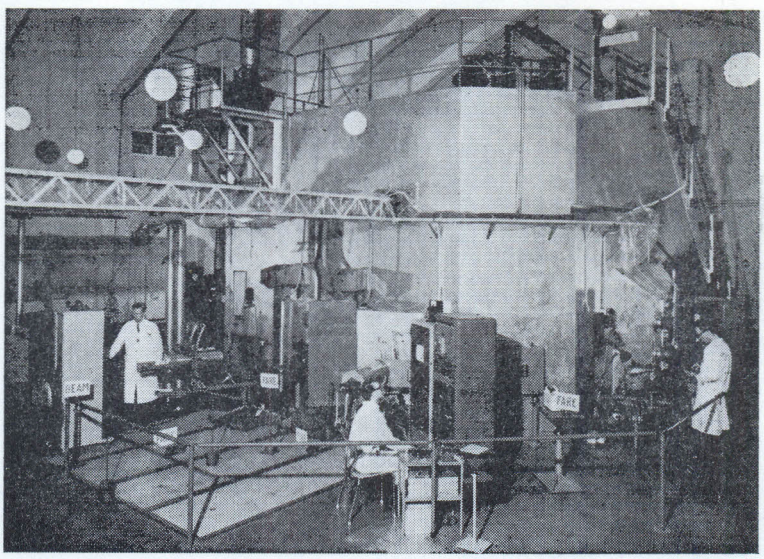
Fra Fysikkens Verden

UTGITT AV NORSK FYSISK SELSKAP

INNHOLD

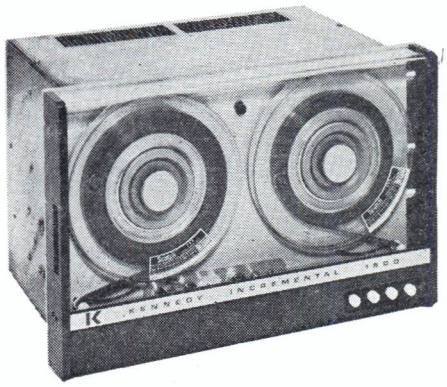
Gammabestrålings-anlegget på Kjeller	49
Laboratorieunder-visningen i fysikk	57
Brev til redaktøren	59
Aerodynamikk I	60
Målsystem med én grunnenhet	62
Bøker	56, 61, 66

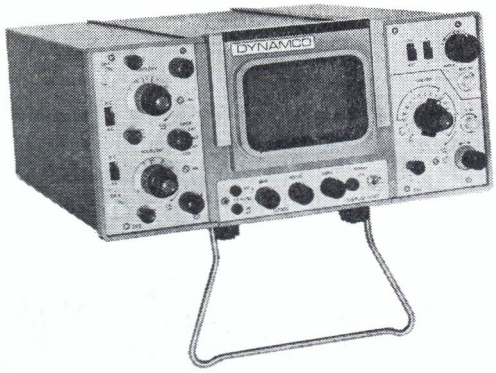


Fra gammabestrålingsanlegget på Kjeller (Se s. 49).

Nr. 3 - 1969
31. årgang

KENNEDY Incremental Tape Recorders – nå til 1500 steps/sek. – også kontinuerlig digitale recordere.





DYNAMCO OSCILLOSCOPER. Det er ingen med bedre trigging på markedet (Ytelse: Pris = Maksimum!)

DATA DYNAMICS rimelige, robuste hullbåndlesere, hullbåndpuncher, parallelltrykkere og annet perifert datautstyr.

RØDLAND & RELLSMO A.S.

