt med en avblendingsanordning, som ikke er inntegnet, for å separere pumpelyset og laserbølgen.

Når blitzlampen tennes, vil krom-atomene eksiteres til et av de to nivåer som er kalt E_3 i det forenklede energinivådiagram i fig. 4. Disse atomene vil så avgi en del av sin energi til krystallgitteret hvorpå atomenes energi faller ned til det metastabile nivå E_2. Laservirkningen vil begynne når et foton med energi $E_2 - E_1$ og retning parallelt med sylinderens akse treffer på et av de eksiterte atomene. De eksiterte atomene vil da bli tvunget (stimulert) til å emittere fotoner, og en fotonlavine blir produsert i løpet av kort tid.

Når krom-atomenes energi forandres fra nivået E_2 til nivået E_1, vil det utsendte lyset være rødt og ha bølgelengden 6943 Å.

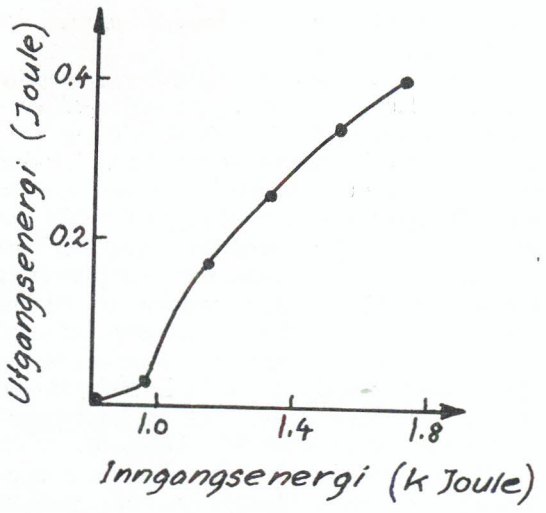
En rekke faktorer er med på å bestemme styrken på laserbølgen, hvorav bare to vil bli nevnt her. Maiman og medabeidere [10] har funnet at kvanteutbyttet for rubinen (dvs. antall emitterte fluorescensfotoner dividert med antall absorberte eksiterende fotoner), utgjør 70–80 % når rubinen blir bestrålt med bølgelengder som ligger midt i det grønne absorpsjonsbånd.

Som nevnt må man ha et større antall atomer i det eksiterende nivå E_2 enn i nivået E_1 for at lasereffekten skal komme i stand. Det antall eksiterte atomer som blir produsert er åpenbart avhengig av styrken på pumpelyset. Styrken på pumpelyset avhenger av den elektriske energi som tilføres blitzlampen, og denne energi blir i det følgende benevnt inngangsenergi.

I fig. 5 er vist sammenhengen mellom alt det koherente lys (utgangsenergi) som sendes ut fra en bestemt rubinlaser [10] og inngangsenergien. Rubinens dimensjoner er 3/4″ x 3/8″ dia., og dens endeflater er plan-parallelle med en nøyaktighet på $\lambda/3$ ved 6943 Å. Den delvis transparente endeflaten har en transmisjon på 7 %. Den langsomme stigning nederst på kurven skyldes spontan fluorescensstråling som skal til for å produsere lasereffekt. Ved høyere inngangsenergier vil kurven ha sterkere stigning fordi den spontane lysemisjon da blir mindre og mindre sammenlignet med den stimulerte lysemisjon. Fig. 5 gir ingen direkte relasjon mellom energien på inn- og utgangslyset fordi blitzlampens effektivitet vil øke når inngangsenergien øker.

Med en inngangsenergi på 1730 Joule blir utgangsenergien 0,4 Joule med en maksimal effekt på ca. 3 kWatt.

Den koherente utgangsbølgen med bølgelengde 6943 Å har en halvverdibredde på bare 6.10^{-4} Å, og kollimeringen av strålen er bedre enn 10^{-2} rad (ca $1/2^0$).

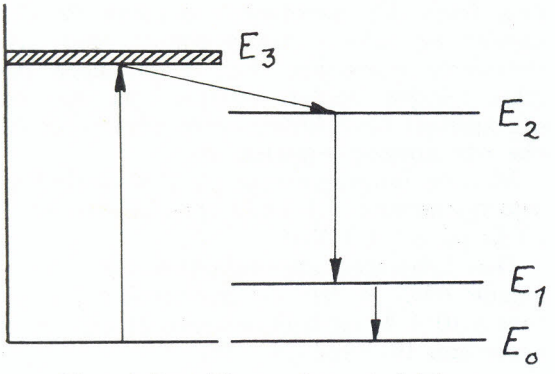


Figur 5.

Ved nærmere undersøkelser viser det seg at den pulsede utgangsstrålen er uregelmessig oscillatorisk. En av årsakene til dette er antakelig at mekaniske spenninger i rubinen vil spre energien inn i forskjellige svingningsmoder.

Rubinlaseren blir oppvarmet av det kraftige pumpelyset, og dette bevirker at de egenskaper man finner eksperimentelt blir mye dårligere enn de ideale egenskaper som man teoretisk kan beregne. Det ligger da nær å avkjøle rubinkrystallen for å få eliminert en del av de uønskede effekter.

Spesielle fordeler ved avkjøling får man i 4-nivå-laseren i fig. 6. Den stimulerte emisjon av stråling kommer, som før, som resultat av energisprang mellom nivåene E_2 og E_1. Nivået E_1 ligger imidlertid nå over en grunntilstand E_1, og ved å avkjøle en slik laser, vil man få tømt nivået E_1. Populasjonsinversjon mellom E_2 og E_1 kommer dermed



Figur 6. Energidiagram for en 4-nivå-laser.

lettere i stand enn i 3-nivådiagrammet for rubinen (jfr. fig. 4).

At lyset fra laseren virkelig er romlig koherent, kan vises med Youngs velkjente dobbelt-spalt-forsøk. Nelson og Collins [11] var de første til å demonstrere dette. Direkte på utgangsvinduet hadde de risset inn to parallelle spalter med bredde på 0,00075 cm og avstand mellom spaltenes midtlinje på 0,00541 cm. På en skjerm som var plasert et stykke unna fikk de da et tydelig og velkjent interferensbilde. Rødt fluorescenslys vil også emitteres når blitzlampens inngangsenergi ligger under terskelverdien for laservirkningen (jfr. fig. 5). Men dette lyset ga intet interferensbilde, og er altså ikke koherent.

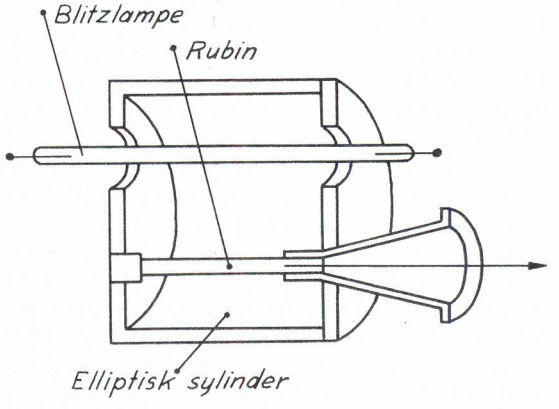
Ut fra dette forsøket får man bare opplysninger om lysets koherens i området mellom de to spaltene. I en rubinstav vil uregelmessigheter i krystallstrukturen vanligvis begrense koherensområdet til ca 1/10 av stavens diameter. I gasslaseren som skal behandles senere, vil koherensen strekke seg over hele bredden av endeflaten.

Forskjellige eksperimentatorer har brukt forskjellige blitzlampeutførelser og forskjellige plaseringer av lampe og krystall for å få mest mulig pumpelys inn på krystallen. En spiralformet blitzlampe er allerede vist i fig. 3. Man kan også ha en rekke stavformede lamper som er plasert parallelt med krystallen.

Schafer og medarbeidere [12] har plasert blitzlampen og rubinstaven parallelt inne i en sylinderformet reflektor og får deved fokusert mye av pumpelyset inn mot rubinen.

Hvis man omslutter rubinen med et lag av safir (Al_2O_3) slik som Devlin og hans kolleger [13] har beskrevet det, vil safirbelegget virke som en sylinderlinse som samler lyset inn mot den laseraktive rubinen. En slik sammensatt stav plasert inne i den elliptiske sylinderreflektoren i fig. 7 har vist seg å være en meget fordelaktig kombinasjon.

En helt annen type laser enn den som hittil er beskrevet er konstruert av Javan, Bennett og Herriott [14]. I en gassblanding bestående av 0,1 Torr neon og 1 Torr helium setter de i gang en høyfrekvent utladning og får derved eksitert et stort antall heliumatomer opp til et metastabilt nivå. Ved kollisjoner mellom metastabile He-atomer og stabile Ne-atomer vil He-atomene miste sin energi. De eksiterte Ne-atomene kan så bli stimulert til å emittere stråling. — En meget verdifull egenskap ved He-Ne-gasslaseren er at den kontinuerlig sender ut koherent lys. Hittil har man bare funnet 5 forskjellige bølgelengder i det nære infrarøde spektralområde, mens det teoretisk



Figur 7.

skal være 30 tillatte overganger i Ne-atomet. Bredden på de linjer som hittil er observert, ligger i området 10–80 kc/s og spredningen på utgangsstrålen er mindre enn 1 bueminutt. Videre nevnes at strålens effekt ved 11530 Å er ca. 15 mWatt.

I tabellen nedenfor kan man sammenligne en del karakteristiske egenskaper for rubin- og gasslaseren.

Egenskaper	Rubin-laser [10]	He-Ne-laser [14]
Utgangsstråle	Pulset	Kontinuerlig
Effekt	ca 5 kW max	ca 15 mW kont.
Bølgelengder	ca 7000 Å	11000-12000 Å
Linjebredder	ca $6 \cdot 10^{-4}$ Å	ca 10^{-7} Å
Direktivitet	ca 30 buemin.	ca 1 buemin.
Diameter på koherent område	ca 1 mm	ca 10 mm

Tallene skulle gi omtrent riktig størrelsesorden. Det antas at begge laserne er blitt noe forbedret i den senere tid.

Anvendelser.

Laserens godhet m. h. t. direktivitet, monokromatisme, koherens og effekt har frembrakt mer eller mindre fantastiske ideer hos ingeniører og fysikere.