Forskningsinstrumenter

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

Fra Fysikkens Verden

Utgiver: NORSK FYSISK SELSKAP

Nr. 3 - 1969

Redaktør: HAAKON OLSEN

31. årgang

Det nye gammabestrålingsanlegget på Kjeller

— Oppbygging og anvendelse

Ulf Been

Forskning innen fysikk har frembrakt mange muligheter for generering av høyenergetisk stråling av forskjellig karakter og energi. Stråling er nå i omfattende bruk for en rekke forskjellige analytiske formål, som f. eks. røntgenundersøkelser, diffraksjonsstudier og tracerundersøkelser samt tranmisjons- og refleksjonsmålinger av materialtykkelser, tetthet, nivåer, fuktighet etc. En annen betydelig gruppe anvendelser av høyenergetisk stråling er behandling av materialer og gjennomføring av prosesser ved utnyttelse av strålingens evne til å ionisere og eksitere stoffer av forskjellige slag. Det er strålingsteknologiske arbeider av sisnevnte type som vil bli tatt opp i forbindelse med det nye gammabestrålingsanlegget som er under installasjon på Kjeller. I denne artikkelen vil det bli gitt en beskrivelse av anlegget og pekt på potensielle anvendelesr.

Bruken av høyenergetisk stråling til å ionisere og eksitere stoffer er ikke av ny dato. Man har siden århundreskiftet benyttet stråling til behandling av sykdommer og til fremstilling av lysstoffer. En bredere anvendelse er gradvis blitt mulig med utviklingen av mer avanserte røntgenapparater, akseleratorer samt uranreaktorer og radioaktive kilder av forskjellige slag. Grunnlaget for denne utviklingen ble lagt i 40–50 årene, og det har etter hvert utkrystallisert seg visse områder med teknisk og industriell bruk av strålingseffekter. Av disse kan nevnes strålingskjemi, strålesterilisering og strålekonservering, dvs. en utpreget tverrfaglig utnyttelse.

Utviklingen på det rent strålingstekniske området har vært meget sterk i de senere årene

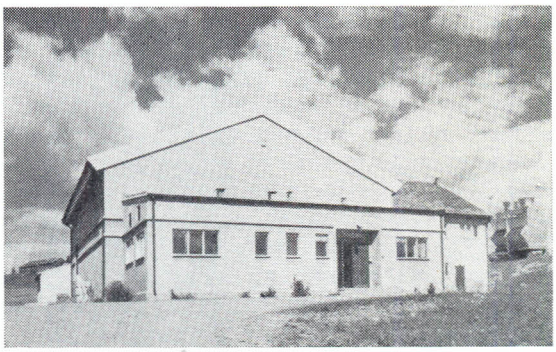


Fig. 1. JEEP-bygningen på Kjeller.

med stadig nye utgaver av bestrålingsmaskineri og et fallende prisnivå for slikt utstyr. Arbeidet med utnyttelsen av strålingseffekter på det tekniske området har pågått i en årrekke i mange land, men det er først i løpet av de siste fem til seks årene at det er kommet til anvendelser av mer industriell betydning.

Her i Norge har det hittil foregått lite arbeid på dette området, dels fordi det ikke har foreligget noen særlig presserende problemstillinger, og dels fordi man ikke har hatt noen passende strålingskilde tilgjengelig. Dette er for så vidt naturlig ut fra en forsiktig vurdering av de tekniske og økonomiske muligheter ved strålingsbehandlingen. Utviklingen når det gjelder bruk av radioaktive stoffer og stråling til analytiske formål, er på den annen side kommet sterkt i forgrunnen og har dominert arbeidet med anvendelser.

I de senere årene har vi imidlertid på Kjeller registrert en stadig økende interesse for bestråling av stoffer av forskjellige slag med store

Ulf Been er kjemiingeniør fra NTH 1950. Han ble tilknyttet Institutt for Atomenergi i 1952 og utnevnt til sjef for Isotoplaboratoriene i 1958. Fra januar 1967 er han forskningssjef ved Instituttet.