Kommunikasjonsingeniører har lenge drømt om et apparat som kan produsere lysbølger likeså effektivt og nøyaktig som kringkastingsstasjoner kan generere radiobølger. En av årsakene til dette er at det begynner å bli trangt om plassen på radiobølgeområdet, og man ønsker derfor å ta stadig kortere og kortere bølgelengder i bruk. En vanlig televisjonskanal trenger en båndbredde på omtrent 4 Mc/s. Ved litt regning finner man at det i det synlige spektralområde (ca 4000–7000 Å) er plass til hele 80 millioner televisjonskanaler.

Man må imidlertid ikke vente at de nåværende kommunikasjonsmidler vil bli lagt ned fordi et nytt apparat er oppfunnet. Lys har jo som kjent den egenskap at det svekkes kraftig i tåke, regn og snø, og en eventuell laser-kommunikasjonslinje på jorden måtte plaseres i et spesielt rør uten de nevnte naturlige hindringer. I den interplanetariske og interstellare trafikk kan imidlertid laseren få anvendelse [15]. Det ligger her nær å peke på et problem som oppsto da romfareren Glenn skulle gå inn for landing. Da hans romkabin kom inn i atmosfæren, ble den omgitt av et lag med varm, ionisert gass som reflekterte radiobølger, og radioforbindelsen ble derfor brutt i en kritisk periode på 7 min. Forbindelsen med romkabinen kunne imidlertid ha vært opprettholdt med en koherent lysbølge som ville være i stand til å trenge igjennom ionelaget omkring kabinen.

En metode for å lage nye frekvenser er å sende to bølger med forskjellige frekvenser inn mot en fotokatode. I den fotoelektriske prosess vil sannsynligheten for emisjon av elektroner være proporsjonal med kvadratet av den resulterende elektriske feltstyrke. Dette prinsipp kan følgelig benyttes til å blande to nærliggende frekvenser slik at man får ut en midlere frekvens som er modulert med differensen mellom de to frekvenser.

De praktisk talt parallelle strålene med koherent lys som sendes ut fra laseren kan lett fokuseres med en linse, og effekttettheter på 10^8 Watt/cm^2 kan uten vanskelighet oppnås. På et lite område kan man derved frembringe så høye temperaturer at det er mulig å brenne hull i diamant. Fysikerne morer seg med å undersøke hvor mange barberblader en stråle kan penetrere, og laserens styrke kan da angis i det antall «Gillettes» som strålen har brent seg igjennom. Den varme lysflekken kan også anvendes til nyttigere formål som f. eks. punktsveising.

Kirurgene går med planer om å bruke laseren til spesielle operasjoner på netthinnen. Selve øyelinsen kan da fokusere strålen inn på retina. — I denne forbindelse bør det innskjerpes at alle som arbeider med lasere bør utvise stor forsiktighet, slik at øynene ikke blir bestrålt med kraftige intensiteter, da dette kan medføre midlertidig eller varig blindhet.

Den koherente strålingen besitter meget sterke elektriske feltstyrker, og det kan hende at atomer og molekyler vil oppføre seg på sjeldne og ukjente måter når de blir utsatt for slike ekstremt sterke felt. Det er også foreslått at disse høye elektriske feltstyrkene skal skal kunne anvendes i en helt ny akseleratortype for elektroner. En annen mulig anvendelse som er nevnt er å øke hastigheten på spesielle kjemiske reaksjoner.

En meget beklagelig «anvendelse» av lasereffekten er at de to stormaktene sannsynligvis er beskjeftiget med å planlegge en laser-dødsstråle som skal benyttes mot personell og krigsmaskiner.

Som det vil fremgå av foregående betraktninger har laserteknikken gjennomløpt en rivende utvikling i løpet av de to siste år. Idag kan man gå inn i en spesialforretning for å kjøpe en laser med alt nødvendig tilleggsutstyr, og noen av de utopiske ideer som er lagt frem, vil kanskje bli realisert.

Med oppfinnelsen av laseren er det blitt mulig for fysikerne på en meget nøyaktig måte å generere og kontrollere lysbølger, og det skal bli meget interessant å se hva fremtiden vil bringe på dette område.

APPENDIX

Da første del av artikkelen om lasere*) gikk i trykken, var arbeider om væskelasere ikke kjent for forfatteren.

Utviklingen går meget hurtig på dette området, og et firma i USA**) har produsert en rekke oppløsninger hvor laservirkning kan komme i stand. Sjeldne jordarter som gadolinium, neodynium eller samarium løses opp i en væske. En stor fordel med væskelasere er at man kan få ut lys av forskjellige bølgelengder ved å introdusere mer enn en urenhet. Hvis det skulle vise seg nødvendig kan væsken avkjøles i kjente sirkulasjonssystemer.

Litteratur:

[1] *Gordon, J. P., Zeiger, H. J.* og *Townes, C. H.*: Phys. Rev. *99*, 1264 (1955).
[2] *Bloembergen, N.*: Phys. Rev. *104*, 324 (1956).
[3] *Schawlow, A. L.* og *Townes, C. H.*: Phys. Rev. *112*, 1940 (1958).
[4] *Maiman, T. H.*: Nature *187*, 493 (1960).
[5] *Javan, A., Bennett, W. R.* og *Herriott, D. R.*: Phys. Rev. Letters *6*, 106 (1961).
[6] *Sorokin, P. P.* og *Stevenson, M. J.*: Phys. Rev. Letters *5*, 557 (1960).
[7] *Sorokin, P. P.* og *Stevenson, M. J.*: IBM J. Research Develop. *5*, 56 (1961).
[8] Kommer senere i Fra Fysikkens Verden.
[9] *Schawlow, A. L.*: Scientific American *204*, 52 (Juni 1961).
[10] *Maiman, T. H., Hoskins, R. H., D'Haenens, I. J., Asawa, C. K.* og *Evtuhov, V.*: Phys.Rev. *123*, 1151 (1961).
[11] *Nelson, D. F.* og *Collins, R. J.*: J. Appl. Phys. *32*, 739 (1961).
[12] *Schafer, C. G., Ciftan, M., Luck. C. F.* og *Statz, H.*: Proc. IRE *49*, 960 (1961).
[13] *Devlin, G. E., McKenna, J., May, A. D.* og *Schamlom, A. L.*:Appl. Optics *1* No. 1., 11 (1962).
[14] *Javan, A., Bennett, W. R.* og *Herriott*, D. *R.*: Phys. Rev. Letters *6*, 106 (1961).
[15] *Schwartz, R.* og *Townes, C.*: Nature *190*, 205 (1961).

*) Fra Fysikkens Verden nr. 2, (1962).
**) Semi Elements, Inc. Saxonburg, Pennsylvania.

Forsøksundervisning i fysikk i Norge og Sverige

Anders Lødemel

I disse dager begynner de første skoler i Norge undervisning etter PSSC-programmet. Dette program er tidligere gjort rede for av rektor Finn Berntsen i Fra Fysikkens Verden, nr. 1, 1962. Vi bringer her et referat fra Ørebro-kurset.

I tiden 30. juli til 18. august ble det i Ørebro arrangert to 14 dagers kurs for de fysikklærere som skal starte forsøksundervisning etter PSSC-programmet i Sverige og Norge høsten 1962. Andre kunne også delta i den utstrekning det var plass. I Norge er det 6 gymnas og 3 tekniske skoler som starter denne høst, i Sverige noen flere.

Kurslederen, länskoleinspektör K. G. Friskopp, og den amerikanske hovedforeleser, Dr. Uri Haber-Schaim, sørget for at vi ikke fikk noen ferie. Haber-Schaim har deltatt i arbeidet med læreboken «Physics» og har hatt hovedansvaret for elev-øvingsheftet «Laboratory Guide». Han ga en serie forelesninger om bakgrunnen for PSSC, ideer og vurderinger som ligger til grunn for valg av stoff og framstillingsform. Målsettingen har hele tiden vært klar. Elevene skal nå fram til den dypest mulige forståelse av den fysiske verden — eller av fysikernes modell av verden — slik som fysikerne ser den i dag. Stoff som det ellers kunne være ønskelig og nyttig å ta med, er sløyfet hvis det ikke på en vesentlig måte bidrar til å nå dette målet. Framstillingsmåten velges ut fra det syn at den best mulig skal belyse de rent fysiske forhold. Enkelte ganger fører dette til lange og besværlige resonnement som ved første øyekast kan synes unødvendige, men som ved nøyere ettertanke viser seg å gi noe igjen for strevet. Matematikk brukes minst mulig i framstillingen, men i problem løsningen vil elevene kunne bruke den matematikken de behersker.

Cand. real. Anders Lødemel er lektor ved Gerh. Schønings skole, Trondheim.

Deler av oversettelsene av «Physics» til norsk og svensk ble framlagt og diskutert. I oversettelsene er det foretatt mindre endringer og disse dannet det vesentlige grunnlag for lange diskusjoner.

Vi utførte også laboratoriearbeider med den apparatur som det er meningen at elevene skal bruke. Jeg tror alle var overasket over de gode resultater en kan oppnå med den til dels meget enkle apparaturen. Noe uvant vil det sikkert bli for læreren at en i så mange tilfelle bruker andre enheter enn de som er standardisert. Svingetiden for en «vippe» som er bygget som en ringeklokke brukes f. eks. i mange elevøvinger som tidsenhet. At formuleringen av fysikkens lover er uavhengig av valg av grunnenheter blir på denne måten klart, og omregning fra et system av enheter til et annet blir innarbeidet.

Det var enighet om at læreren til å begynne med vil stå overfor store pedagogiske vansker. Undervisningsmetodikken må bli en helt annen enn den vi er vant til. Leksehøring etter tradisjonelt mønster vil det bli liten tid til. Elevene bør helst ha større adgang til laboratoriet enn vi er vant til, men dette vil støte på så store praktiske og økonomiske vansker at vi neppe kan regne med laboratoriearbeid etter planene. Skriftlige prøver supplert med klassediskusjoner og arbeidet med elev-øvingene må danne grunnlaget for karakterene. Tilegnelsen av stoffet vil få mere preg av selvstudium.

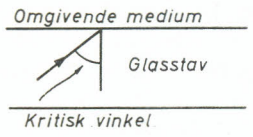
De som nå setter forsøkene i gang vil nok vente med å felle en endelig dom over det nye pensum til det er gjennomprøvet i skolen. Om det vi vinner veier opp det vi taper, blir et av de vanskelige spørsmål å ta standpunkt til. Det er ønskelig at flest mulig, også av dem som arbeider med fysikken på et høyere plan kunne avse tid til å sette seg inn i dette pensum.