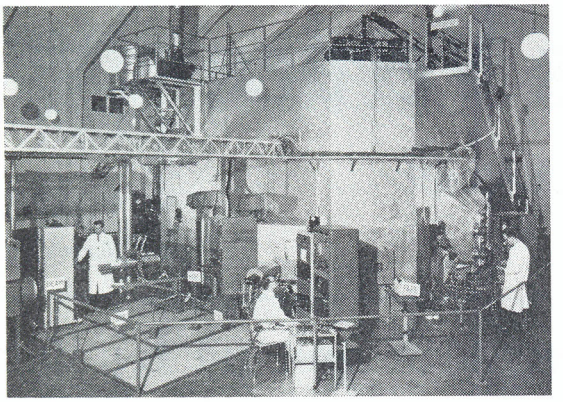


Fig. 2. Gammabestrålingsanlegget blir installert i betongskjermen for den tidligere JEEP-reaktoren.

gammadoser. Interessen har særlig samlet seg om strålesterilisering og strålingskjemi i forbindelse med plaststoffer. Etablering av produksjon basert på strålingsteknologi har også vært oppe til vurdering i industrielle selskaper. Det er kommet tydelig frem under denne perioden at man nå trenger eksperimentelle muligheter for tekniske forsøk med bestråling av komponenter, stoffer og systemer av forskjellig slag. Uten dette vil man lett kunne bli helt akterutseilt på området og uten mulighet til å ta opp teknikken på gunstige tidspunkter.

Bestrålingsanlegg

I forbindelse med nedleggelsen av den tidligere reaktor JEEP I fikk man på Kjeller en utmerket mulighet til å installere et slikt bestrålingsanlegg til en rimelig pris. Anlegget er detaljkonstruert av Noratom — Norcontrol A/S på basis av våre grunnspesifikasjoner, og installasjonen foregår i løpet av sommeren og høsten. Ved planleggingen har vi hatt som siktemål å få et mest mulig fleksibelt opplegg med muligheter for bestrålinger for mange forskjellige formål. Anlegget blir i første rekke et utviklings- og serviceanlegg, men det blir arrangert slik at man ved en eventuell industriell interesse for opptakelse av produksjon, f. eks. av sterile komponenter, uten videre vil kunne sette inn et transportanlegg for kontinuerlig drift.

Bestrålingsanlegget, som blir meget enkelt, kan betraktes som bestående av tre forskjellige deler, nemlig kildesystem, bestrålingscelle og tilknyttede laboratorier. I det følgende skal det gis en omtale av oppbyggingen av anlegget.

Kildesystem

Som kilde for den radioaktive strålingen kunne det være aktuelt med en partikkelakselerator eller en sterkt radioaktiv kilde av kobolt 60, eventuelt cæsium 137. Vi valgte av flere grunner å basere dette første anlegget på kobolt 60. Vi ønsker en strålingskilde som gir oss et stort strålingsfelt og stråling med sterk penetrasjonsevne. Dette er av betydning i forbindelse med den tverrfaglige virksomhet som er tiltenkt anlegget. Av andre fordeler i forbindelse med en kobolt 60 kilde kan nevnes at den faller forholdsvis rimelig, samtidig som man kan starte driften på et lavt aktivitetsnivå og øke dette senere etter behov. Mens man får en høyst brukbar kobolt 60 kilde på ca. 10.000 curie for 60.000 kroner, må man betale ti ganger så mye for en akselerator av billigste type. Akseleratoren vil riktignok gi atskillig større dosehastighet, men dette er ikke alltid påkrevet. Driftsmessig vil også en kobolt 60 kilde falle rimeligere, idet man med denne stort sett kan nøye seg med å addere en viss mengde ny kobolt 60 en gang pr. år eller hvert annet år, mens akseleratoren vil kreve et mer spesielt vedlikehold. Et forhold som også kommer inn i bildet for vårt vedkommende, er at vi har installasjoner for håndtering av sterke koboltkilder og en reaktor hvor vi kan opprettholde kildestyrken.