En refraktometer som også kan måle brytningsindeks for ugjennomsiktige medier

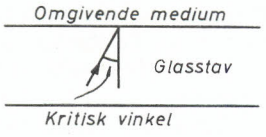
K. Jostein Knutsen

I refraktometeret ledes lyset ved indre totalrefleksjon gjennom en glasstav omgitt av det medium som skal undersøkes. Lysmengden som slipper gjennom glasstaven, vil være avhengig av det omgivende mediums brytningsindeks og blir således et mål for denne. Instrumentet kan innen et begrenset område måle forandringer i brytningsindeks med en nøyaktighet på mellom en hundretusendel og en milliontedel.

Lys kan ledes i glasstaver ved indre totalrefleksjon dersom lyset treffer glassveggen under en innfallsvinkel større enn den kritiske vinkel [1]. Den kritiske vinkel er avhengig av brytningsindeksene for de to medier på hver side av grenseflaten. Har mediet som omgir glasstaven, liten brytningsindeks i forhold til denne, blir den kritiske vinkel liten (fig. 1). Har de to medier nesten like stor brytningsindeks, blir den kritiske vinkel stor (fig. 2).

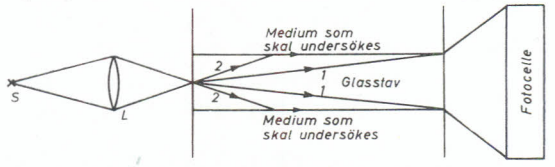


Figur 1



Figur 2

Dette kan utnyttes i refraktometere. Vinkelen for det stråleknippe og dermed den lysmengden som slipper gjennom en stav på grunn av totalrefleksjon, vil jo være avhengig av det omgivende mediums brytningsindeks. Lysmengden som slipper gjennom staven, vil være uforandret uavhengig av om det omgivende medium er gjennomsiktig eller ikke, såfremt brytningsindeksen for dette er den samme.



Figur 3

Som et eksempel på et refraktometer som arbeider ved hjelp av indre totalrefleksjon, skal her omtales et refraktometer som er konstruert etter en idé av N. S. Kapany [2].

På fig. 3 er *S* en lyskilde som ved hjelp av en linse *L* fokuseres på glasstavens ene ende-

Cand. real. K. Jostein Knutsen er lektor ved Luftkrigsskolen, Rosenborg, Trondheim.

flate. Lyset innenfor kjeglen begrenset av strålene 1–1, vil nå fotocellen direkte. Denne lysmengde vil være uavhengig av det omgivende mediums brytningsindeks. Lyset innenfor kjeglen 2–2 vil komme frem til fotocellen på grunn av indre totalrefleksjon.

Denne kjegles åpningsvinkel vil være avhengig av det omgivende mediums brytningsindeks. Lys med større åpningsvinkel enn kjegle 2–2, vil brytes inn i mediet som skal undersøkes, og når således ikke frem til fotocellen.

Man vil forstå av dette at den samlede lysmengde som kommer frem til fotocellen, må være avhengig av det omgivende mediums brytningsindeks, og blir således et mål for denne. Instrumentet vil også kunne brukes med gjennomsiktige eller ugjennomsiktige gasser, væsker, faste stoffer eller tynne filmer som omgivende medium.

Med instrumentet kan det innen et begrenset område måles forandringer i brytningsindeks med en nøyaktighet på mellom en hundretusendel og en milliontedel. For å oppnå den samme nøyaktighet over et større område, kan man bruke staver med forskjellige brytningsindekser. Disse kan festes på en trommel og skyves på plass uten at man behøver å forandre instrumentets optikk.

Til slutt skal nevnes en mulig anvendelse av instrumentet til automatisk kontroll av kjemiske prosesser. Tenker man seg at det omgivende medium består av en blanding hvor man ønsker at de forskjellige konsentrasjoner skal være konstante, kan kjemiske reaksjoner forårsake forandring i konsentrasjonsforholdene og derved også i brytningsindeks. Dette vil gi forandring i strømmen fra fotocellen. Men denne strømforandring må kunne regulere tilgangen på stoffer til blandingen slik at brytningsindeksen (konsentrasjonen) fortsatt blir den samme.

Et refraktometer som bygger på det foran nevnte prinsipp, er blitt benyttet til måling av brytningsindeks i væsker. En detaljert beskrivelse av disse eksperimenter finnes i J. Opt. Soc. Am. [3].

[1] *K. J. Knutsen:* Fra Fysikkens Verden, Hefte 1, 1962.
[2] *L. G. Soderholm:* Design News, May 9, 1962.
[3] *Kapany, N. S.* and *Pike, J. N.*: J. Opt. Soc. Am. 47.12. 1109–1117 (1957).

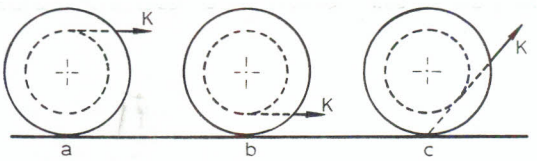
Noen enkle demostrasjonsforsøk

Anders Lødemel

Det finnes et stort antall forsøk som kan gjøres i realskolen og realgymnaset, som krever liten tid og som kan utføres med det materiell skolene har eller lett kan skaffe seg. Jeg vil her ganske kort beskrive tre forsøk jeg har hatt glede av.

Forsøk I. Til dette forsøket kan brukes en vanlig trådsnelle. Jeg har i stedet benyttet en jernsylinder med diameter 10 cm og lengde 17 cm. Midt på denne sylinderen er det dreiet inn et spor med dybde 1,5 cm. I dette sporet vikles en lang tynn tråd, og en kan trekke sylinderen på et horisontalt eller skrått underlag på forskjellige måter som figurene a, b og c viser.

I b vil de fleste på forhånd gjette på at sylinderen vil rulle mot venstre. Omsider kommer en til at c er en likevektsstilling, at vi får rulling mot høyre når kraften danner en mindre vinkel med horisontalplanet og rulling mot venstre når vinkelen er større. Ved å benytte den samme kraften i a og b får en tydelig fram at det er dreiemomentet som bestemmer

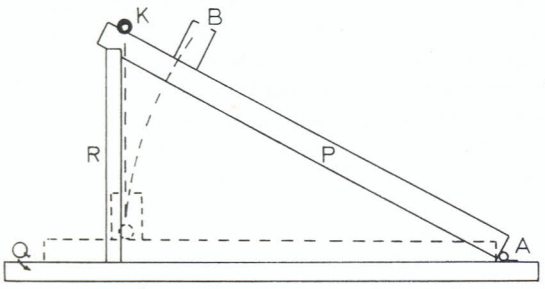


akselerasjonen. Lar en også sylinderen bevege seg like lange veistrekninger i a og b, med samme kraft, vil en se at bevegelsesenergien i a er langt større, og dette kan gi en nyttig diskusjon om kraftens arbeide. Trekker en med hånden, vil en lett kunne måle håndens forskyvning i de to tilfellene og regne ut forholdet mellom arbeidene.

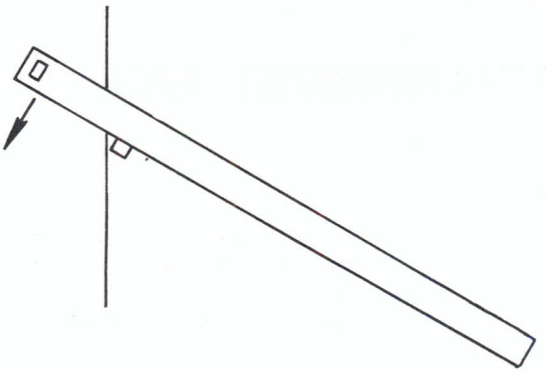
Jeg har også benyttet sylinderen til de første innledende forsøk med jevnt akselerert bevegelse. I b har en den fordel at en stor kraft gir en liten akselerasjon, og en oppnår stabile forhold. Jeg legger snoren over en trinse på kanten av demonstrasjonsdisken og henger i et passende lodd. En kan på forhånd merke av veistrekninger i forholdet 1:4:9:16 og måle tidene med et stoppeur, og resultatene er gode.

Forsøk II. Dette forsøket er en illustrasjon til en fysisk pendel. De målene jeg refererer er de jeg har benyttet. Brukes andre mål bør en passe på at helningsvinkelen blir omtrent den samme som her da denne er nær

den verdien som gjør at blikkboksen kan være høyest.



Plankene P og Q er hengslet sammen i A. Q ligger vannrett og P holdes i en skråstilling ved hjelp av stokken R som er 58 cm lang. R står loddrett opp i et spor i P og avstanden fra A til dette sporet er 108 cm. B er en 6 cm høy metallboks med lokk. I dette lokket er skåret et hull som er stort nok til at stålkula K lett kan komme igjennom. Avstanden fra A til B er 95 cm. Stålkula, eller noen få hagl, legges i en fordypning i P. Når stokken R slåes bort mot venstre vil K falle i boksen B hvis fordypningen for K er rett plasert. Denne fordypningen plaseres lettest ved hjelp av en loddsnor. B festes først til P, og når P ligger vannrett må hullet i lokket på B komme nøyaktig under K. Gjøres dette nøyaktig er treffsikkerheten utrolig god. Hvis en på forhånd spør når planken vil falle fortest, med eller uten kula K, vil svaret i de fleste tilfelle



være at kula trykker planken ned slik at den da skulle falle fortere ned. En ser at et punkt i den ytterste ende av planken har en loddrett akselerasjonskomponent som er større enn tyngdens akselerasjon.

Forsøk III. At den loddrette bevegelse ved horisontalt kast er den samme som ved fritt fall, kan vises i en enkel elevøvelse.

Legg meterstaven på bordet slik at den ene enden av meterstaven ligger litt utenfor bordkanten. På denne enden av meterstaven legges en liten ting, f. eks. et krittstykke. Tett inn til meterstaven på bordkanten, legges et annet krittstykke. Ligger meterstaven litt skrått (se figur 3) vil det ene krittstykket falle fritt og det andre få en horisontal begynnelseshastighet når meterstaven føres hurtig til siden.

AHA-spalten*

Som en oppmuntring til våre problemløsere, vil Redaksjonen heretter utdele en liten bokpremie for beste tilsendte løsning. Vi har funnet det riktig å la denne bestemmelse få tilbakevirkende kraft, og *John Langaas, Porsgrunn*, vil denne gang motta Redaksjonens lille hilsen for sin besvarelse av problemene i Nr. 1.

Løsningene var:

Problem 1.

På grunn av vektløsheten vil der ikke oppstå termiske konveksjonsstrømmer omkring glødelampen og talglyset. For talglysets vedkommende vil dette medføre at flammen «kveles» av forbrenningsgassene, såfremt Per ikke har midler til å skape kunstig sirkulasjon som kan tilføre nytt oxygen.

Det minskede varmetap fra glødelampen vil i virkeligheten føre til at den lyser sterkere.

Problem 2.

a) $h_2 < h_1$: dråpen fordamper.
b) $h_2 = h_1$: dråpens tilstand uendret.
c) $h_2 > h_1$: dråpen fryser.

Dagens problem.

Brødrene Karamazov befinner seg i romskipet SHUTKA V i bane rundt jorden. I nøyaktig samme bane — men i en viss avstand — følger et romskip med Per Aspera som fører. Per er innbudt til en enkel tilstelning ombord på SHUTKA V, og spekulerer nå på hvorledes han må manøvrere sitt romskip for å kunne besøke sine venner. Kan noen av leserne hjelpe ham?

Løsninger sendes Fra Fysikkens Verden's redaksjon, Fysisk Institutt, N.T.H., Trondheim, innen 10. november, 1962.

Konvolutten bes merket «Problem».

* Avslører Huller i Almendannelsen!

FYSIKERMØTET 1962

(Fortsatt fra forrige hefte)

De fire foredragene i sesjonen «*Diffraksjon og kjernemagnetisk resonans*» tok for seg typiske problemer i sammenheng med interpretering innen fire forskjellige metoder fra strukturforskningen: Elektronspinn- og kjernespinnspektroskopi, elektron- og nøytrondiffraksjon. Ordstyrer var Dr. Nico Norman, Sentralinstitutt for Industriell Forskning.

Det første innlegget i sesjonen var et invitert oversiktsforedrag: «Spin Resonance of Color Centres in Alkali Halides», ved professor D. F. Holcomb, Cornell University, N.Y., U.S.A. Professor Holcomb arbeider for tida som gjest ved Sentralinstituttet. I sitt foredrag diskuterte han den informasjon finstrukturen i elektronspinnspektret kan gi om omgivelsene til det uparede elektron som er assosiert med et fargesenter. Studiet av denne finstrukturen gir mer detaljerte opplysninger om den atomære strukturen av de forskjellige fargesentre enn andre fysikalske metoder. Bjørn Pedersen, Sentralinstituttet snakket om «NMR-studiet av vannmolekyler i hydrater», og viste hvordan kjernespinnspektrets linjer gir opplysning om protonenes midlere avstand og derved om deres plassering i enhetscellen — noe som ofte er vanskelig å fastslå ved diffraksjonsmetoder. Ved å studere bredden av resonanslinjene kan man også få informasjon om protonenes termiske bevegelser. Undersøkelsene refererte seg til kaliumoxalat-hydrat og gips.

Med neste foredrag, «*Teori for diffus spredning i elektrondiffraksjoner*» av Jon Gjønnes, Fysisk institutt, Oslo, kom man over til diffraksjonsmetodene. Tydningen av elektrondiffraksjon og -mikroskopi reiser spesielle problemer på grunn av den sterke vekselvirkningen mellom strålingen og objektet. Innlegget dreide seg særlig om vekselvirkningen mellom den diffuse spredning og Braggspredningen, dette har særlig betydning for tydningen av elektronmikroskopisk avbildning av krystallfeil ved diffraksjonskontrast. Siste foredrag var av Arne F. Andresen, Institutt for Atomenergi: «Undersøkelse av magnetiske strukturer ved hjelp av nøytrondiffraksjon». Nøytrondiffraksjon er den eneste direkte metode til å bestemme størrelsen og retningen av de enkelte atomers magnetiske moment. Ved siden av studier av momentenes ordning i ferro-, ferri- og antiferromagnetiske stoff, har en i de senere år også funnet helt nye og overraskende strukturer med f. eks. helicoidale og pyramidale ordninger av momentene. Eksempler på slike studier ble hentet fra arbeidene ved nøytrondiffraksjonsgruppen på Institutt for Atomenergi.

I en spesialsesjon om *fysisk apparatur og teknisk fysikk* under ledelse av professor S. Westin, ble det gitt mange interessante rapporter om nyere måleteknikk.

En stor del av foredragene omhandlet apparatur for kjernefysikk, men også mere rekniske anvendelser ble behandlet.

K. Bergheim gjorde rede for bruk av halvlederdetektorer for deteksjon av fisjonsfragmenter. R. Nydal fortalte om nye proposjonaltellere for anvendelse i radiologisk datering. Som kjent kan biologisk materiale dateres ved å bestemme innholdet av radioaktivt C^{14}. Kullstoffinnholdet i prøven overføres gjerne til CO_2-gass som brukes til fylling av proporsjonaltellere. Aktiviteten er liten, og målingene vil forstyrres av bakgrunnsstråling. Ved de nye tellerne er det brukt et spesielt antikoinsidens-system og tykk blyskjerming, og bakgrunnstellingene er brakt helt ned til 1,5 pulser pr. minutt for en teller med effektivt volum ca. 1,5 liter. Det gjør det mulig å datere materiale med en alder inntil ca. 40 000 år.

P. Spilling, S. Fauske og S. Børresen beskrev apparatur for måling av neutroner fra en (D, D) neutronkilde, og la fram noen måleresultater. Målingene var dels utført ved hjelp av skjermede «lange» tellere med god retningsselektivitet, dels ved utmåling av spor i fotografiske emulsjoner og dels med et elektronisk koinsidens-spektrometer med oppløsningstid 7 nano-sekunder.

R. S. Sigmond hadde studert et mere klassisk problem: Gassutladning i hydrogen. Arbeidet tok særlig sikte på å undersøke hva som skjer ved overgang fra en stabil Townsend-utladning (med liten strøm) til glimutladning.

J. Barstad og H. Buset tok for seg forskjellige måletekniske problemer. Barstad fortalte om piezoeffekt hos halvledere. For enkelte halvledere kan piezomotstandseffekten være inntil 100 ganger så stor som for metaller. Dette gjør det mulig å lage meget små strekk- og trykkfølsomme komponenter.

Buset tok utgangspunkt i Faradays klassiske forsøk på å bestemme strømningshastigheten i Themsen ved å måle den spenning, som ble indusert mellom to elektroder som ble senket ned i vannet ved breddene av elven. Det samme prinsippet er lagt til grunn ved konstruksjon av et instrument for måling av strømningshastighet i blodårer. De induserte spenninger er svært små. For å oppnå tilstrekkelig følsomhet og stabilitet er det derfor nødvendig å bruke forskjellige måletekniske finesser, bl. a. pulset magnetfelt (istedet for det konstante jordmagnetiske felt som Faraday benyttet). Instrumentet gir fullt utslag for 2,5 μV, som tilsvarer en væskestrøm på ca. 10 ml pr. minutt.

I sesjonen for *teoretisk fysikk*, med professor H. Olsen som møteleder, ga først A. Reitan en oversikt over sine beregninger av totaltverrsnittet for fotoemisjon av nøytron-proton par fra surstoff-kjerner for fotoenergier fra 100 til 200 MeV. S. Skavlem fortalte om sine teoretiske studier over elastisk spredning av nøytroner ved lave energier mot bly- og molybden-kjerner. Beregningene er utført med et kasse-potensial kombinert med et spinn-bane-koblingsledd.

P. Nyborg ga i sitt foredrag en redegjørelse for klassiske spinnteorier. Disse må vel først og fremst være av interesse for en forståelse av Mott-effekten og lignende asymmetri-effekter. M. Kolsrud hadde regnet ut tillegget til Rosenbluth's formel fra koblingsleddet mellom elektronets og protonets spinn. J. Løvseth fortalte til slutt om spredning av langsomme nøytroner mot diatomiske molekyler.

I en sesjon om *polarisasjonseffekter*, der dosent E. K. Broch var møteleder, fremla en gruppe fra Institutt for teoretisk fysikk ved N.T.H. (H. Olsen, H. Kolbenstvedt og K. Budal) nye metoder for måling av helicitet for elektroner, positroner og fotoner. I tilknytning til disse metoder har O. Kaalhus studert depolarisasjonen av elektroner på grunn av multipel spredning.

I det siste foredraget ga O. Steinsvoll en oversikt over metoder for orientering av nøytronspinn.

Ved sesjonen for *kosmisk fysikk* var Dr. T. Hagfors møteleder. P. Storebø fra Forsvarets Forskningsinstitutt ga i en halv times foredrag en oversikt over måling av radioaktive bomberester i atmosfæren og hvordan nedfallet varierer med meteorologiske forhold. Han påpekte at det er særlig nedbøren som bringer de radioaktive substanser ned til bakken, mens de lavere luftlag stadig mates med radioaktive elementer som synker ned fra stratosfæren. Nedfallets intensitet varierer derfor både med nedbørsmengden og luftmassenes forhistorie. Etter foredraget ble det en kort diskusjon, bl. a. hevdet cand. real. Reidar Nydal fra Laboratoriet for Radiologisk datering i Trondheim at en burde vie innholdet av radioaktivt kullstoff større oppmerksomhet på grunn av dets lange levetid.

Bjørn Landmark fra Forsvarets Forskningsinstitutt, sekretær i den norske romforskningskomiteen, ga deretter en oversikt over forberedelsene til norske raketteksperimenter. Han omtalte først de forberedende arbeider på administrativt plan, og fortalte at komitéen går inn for at Norge slutter seg til den felleseuropeiske romforskningsorganisasjon ESRO (European Space Research Organization), og videre at man da gikk inn for at et substansielt beløp (1–1½ mill. kr.) måtte stilles til disposisjon for innenlandske institutter for deres aktive deltakelse i arbeidet.

De første norske rakettforsøkene fra Andøya ble kort omtalt. Disse gjøres med støtte fra amerikanske kilder og i samarbeide bl. a. med en forskergruppe ved Danmarks Tekniske Høyskole. De planlagte målingene går ut på radio- og optiske målinger av forholdene under nordlys, som medfører forstyrrelser for transmisjonen av radiobølger i polaregnene.

Til slutt omtalte han en del prosjekter som er på et rent forberedende stadium, slik som anvendelse av ionespektrometre, partikkeltellere, massespektrometre, måling av røntgenstråler og av magnetiske forstyrrelser.