I de nåværende planer tas det sikte på installasjon av primært 10.000–20.000 curie med kobolt 60, som aktivitetsmessig ville tilsvare en radiummengde på 10–20 kg. Dette vil kunne gi oss en strålingsintensitet av gammastråler av størrelsesorden 250.000–500.000 rad pr. time i gunstig bestrålingsposisjon. Kilden vil foreligge i form av metallisk kobolt innkapslet i rør av syrefast stål. Den vil være oppbygget av en rekke slike elementer med en ytre diameter på ca. 12 mm og en lengde på ca. 160 mm. Vekten av kobolt i hvert element dreier seg om 90 g, og den radioaktive styrke går maksimalt opp i ca. 2000 curie pr. element. Den radioaktive kilden vil kunne økes til 100.000 curie uten at strålingsproblemer skulle oppstå. I anlegget vil kobolt 60 elementene bli montert i stålrør tre og tre etter hverandre, og disse vil igjen bli montert i en bestrålingsramme som vil kunne ta 25 slike stålrør, og som kan heises opp og ned av en spesiell, skjermet brønn i gulvet i bestrålingsrommet.

Når det gjelder slike brønner, er der to skoler, noen foretrekker en dyp, vannfylt beholder for slike formål, mens andre fore-

trekker en tørr brønn med blyskjerm. Den våte brønnen har den fordel at man lett kan omplassere elementene ved hjelp av tenger ovenfra, og vi hadde nok foretrukket et slikt arrangement hvis det hadde vært bygningsteknisk mulighet for det. Slik som grunnforholdene og bygningen ligger tilrette, er imidlertid dette ikke uten videre gjennomførbart, og vi har derfor lagt opp til en tørr skjermingsbrønn. Når kilden ikke er i bruk, vil den befinne seg nede i brønnen med en spesiell toppskjerm av jernlameller.

Når strålingskilden skal tas i bruk, vil den bli heist opp etter toppskjermen og posisjonert, det hele ved fjernstyring. Ved konstruksjonen av dette arrangement er det av primær betydning at man får et system hvor forkilinger og blokkeringer av kilden er umulig, da man ikke kan gå inn i bestrålingsrommet for å rette på slike forhold.

Radioaktive kilder av denne størrelsesorden utvikler en del varme, og det vil derfor bli lagt inn kjølespiraler i skjermingsbrønnen. Når kilden er i øvre stilling, vil luftkjølingen være tilstrekkelig.

Ser vi så på ladesystemet, så består dette av en kombinert lade- og transportbeholder samt et innføringsrør med skjermingsmekanisme. Lade- og transportbeholderen på ca. 2 tonn kan ta ca. 5000 curie med kobolt 60 om gangen, og vi regner med å fylle denne i vårt hotcelleanlegg. Deretter vil den bli transportert til bestrålingsanlegget og kilden bygget opp ved diverse slike operasjoner. Vi regner ikke med at det vil bli nødvendig å gjennomføre justeringsoperasjoner mer enn høyden et par ganger pr. år.

Når det gjelder oppbygging av kilden, kan det nevnes at det sannsynligvis vil være hensiktsmessig å ha en eksponensiell fordeling av aktiviteten i elementene. Årsaken til dette er at man på denne måten får et greiere system for vedlikehold av styrken, idet man etterhvert kan ta ut de svakeste elementer og addere sterkere elementer. Kobolt 60 kilden taper seg eksponensielt med en halveringstid på 5,3 år, og det trengs derfor et tilskudd av 12½ % pr. år for å vedlikeholde strålingsnivået. Den aktivitet man opererer med, er såkalte «effektive curie», hvor det er kompensert for den strålingen som blir absorbert i selve kilden.

Bestrålingsrom

Lay-out for bestrålingscellen er vist på fig. 3 og 4. Dimensjonene av bestrålingsrommet er ca. 3 meter bredde, ca. 4 meter lengde og 3 meter høyde. Som man ser, er kilden plassert midt i rommet. Det vil kunne foretas bestråling av ganske store komponenter. Bestrålingsrommet er skjermet av betong på alle kanter, de nye skjermer i jernfylt tungbetong med spesifikk vekt på ca. 3,7 kg pr. l.

Det blir dannet en del oson i luften under bestråling og et tilfredsstillende ventilasjonsanlegg må monteres for å unngå innhaleringsproblemer og påvirkning av komponenter i anlegget. Videre må det legges opp et system for å kunne observere deler av rommet under drift, og man har her valget mellom speilarrangementer, periskoper, blyvinduer eller closed circuit TV. Valget av system er ikke endelig avgjort, men periskoparrangementer eller speil synes mest sannsynlig på det nåværende tidspunkt.

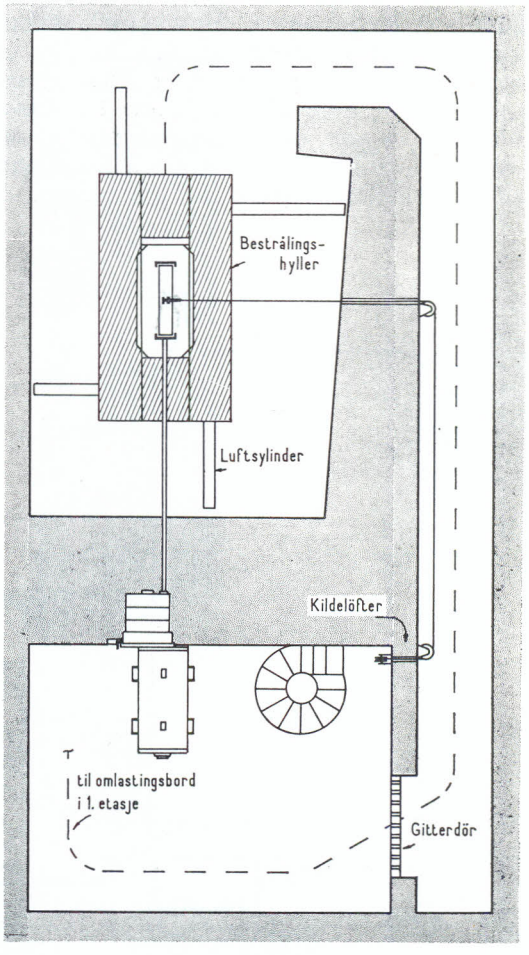


Fig. 3. Arrangement av gammabestrålingsanlegget med transportsystem, horisontalsnitt.

Sikringssystemet for anlegget er av største betydning. Det er absolutt nødvendig å unngå at noen kan komme inn i bestrålingsrommet mens kilden er oppe, og det vil derfor bli montert et låsesystem som er slik at kilden ikke kan kjøres opp før man har vært inne og forsikret seg om at det ikke er folk i anlegget, samt at adgangsporten er i låst stilling. Det vil bli benyttet et såkalt «failsafe» system basert på elektriske låser.

For forsøksoppstillinger vil det bli montert bestrålingshyller og eventuelle tilknytningspunkter for pilotoppstillinger av forskjellige slag. Dette vil bli arrangert etter hvert som det blir lagt opp til eksperimenter i anlegget. For å ha mulighet til å kunne yde service overfor industrien i forbindelse med seriebestrålinger, blir det planlagt et transportanlegg for standardiserte pakninger. Dette transportsystemet vil bringe slike pakninger inn i bestrålingsrommet og frakte disse forbi kilden i et programmert opplegg, slik at kartongene får den fastsatte strålingsdose og en mest mulig homogen dosering. Bestrålingsanlegget vil i slike tilfeller kunne bli drevet 24 timer i døgnet, og man regner med at det i stor utstrekning vil bli mulig å kombinere drift for utviklingsformål og produksjon.

PrepareringS-, analyse- og lagerrom

Den gamle reaktorhallen og kontrollrommet er avsatt til arbeider i forbindelse med bruken av anlegget. Arrangementet er vist på fig. 5. Disse rommene utgjør til sammen 260 m^2 gulvflate, som vil kunne utvides med ytterligere 240 m^2 til totalt 500 m^2 ved å legge inn et mezzaningulv i hallen.