T. Svanes snakket til slutt om «Forskjellige representasjonsformer av kjernekomponenten i den kosmiske stråling.»

Samtidig med at kreti og pleti strømmet til Store Fysiske Auditorium for å lytte til rapporter om radioaktive bomberester, romforskning med raketter etc., ledet spesialinteresser en håndfull fysikere til Lille Fysiske Auditorium; men, som møtelederen professor A. Ore sa, det er ikke alltid kvantiteten som er det vesentlige. De få ble orientert om interessante eksperimentelle undersøkelser. S. Prydz hadde røntgenbestrålt organiske stoffer ved flytende nitrogens temperatur og studert

det lys stoffene deretter sender ut når de oppvarmes. E. Peersen fremla resultater av studier over organiske stoffers elektriske ledningsevne, og S. Åtland over strukturelle forandringer i molekyler av enzymet ribonuklease bestrålt med ultrafiolett lys. Alle disse undersøkelser som også T. Langeland hadde deltatt i, er meget sentrale i vår tids biofysiske forskning. Mens disse undersøkelser var foretatt på Blindern, fremla K. J. Nygaard fra N.T.H. resultater av praktisk betydning for fotontellerteknikk.

ÅRSMØTE I NORSK FYSISK SELSKAP 23. MAI 1962

Etter at fysikermøtet var avsluttet onsdag den 23. mai, holdt Norsk Fysisk Selskap årsmøte i Store Fysiske Auditorium på Blindern. Møtet ble ledet av formannen, professor dr. Sverre Westin.

Regnskap for året 1961 for Norsk Fysisk Selskap og tidsskriftet «FRA FYSIKKENS VERDEN» ble framlagt og godkjent, og man drøftet i den forbindelse tidsskriftets økonomi og framtidige drift. Formannen meddelte at styret hadde engasjert professor dr. Haakon Olsen som ny redaktør fra og med året 1962, (årg. 24). Etter anmodning fra formannen ga professor Olsen en redegjørelse for det opplegg han akter å følge som redaktør, og la samtidig fram det første hefte av årgang 1962, som nettopp var ferdig. Årsmøtet ga sin tilslutning til de retningslinjer han hadde gitt uttrykk for og godkjente det nye format og den nye utforming han hadde gitt tidsskriftet.

Den viktigste sak på årsmøtet var revisjon av selskapets statutter, som var tatt opp til behandling allerede på forrige årsmøte. Styret framla et statuttforslag, som ble diskutert punkt for punkt, og vedtatt med noen mindre endringer.

Der forelå forslag om innvalg av ialt 24 nye medlemmer, anbefalt av styret, og samtlige ble innvalgt av årsmøtet.

Styret la også fram et justert budsjettforslag for året 1962 for såvel Norsk Fysisk Selskap som for «FRA FYSIKKENS VERDEN», samt foreløpig budsjettforslag for 1963, som ble godkjent av årsmøtet.

For valg av styre ble de nye statutter lagt til grunn. Følgende ble valgt:

Ordinære styremedlemmer:
Professor dr. Sverre Westin, formann,
Professor dr. Njål Hole, viseformann,
Direktør O. Chr. Bøckman,
Dr. philos. Anders Omholt,
Dosent dr. Harald Trefall.

Varamenn:
Direktør J. B. Barth,
Dr. philos. Tormod Riste,
Dr. philos. Henry Viervoll,
Cand. real. Arnfinn Graue,
Høgskolelektor R. S. Sigmond.

Ifølge de nye statutter trer det nyvalgte styre i funksjon fra 1. januar 1962.

Som revisor for året 1963 ble valgt høgskolelektor Finn Bakke, med varamann dosent dr. Harald Sørum.

Man vedtok at neste fysikermøte skal holdes i Bergen, i mai eller juni måned 1963.

Man har ikke funnet det riktig å belaste tidsskriftets spalteplass med det fullstendige referat fra årsmøtet, som tidligere. Referatet foreligger nå i stensilert form, og vil senere bli sendt medlemmene av Norsk Fysisk Selskap i forbindelse med innkalling til neste årsmøte. Medlemmer som ønsker å få referatet tilsendt straks, kan henvende seg til selskapets sekretariat, adresse Fysisk Institutt, Norges tekniske høgskole.

Styret.

Den internasjonale sommerskolen i fysikk i Bergen 1962

Aimar Sørenssen

I tiden 28. mai–14. juni 1962 ble det arrangert en internasjonal sommerskole i fysikk ved Universitetet i Bergen. Det er nå det andre året en slik skole holdes. Man håpet ved starten av den første sommerskolen i 1961 (referat fra denne finnes i Fra Fysikkens Verden nr. 3, 1961) at det skulle bli mulig å få i stand en sommerskole hvert år i tiden fremover, og så vellykket som dette arrangementet har vist seg å være, er det all grunn til å tro at håpet skal gå i oppfyllelse. Det er

Siv.ing. Aimar Sørenssen er høgskolestipendiat ved Fysisk Institutt, Norges Tekniske Høgskole, Trondheim.

meningen å ta opp til behandling et aktuelt emne fra fysikken hvert år.

Emnet for årets sommerskole var:

1. a) Dispersjonsrelasjoner og Mandelstam-representasjonen.
   b) Fenomenologisk beskrivelse av prosesser fremkalt av svake vekselvirkninger.
   c) Diskusjon av eksperimenter med absorpsjon av nøytrinoer.
2. Anvendelse av dispersjonsrelasjoner på svake vekselvirkninger.

Skolen ble åpnet av rektor ved Universitetet i Bergen, professor dr. L. Holm-Olsen, Bergens ordfører, August D. Michelsen, og bestyreren av Fysisk Institutt ved Universitetet i Bergen, professor dr. Bjørn Trumpy.

Skolen hadde 48 deltakere; 16 av disse holdt foredrag. Til dette kommer de ansatte ved Universitetet i Bergen. I alt var 9 nasjoner representert.

Den organiserende komite besto av assistant professor Christian Frønsdal, Ph. D., universitetslektor cand. real. Alf Halsteinslid, universitetslektor cand. real. Anders Haatuft og amanuensis cand. real. Jan Marius Olsen. Dr. Frønsdal var komiteens formann og hadde også den daglige ledelse av skolen. Det hele var organisert på en utmerket måte. Komiteen utførte også et imponerende hurtig og presist arbeid med etterhvert å utgi stensilerte referater av forelesningene, og det var ingen liten bunke trykksaker man kunne ta med seg hjem ved avslutningen.

Forelesningene ble holdt i Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutts vakre bygning, som ligger i en park ytterst på Nordnes.

Vanligvis ble det arbeidet fra klokken 9 til 12 og fra 15 til 18, så det var ganske anstrengende dager.

Dessuten var der også en del aktivitet utenom den rent faglige. Sommerskolen var behjelpelig med å skaffe deltakerne billetter til de mange festspillforestillinger. Dessuten ble samtlige deltakere invitert til «Fana Folklore». Det ble også arrangert en busstur gjennom de vakreste strøk av Hardanger, samt en tur med svevebanen til Ulriken. Den aldri sviktende komite samarbeidet godt med meteorologene for å finne gunstige dager for slike friluftsarrangementer. Det ble også arrangert to fester. Den ene av disse ble holdt i hanseaternes gamle festlokaler, Schøtt-stuene. Deltakerne satte stor pris også på disse ikkefaglige arrangementer. Særlig Festspillene kan nok også virke som et trekkplaster på mange av utlendingene.

Jeg skal så gi en forenklet beskrivelse av det emne som ble behandlet på årets sommerskole. Jeg skal ikke gå inn på detaljene i de enkelte forelesninger, men bare gi en samlet oversikt over hovedtrekkene.

Man kjenner nå i alt ca. 30 såkalte «elementærpartikler» som danner byggesteinene i vårt univers. Disse elementærpartiklene kan påvirke hverandre med i alt 4 forskjellige slags krefter, og de gjensidige påvirkningene som disse kreftene får i stand, kalles:

1) «Sterke vekselvirkninger»,
2) Elektromagnetiske vekselvirkninger,
3) «Svake vekselvirkninger»,
4) Gravitasjons-vekselvirkninger.

De er her nevnt i rekkefølge etter styrken. Dersom forholdene er slik at det finner sted flere vekselvirkninger samtidig, behøver man som regel bare ta hensyn til den sterkeste av disse, fordi alle de svakere overskygges av den sterkeste.

En kjenner bare delvis mekanismen i de forskjellige vekselvirkninger, og forholdene kompliseres meget av at man må ta hensyn til kvantemekaniske effekter når man vil beregne vekselvirkningen mellom elementærpartikler.

Elektromagnetiske vekselvirkninger er de som er best kjent.

Gravitasjons-vekselvirkninger er godt kjent så lenge man slipper å ta hensyn til kvantemekaniske effekter, men man vet intet om hvordan gravitasjonsteorien kan kvantiseres. Imidlertid spiller gravitasjons-vekselvirkninger liten rolle i prosesser der bare noen få elementærpartikler deltar.

Svake vekselvirkninger har man i de senere år fått atskillige kunnskaper om. Det er blitt utført et stort antall eksperimenter og en har også kommet et godt stykke på vei med den teoretiske forståelsen.

Sterke vekselvirkninger er forholdsvis grundig undersøkt eksperimentelt i de siste år. Det skorter imidlertid på en detaljert teoretisk forståelse. Dette skyldes for en stor del at de vanlige matematiske tilnærmingsmetodene (det er som kjent ikke så mange problemer man greier å løse eksakt) bryter sammen på grunn av visse egenskaper ved de ligninger man kan stille opp. Man tror at disse ligninger i store trekk er riktige, men man klarer altså ikke å regne stort med dem.

Det var særlig svake vekselvirkninger som ble behandlet på sommerskolen i Bergen. En del av foredragene handlet imidlertid om nye regnemetoder man mener skal kunne brukes også ved sterke vekselvirkninger, nemlig de såkalte dispersjonsrelasjoner. De fleste foredragene handlet om teoretiske arbeider fra de siste år, men det var også en del foredrag om eksperimenter som nylig er utført eller som er under planlegging.

Det er de svake vekselvirkninger som har ansvaret for den såkalte β-radioaktiviteten hos visse stoffer, det vil si stoffer som sender ut hurtige elektroner. Det som da foregår er at et nøytron n (uelektrisk) i atomkjernen hos vedkommende stoff spaltes til et proton p^+ (positivt ladet), et elektron e^- (negativt ladet) og et såkalt antinøytrino $\bar{\nu}$. Antinøytrinoet — og dets «tvillingbror» nøytrinoet — er en uelektrisk partikkel, det har heller ingen masse, og det beveger seg alltid med lyshastighet. Hvis en river et nøytron ut av en atomkjerne (det kan gjøres i en atomreaktor), vil også et slikt fritt nøytron være β-radioaktivt, med en halveringstid på omtrent et kvarter.

(1) $$n \rightarrow p^+ + e^- + \bar{\nu}$$

Her veier nøytronet litt mer enn protonet, elektronet og antinøytrinoet tilsammen. Nå kan som kjent masse gå over til energi, og dette viser seg ved at de 3 partiklene som dannes ved reaksjonen farer fra hverandre med store hastigheter og dermed har bevegelsesenergi. Antinøytrinoet ser vi som regel ikke noe til, da det bare har svak vekselvirkning med alt annet stoff. Hvis en nå «glemmer» at antinøytrinoet stikker avgårde med en del av energien, tar det seg ut for observatøren som om noe energi er forsvunnet i de tilfeller da antinøytrinoet har stor energi. Det var slik man først kom på sporet etter antinøytrinoet og dets «tvillingbror» nøytrinoet.

I 1957 ble det oppdaget at prosesser som blir drevet av svake vekselvirkninger ikke foregår symmetrisk med hensyn på høyre og venstre. (Se artikkelen av Hans Kolbenstvedt i Fra Fysikkens Verden nr. 2, 1962). En hadde inntil da trodd at det var en fundamental naturlov at *alle* prosesser var høyre-venstre-symmetriske. Denne oppdagelsen førte til en voldsom interesse for svake vekselvirkninger verden over, og mesteparten av det man vet om svake vekselvirkninger er funnet etter 1957.

En del av de ca. 30 kjente elementærpartiklene er såkalte «strange particles» (noe norsk ord for dette er visst ennå ikke laget). Det som er merkelig med disse partiklene er at de dannes forholdsvis hyppig når vanlige elementærpartikler (f. eks. protoner eller nøytroner) kolliderer med stor energi, mens de har forholdsvis lange levetider. (10^{-10} sek = 0.0000000001 sek regnes som lang tid i denne forbindelse). Nå er det imidlertid slik at partikler som p. g. a. en viss vekselvirkning har stor sannsynlighet for å dannes, også har stor sannsynlighet for å spaltes igjen av den samme vekselvirkningen. Lenge skjønte man ikke hvordan disse «strange particles» kunne ha så lange levetider. Man fant imidlertid ut at de dannes ved sterke vekselvirkninger (derfor så hyppig), men de sterke vekselvirkninger blir hindret i å spalte dem igjen, slik at det bare blir de svake vekselvirkninger tilbake som kan spalte partiklene (derfor så lange levetider). Den såkalte «strangeness-teorien» gir en forklaring på hvorfor de sterke vekselvirkninger blir hindret i å spalte disse «strange particles». Dette at de svake vekselvirkninger er alene om spaltningen av «strange particles», har også ført til øket interesse for svake vekselvirkninger. Det er utført mange undersøkelser både av teoretisk og eksperimentell art over spaltningsreaksjoner hos de forskjellige «strange particles».

Fordi reaksjonen

$$n \rightarrow p^+ + e^- + \bar{\nu}$$

er mulig, skulle også reaksjonen

(2) $$\nu + n \rightarrow p^+ + e^-$$

være mulig, for en inngående partikkel (her nøytrino) er ekvivalent med en utgående antipartikkel (her antinøytrino). Skyter vi derfor en stråle nøytrinoer (det finnes mange reaksjoner hvor det dannes nøytrinoer) inn mot et stoff som inneholder nøytroner, skulle vi derfor få ut protoner og elektroner. Sannsynligheten for dette er imidlertid meget liten fordi vekselvirkningen er svak. (Sannsynligheten for å få denne reaksjonen til er omtrent lik sannsynligheten for å skyte blink med et nøytrino når blinken bare er 10^{-38} cm^2.) Reaksjonen må nemlig foregå akkurat idet nøytrinoet farer gjennom nøytronet. I spaltningsreaksjonen derimot har nøytronet hele tiden mulighet for å spaltes. Disse forhold gjør slike nøytrinoabsorpsjonseksperimenter

meget vanskelige. De har imidlertid en meget stor fordel fremfor spaltningseksperimenter. I en spaltningsreaksjon er det alltid samme energi som står til rådighet for reaksjonen, nemlig den energi som svarer til masseforskjellen mellom den opprinnelige partikkel og spaltningsproduktene. I en absorpsjonsreaksjon har vi derimot muligheten for å variere energien på de innkommende nøytrinoene. Dermed kan vi få undersøkt prosessen ved forskjellige energier og får da et mye mer detaljert kjennskap til de vekselvirkninger som forekommer mellom partiklene.

Det er visse fenomener som kan tyde på at det finnes 2 slags nøytrinoer (og 2 slags antinøytrinoer). Fra noen spaltningsreaksjoner kommer det ut den ene sorten, fra andre spaltningsreaksjoner den andre sorten. Hvis teorien om at det er 2 sorter nøytrinoer er riktig, er det bare den ene sorten som kan fremkalle reaksjonen (2). Nå kan vi da prøve å utføre dette absorpsjonseksperimentet med nøytrinoer som skriver seg fra forskjellige slags spaltningsprosesser. Hvis man nå får absorpsjonsreaksjonen til å gå bare med noen av nøytrinokildene, må dette bety at det ikke kommer samme slags nøytrinoer fra alle spaltningsreaksjoner. På sommerskolen ble det drøftet en del slike eksperimenter som man holder på å utføre eller planlegge, noen i Amerika og noen i Europa.

Foredragene vil så snart som mulig bli utgitt i bokform. For dem som måtte være interessert skal jeg her nevne titlene på de foredrag som ble holdt:

R. E. Behrends and A. Sirlin: On Isotopic Spin Structure of Weak Interactions.

G. Bernardini: The $\pi^+ \to \pi^0 + e^+ + \nu$ Decay and the Conserved Vector Current Hypothesis.

M. Dresden: Connections between Field Theory and Axiomatic S Matrix Theory.

M. Fowler: Non Landau Singularities in Perturbation Theory.

P. G. O. Freund: Singularities on Unphysical Riemann Sheets.

C. Fronsdal: On Complex Singularities.

S. Fubini: Topics in Dispersion Phenomenology.

A. Fujii: Remarks on Weak Interaction Form Factors.

S. Kamefuchi: Quantization, Statistics and Elementary Particles.

S. Kamefuchi: Renormalizability of Gauge Theories.

L. di Lella: Forbidden Processes in Weak Interactions.

S. Mandelstam: Dispersion Relations in Strong –Coupling Physics.

E. Predazzi: Regge Poles and Nucleon Form Factors.

H. Primakoff: Muon Capture in Hydrogen.

H. Primakoff: Weak Interaction Form Factors in $\Sigma \to \Lambda + e + \nu$.

H. Primakoff: Weak Interaction From Factors in $K \to \pi + \binom{e}{\mu} + \nu$.

A. Sirlin: On the Radiative Corrections to Fermi Interactions.

V. L. Telegdi: The Hyperfine Effect in Muon Capture.

V. L. Telegdi: Present Experimental Evidence on Weak Magnetism.

S. B. Treiman: Structure of the Weak Interactions.

Bøker

Wilhelm H. Westphal: Physikalisches Praktikum, Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig 1959. 285 s. 126 fig.

Foreliggende bok er ment som en hjelpebok i forbindelse med fysikalske laboratorieøvinger på det elementære (grunnleggende) plan ved universiteter og høgskoler. Forfatterens hensikt har imidlertid ikke vært å lage et leksikon med de fleste vanlig brukte oppgaver. Det dreier seg snarere om et utvalg av mønsteroppgaver fra de klassiske områder av fysikken.

Boken har først et innledende kapitel som kort omtaler enheter og enhetssystemer, behandling av måleresultater samt gir gode råd og regler for den eksperimentelt arbeidende fysiker.

Deretter følger i annet kapitel 10 oppgaver fra mekanikken, i tredje kapitel 7 oppgaver fra varmelære, gassteori og akustikk, i fjerde kapitel 12 oppgaver fra læren om elektrisitet og magnetisme. Noen mindre avsnitt med tabeller og supplerende opplysninger avslutter boken.

Ved hver oppgave gis først en introduksjon til det fysikalske problem som skal behandles. Formler blir angitt og målemetode beskrevet. Utover dette blir det dessuten gitt et tall-

eksempel. Ved disse regneeksempler gjøres utstrakt bruk av tabeller og kurver. Ved nesten alle oppgaver er det gjennomført feilregning i forbindelse med det brukte talleksempel. Hovedvekten er lagt på det fysikalske og måletekniske grunnlag for hver oppgave, samt på databehandlingen, mens detaljbeskrivelse av spesielle forsøksoppstillinger trer i bakgrunnen.

Oppgavetekstene er skrevet med tilknytning til Westphals to lærebøker i fysikk, og er forsynt med henvisninger til disse.

Det som nå foreligger, er niende opplag av dette verk. Mens de tre foregående opplag var i det vesentlige like, dreier det seg her om en omarbeidet utgave. Resultatet er blitt meget godt. Man har fått en særdeles instruktiv veiledning i fysikalsk laboratoriearbeide. Den er like nyttig for lærere som for studerende. Hvis man skulle komme med et ønske for fremtidige utgaver, måtte det være å få med et utvalg av oppgaver også fra den moderne fysikk.

Boken bør finnes i alle institutter som har å gjøre med laboratorieundervisning i fysikk på universitetsnivå.

Njål Hole.

v. Angerer-Ebert: Technische Kunstgriffe bei physikalischen Untersuchungen. 12. utg., Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig 1959, 464 s. + VII + 18; ill. 172.

Samtidig med 12. utgave av denne kjente laboratoriehåndbok, kan man telle 35 år siden første utgave kom.

I bokens aller siste kapitel heter det bl. a.: «Für den durchzuführenden Versuch schaffe man alle denkbaren Voraussetzungen für ein gutes Gelingen. Die Apparatur muss bis ins einzelne durchgedacht ... sein. Die Kenntnis dessen, was auf dem betreffenden Gebiet bereits vorhanden ist, ist unerlässlich. Dazu ist auch intensives Literaturstudium ... notwendig.» — Disse ord kan man gjerne gjøre til motto for boken selv. For alle som har med laboratorieforsøk å gjøre, det være seg forsker eller hjelper, vil her finne et vell av råd og vink, tabeller og data, beskrivelser og veiledning til hjelp for å kunne konstruere og betjene fysikalsk forsøksapparatur med de beste forutsetninger. Og over 1400 henvisninger i teksten viser til litteratur med ytterligere informasjon om emnet, eller til kilder for anskaffelse av apparater, instrumenter,

LABORATORIEUTSTYR

VI LEVERER BL. A.:

Spektralfotometre — Høgtemperaturovner — Kvartsapparatur — En-krystaller — Forsøksutstyr for bl. a. optikk, mekanikk og kjernefysikk.