Vi forutsetter at det vil bli behov for en viss grad av prepareringsarbeider og analyser. En viktig parameter i forbindelse med bestrålingen er bestrålingsdosene, og det vil derfor bli bygget ut et system på dette området i tillegg til det IFA allerede disponerer. For strålesterilisering av medisinsk utstyr foreligger det allerede internasjonale retningslinjer, og mikrobiologisk kontroll med prosessen kommer inn i den forbindelse. Dette vil bli etablert i samarbeid med Statens Institutt for Folkehelse.

Ved industriell drift vil det ventelig bli behov for forholdsvis stor lagringskapasitet, og en regner med at dette kan bli ivaretatt i anleggshallen. Det kan videre tenkes at man vil kjøre kjemiske prosesser i pilotskala i anlegget, og det nødvendige utstyret i denne forbindelse vil likeledes kunne plasseres i hallen. Vi regner for øvrig med at det til en viss grad vil kunne utføres analytiske arbeider i isotop- og kjemilaboratorium ved IFA.

Drift av anlegget

Som det vil ha fremgått av det som er nevnt foran, vil anlegget i første omgang bli drevet batch-vis, dvs. at anlegget fylles opp med det som skal bestråles, hvoretter kilden blir kjørt opp og strålingseksponering foretatt. Materi-

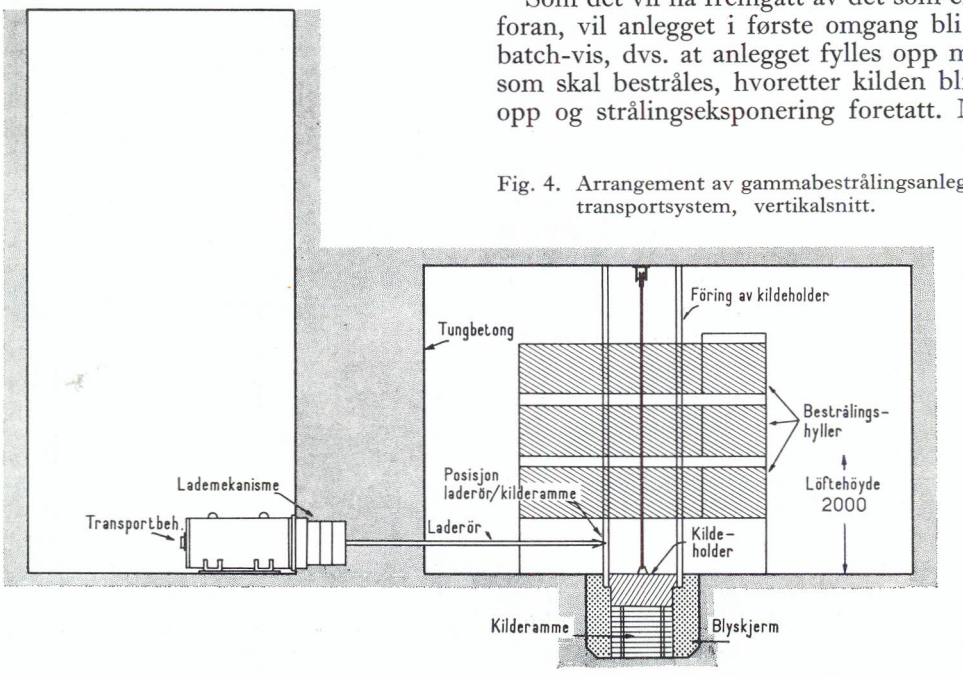


Fig. 4. Arrangement av gammabestrålingsanlegget med transportsystem, vertikalsnitt.