A.s CHRISTIAN FALCHENBERG

Oslo **Trondheim**

komponenter eller materialer. Litteratur og kilder er samlet i egne avsnitt, og et fyldig stikkordregister gir det hele en god avslutning.

Jeg har sammenliknet boken med de engelske A. Elliott & J. Home Dickson: Laboratory Instruments (Chapman & Hall), og serien Laboratory & Workshop Notes, edited by R. Lang (hittil 3 bind, Arnold), og funnet at de på en utmerket måte utfyller hverandre, slik at det blir ikke så meget dublering som en skulle trodd. Med tyskernes sans for systematisk og streng saklighet, er det informasjon å hente så å si på hver linje, men så konsentrert stoff blir det tungt å lese mye av i ett, (de engelske er lettere slik), så boken egner seg best som oppslags- og håndbok når det er begrensede emner som skal utdypes.

Trykning og innbinding er etter forlagets kjente, gode standard.

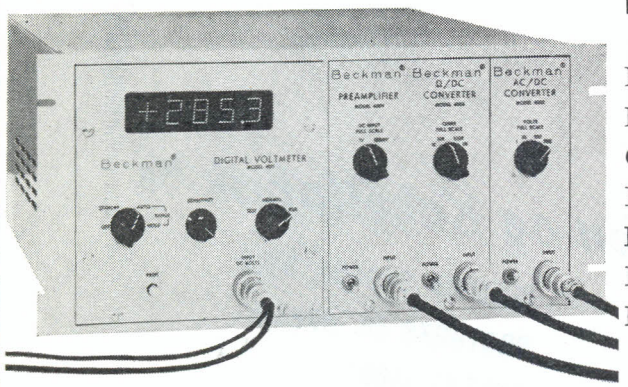
H. Torgersen.

Arthur H. Benade: Musik og Lyd. På dansk ved Jørgen Kalckar, Gyldendals Kvantebøger 1962, pris kr. 17.20.

Kvantebøkene, som foreligger i dansk utgave, er en serie som prøver å gi et stort publikum innsikt i alminnelig fysikk. Professor i fysikk ved Case Institute of Technology og fløytist Benade forteller i sin bok om slektskapsforholdet mellom musikk og fysikk, et forhold som blir mer interessant etter hvert som forfatteren viser oss nye sider ved det. Etter en kort innledning hvor han forteller om sin egen bakgrunn, forklarer forfatteren de enkleste begrepene i svingningsteorien som frekvens og faseforhold på en likefrem måte. De grunnleggende svingende elementer blir viet endel oppmerksomhet, og her er det verdt å merke seg at forfatteren beskriver den inhomogene svingende streng like utførlig som den homogene. Ørets resonansforhold og dets krav til en «musikalsk» oscillator gir forfatteren en bred plass før han går over til å beskrive de instrumenter som er brukt i dag. Disse omtales i heldig rekkefølge, og de praktiske kompromisser som er foretatt for å lette livet for instrumentmakeren og musikeren pekes ut i hvert enkelt tilfelle. Et fyldigere avsnitt om strykeinstrumentenes fysikk hadde kanskje tilfredsstilt vår nysgjerrighet på dette område. Boken avsluttes med en beskrivelse av hjemmelagede trompeter, fløyter og klarinetter.

Forfatteren disponerer på en elegant måte

— Hvor kvaliteten teller —



4662

Beckman/Berkeley

DIGITAL VOLTMETER

Nøyaktighet	0,01 %
Måleområde	0,001—1000 V
Områdevalg	Automatisk
Desimalangivelse	Automatisk
Polaritetsangivelse	Automatisk
Indikeringstid	1 sek.
Inngangsimpedans	10 Megohm

Instrumentet kan leveres med convertere til motstands- og vekselspenningsmålinger og har standard 1-2-4-8 utgangskode for automatisk registrering med Beckmans Speed Printer modell 1453.

Eneforhandler:

C. GRINDVOLD A/S

Tidemandsgt. 16 - Oslo - Sentralbord 56 35 90

fortellingen om det villniss av finesser som instrumentmakeren må kjenne til. Han kan kunsten å si det viktigste om kompliserte ting med enkle ord. Godt understøttet av forsøk som er bygd opp med så enkle hjelpemidler at leseren lett kan utføre dem, gjør han både problemene og løsningene klare for ham. Fysikeren vil kanskje savne de konsise fag-uttrykk, mens den fysikk-interesserte er glad for at forfatteren gir seg god tid til å gjøre rede for tingene.

Den lune humor som preger boken kan ikke unngå å smitte, her har oversetteren ære av de nesten originale danske «grin».

Flere detaljer kunne belyses i en bok som denne, som de dype instrumentenes treghet og klarinettens ubehagelige mellomregister. Men det er ikke en fullstendig utredning om emnet forfatteren tar sikte på. Han trekker frem bare de spørsmål han er spesielt in-interessert i, men om dem skriver han til gjengjeld slik at også leseren blir engasjert.

Alle musikk-interesserte med en liten porsjon fysisk nysgjerrighet vil ha glede av boken, men, som forfatteren sier, «folk med små børn hjemme har store fordele på grunn af den lethed, hvormed de kan stjæle legetøj til deres eksperimenter».

Olav Kaalhus.

Rådet for Teknisk Terminologi: Svingekretser og bølgeledere. RTT 5. Radioteknisk ordliste. Oslo 1960. 20 s. UDK 621. 396.

Under og etter siste verdenskrig har vel radioteknikken vært blant dem som har hatt den mest rivende utvikling, med dermed følgende behov for nye fagord. Særlig de engelsktalende oppfinnere har hatt en egen evne til å lage nye ord — ofte med et humoristisk glimt i øyet — men som direkte oversatt til norsk sier lite eller intet for den uinnvidde. Det er derfor et gledelig tiltak at man har gått i gang med både å gi ordene en brukbar oversettelse og å fastlegge dem definisjonsmessig. Nærværende hefte er det tredje av en serie som til sammen er ment å skulle bli en Radioteknisk ordbok (de to andre: Radiobølger RTT 2, og Fjernsyn RTT 3).

Hovedlisten utgjøres av de norske ord (alfabetisk) med det tilsvarende ord (eller alternativer) på engelsk og tysk, ofte ledsaget av

en forklaring, definisjon eller begge deler. Det er dessuten to lister der henholdsvis de engelske og tyske ord er oppført med norsk oversettelse. Jeg må innrømme at enkelte av de norske oversettelser «skurrer» og virker litt søkte, men det er kanskje helst fordi de er så nye og ubrukte. På den andre siden har RTT gardert seg ved at «før alle ordlister til slutt blir samlet ... vil de bli revidert på grunnlag av det nye materiale som sikkert vil være kommet til. Samtidig vil det bli tatt hensyn til kritikk og forslag som måtte komme til etter hvert ...». Som sagt, tiltaket er rosverdig, og jeg vil håpe at RTT får inn mange gode forslag til å fylle ut «tomme huller» med, for den bebudede ordbok vil nok finne at det er plass for den i hyllene både hos fagfolk og andre.

H. Torgersen.

Brev fra leserne

Denne spalte er åpen for korte innlegg fra leserne. Redaksjonen håper på denne måte å skape en nærmere kontakt mellom leserne og mellom leserne og redaksjonen.

LYDBÅNDGJENGIVELSE

I forrige nummer ble det spurt om hvordan noen kan kopiere andres stemme med godt resultat, når det er vanskelig å kjenne igjen sin egen stemme fra et lydbåndopptak. Dr. Helmuth Ormestad svarer:

Vår egen stemme hører vi på to måter, den ytre veien gjennom luften og inn i ørene, og den indre veien gjennom blod og knokler direkte til øret. Andres stemme hører vi bare over den ytre veien.

Over den indre veien går det mest bass, slik at de fleste mennesker hører sin egen stemme mørkere enn den egentlig er. Derfor vil man ikke så lett kjenne igjen sin egen stemme når den kommer bare over den ytre veien, for eksempel via et båndopptak. Hvordan kan da noen kopiere andres stemme med et utmerket resultat, når det de selv hører har for mye bass?

Forklaringen er delvis den at forskjellen slett ikke er så stor som man tenker seg. Det foreligger riktignok ingen målinger av hva folk flest hører over den indre vei til øret, men når man mener å merke en betydelig forskjell, skyldes det for en stor del at man er meget ømfintlig for små avvik fra de tilvante inntrykkene.

Derfor skal det heller ikke så mye til før man merker at en skuespiller snakker annerledes enn han pleier. Og hva er det da han kopierer hos statsministeren, eller helst hos sine kolleger, hvis stemmer han mener alle kjenner så godt?

Av fysikalsk målbare størrelser lager han noen enkle variasjoner av tonehøyde, talетempo og klangfarge. Variasjonene behøver ikke være særlig nøyaktige, bare de er i den riktige retningen. Av tonehøyder trengs det bare høy og lav, av tempi bare fort og langsomt. Av klangfarger etterlikner man lett visse spesialiteter, rustent mål eller snakk i nesen.

De viktigste variasjonene er sannsynligvis de som grenser inn på psykologiske områder. Man etterlikner visse velkjente talemåter og vendinger, en humoristisk eller alvorlig form, framfor alt et emne som man venter seg av offeret. Man kopierer ikke statsministeren ved å snakke morsomt om sin gamle bil, for han har aldri hatt noen. Han skal snakke alvorlig politikk.

De egentlige forvekslingene som vi lar oss lure av, er sikkert sterkt psykologisk betinget. Til og med grove forsøk på å tale en annen dialekt lar vi oss lure av hvis det ikke er vår egen. To trøndere kan gjerne tro at de snakker bergensk og more seg storartet, men en bergenser vil ikke tro det og heller ikke more seg.

Helmuth Ormestad.

BADEPROBLEMER

Herr redaktør.

Etter endt sommerferie, pleier jeg alltid uten resultat å forsøke å finne en løsning på følgende to problemer:

1. Når solen dekkes av en sky, begynner det straks å blåse mer. Dette forekommer så ofte at det må være mer enn en tilfeldighet. Hva skyldes den økende vind?
2. Alle sier at solen bruner mer ved saltvann enn ved ferskvann. Hva er grunnen til dette?

Trondheim i august 1962.

Jostein Knutsen.

TIL ETTERTANKE

Herr redaktør.

John Lear skriver i New Scientist (vol. 15 s. 404) om Sovjets og USA's innsats i romkappløpet. Han siterer en redegjørelse av Dr. Warren Weaver som viser hva man vil kunne oppnå av sosiale goder for det beløp på 30 milliarder dollar som det vil koste å landsette en mann på månen:

1. En 10 % økning i lønnen gjennom ti år for hver lærer i USA, fra barnehager til universiteter, både i offentlige og private institusjoner, dertil
2. En gave på 10 millioner dollar til hver av de 200 beste av landets små colleger, dertil
3. Syv års stipendium (freshman til PhD) på 4000 dollar året til 50 000 nye vitenskapsmenn og ingeniører, dertil
4. For opprettelse av ti nye «medical schools» et bidrag på 200 millioner dollar til hver, dertil
5. Et komplett oppbygget og godt utstyrt universitet (innbefattende fakulteter for medisin, teknikk og landbruk) til hver av de 53 nasjoner som er kommet til siden grunnleggingen av de Forenede Nasjoner, dertil
6. Ytterligere tre Rockefeller Foundations, dertil
7. Et overskudd på 100 millioner dollar til å popularisere vitenskapen.

Dr. Weaver legger til: Enten man først og fremst er interessert i nasjonal velferd, internasjonal prestisje eller vitenskap, vurder dette alternativ mot *en* mann på månen.

Trondheim i september 1962.

Halvard Torgersen.

ÅRETS ARTIUMSOPPGAVER I FYSIKK

Herr redaktør!

I Fra Fysikkens Verden Nr. 2, 1962 står gjengitt et brev som Undervisningsrådet fikk fra meg om årets artiumsoppgaver i fysikk. Det gjaldt oppgave nr. 2 etter Isaachsens reviderte utgave 1960. I en ny revidert utgave må en passe seg for feil og uheldige formuleringer, noe som vel ikke er til å unngå. Og særlig påpasselig må en være i valg av eksamensoppgaver. Til eksamen 1962 skulle elevene i sin teorioppgave, som teller halvparten av karakteren, gjenfortelle en side som er spekket med feil.

Som svar på mitt brev, skriver Undervisningsrådet bl. a.:

«Allikevel må en vel si at læreboka behandler dette forsøket med en slik nøyaktighet som gymnaspensum tillater. Med den toleranse en må finne seg i på dette trinn og med den apparatur en kan bruke i gymnaset, gjelder at kraften er proporsjonal med amperevindingene pr. meter.»

Jeg vil gjerne påpeke følgende:

a) Kraften blir ikke proporsjonal med amperevindingene pr. meter. Jernets permeabilitet er nemlig ikke konstant, men vokser til en maksimal verdi for så å avta ettersom amperevindingene øker. Dette kommer tydelig fram ved å studere hysteresekurven. En må jukse ganske vederstyggelig hvis en skal få fram lineær sammenheng. Samme apparatur er sikkert også brukbar til å vise at kraften på strømlederen øker med kvadratet på amperevindingene innenfor et litr intervall.

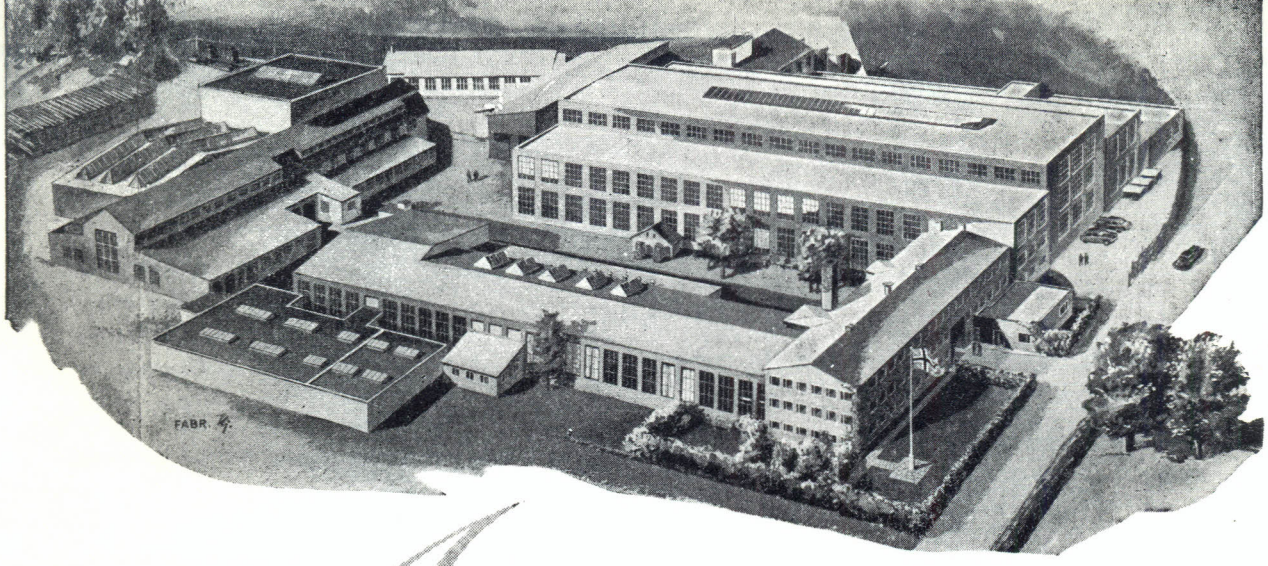
b) Det er galt å bruke nevnte formel på en strømleder når denne befinner seg mellom polene på en elektromegnet. Formelen gjelder jo bare tilnærmet i en lang, luftfylt spole. Og ikke når jern er tilstede. I forsøket i boka kan forholdet mellom målt kraft og beregnet kraft bli flere størrelsesordener.

c) I læreboka står det at kraften blir omvendt proporsjonal med spolenes lengde. Dette er heller ikke riktig. Kraften blir omtrent uavhengig av spolenes lengde. Når spolene er fylt med jern spiller det ikke noen rolle om spolen er lang eller kort, bare viklingstallet er det samme. (Se EII som ikke er pensum.)

d) Fremstillingen i boka ville vært riktig om alt jernet i apparaturen i fig. D-10-3 ble fjernet. En lektor som oppdager dette, vil kanskje være fristet til å endre fremstillingen slik. Hvis han gjør dette, vil elevene hans ikke klare siste spørsmål i teorioppgaven med elektromagneten. Hvem har ansvaret for denne kjedelige situasjon? Er læreren forpliktet til å følge skriftens ord eller den korrekte fremstilling?

Horten, august 1962.

Halvard Sollie.



Fra vårt fabrikk-anlegg i Oslo... leverer vi:

Transformatorer — fra de største — store som hus — for de store kraftanlegg, — til de minste fordelings-transformatorer av den typen som man kan se i ledningsstolpene landet over.

Elektra elektrovarmeapparater, — fra dampkjeler til komfyrer, vannvarmere, panelovner o.s.v.

Mottoet ved all vår produksjon er:

KUN DET BESTE ER GODT NOK

A/S Per Kure

OSLO - BERGEN - HAMAR - KRISTIANSAND S. - LARVIK
STAVANGER - TROMSØ - TRONDHEIM - ÅLESUND

Norsk Fysisk Selskap

Formann: Professor dr. Sverre Westin

Styre: Direktør O. Chr. Böckman
Professor dr. Leiv Harang
Dr. philos. Anders Omholt
Dosent Steingrim Skavlem.

Selskapets sekretær: Ingerid Woldhaug,
Fysisk Institutt, N. T. H.
Trondheim

Postgirokonto: 88388 **Bankgirokonto:** 36880 – 285

Fra Fysikkens Verden

Redaktør: Professor dr. Haakon Olsen, N. T. H.

Problemspalten: Siv.ing. Richard R. Solem, N. T. H.

Redaksjonskomite: Rektor Finn Berntsen, Sverresborg skole, Trondheim.
Universitetslektor Wilhelm Løchstøer, Universitetet, Blindern.
Dr. philos. Tormod Riste, Institutt for Atomenergi. Kjeller.
Dosent Steingrim Skavlem, Universitetet i Bergen.
Dr. techn. Helge Øverås, CERN, Genéve.

Teknisk medarbeider: Laboratorieing. Halvard Torgersen, N. T. H.

Annonser: Laboratorieing. Halvard Torgersen N. T. H.

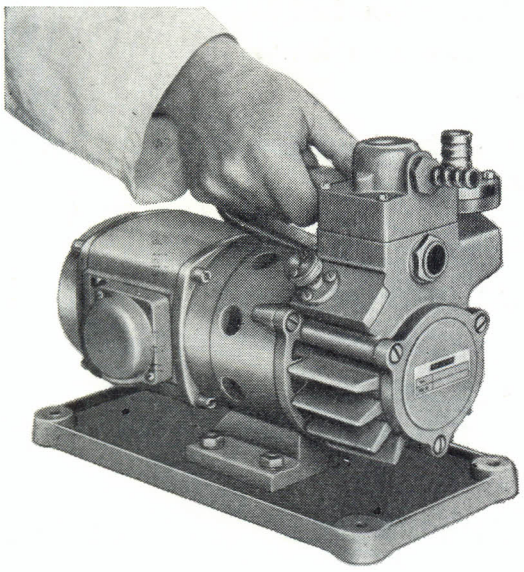
Fra Fysikkens Verden utkommer kvartalsvis. Abonnement, kan tegnes gjennom postverket eller direkte fra ekspedisjonen. Årsabonnement kr. 15,—. Årsabonnement for studenter og skoleelever kr. 10,—

Ekspedisjonens adresse: Fysisk Institutt, N. T. H. Trondheim.

Postgirokonto: 10472 **Bankgirokonto** 36545–285

VAKUUM-PUMPER

BALZERS



BALTZERS A/G, som er en av Europas største produsenter av vakuumpumper, anlegg og instrumenter, leverer 1-trins og 2-trins stillegående gassballastpumper av høyeste kvalitet.
Seriene omfatter pumper med sugehastighet fra 1—160 m^3/h. Oppnåelig vakuum opp til 8×10^{-3} Torr.
En ny, meget billig pumpe er 1-trins pumpen UNO 6 ($6 m^3/h$). Be om tilbud!

Eneforhandler:

C. GRINDVOLD A/S

Tidemandsgt. 16 - Oslo - Sentralbord 56 35 90

3062

Aktietrykkeriet i Trondhjem