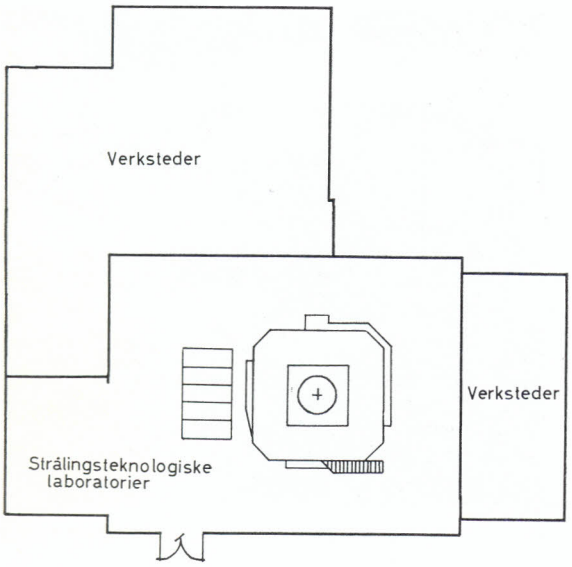


Fig. 5. Tverrsnitt av bygningen med gamma-anlegg og tilhørende laboratorier.

alene tas så ut eller omplasseres for ytterligere bestråling. Dette system er enkelt og hensiktsmessig ved en forholdsvis liten belastning på anlegget, men faller fort urasjonelt når man skal behandle et stort antall pakninger. I så tilfelle vil det som tidligere nevnt bli aktuelt med fjernstyrt transport av pakninger gjennom anlegget og dermed kontinuerlig drift.

Vi regner med at bestrålingsanlegget vil være klart til drift innen utgangen av året. Driften vil bli ivaretatt av Isotoplaboratoriene i tilknytning til den øvrige bestrålingstjeneste. Anlegget vil stå til disposisjon for bedrifter og institusjoner foruten IFA's egen bruk av det for strålingsteknologiske arbeider. Interesserte kan sende stoffer for bestråling, eventuelt disponere anlegget til visse tider, og vi er meget innstilt på å diskutere bruken av anlegget med interesserte. Det er foreløpig ikke fastsatt noen pris for bestråling og bruk av anlegget. Hvis man tenker seg denne basert på dekning av de rent driftsmessige utgifter, skulle den imidlertid falle rimelig.

Strålingsteknologiske arbeider

Bestrålingsanlegget er i første rekke tenkt benyttet for teknisk og industrielt rettet arbeid, men anvendelse på andre felter, som f. eks. fysikk og biologi, er også hjertelig velkommen i den utstrekning en kan få kombinert prosjektene. Det må her settes opp programmer slik at bestråling av et produkt ikke kommer i konflikt med et annet på grunn av at stoffene ikke bør komme i kontakt med hverandre.

Ser vi på situasjonen i verden i dag når det gjelder strålingsteknologiske avnendelser, har man regulær produksjon i gang i forbindelse med strålesterilisering og strålingskjemiske prosesser, mens strålekonservering av matvarer er på utviklingsstadiet. Her i Norge har en komité under NTNF i 1968 vurdert hvilke arbeider som kan egne seg for norske forhold, og det er avgitt en innstilling til NTNF's kjemiske komité om saken. Kommitéens mandat er forlenget ut dette året for å fremme kunnskap om området og utrede finansieringsmulighetene for det videre forskningsarbeid. Dette vil ta sikte på å få etablert dette arbeidsområdet som et felt ved forskjellige bransjeinstitutter og laboratorier. En nær tilknytning til industrien må her tilstrebes.

På området *strålesterilisering* er det i dag anlegg i drift i en rekke land. Jeg kan nevne England, Sverige, Danmark, Tyskland, Holland, Frankrike, Italia, USA, Kanada, Australia og New Zealand. Anleggene blir i første rekke benyttet for strålesterilisering av medisinsk engangsutstyr i plast, som injeksjonssprøyter, kanyler, infusjonssett og suturer. I noen grad blir det også foretatt bestråling av bandasjer, operasjonshansker og diverse medisinske plastkomponenter. Steriliseringen foregår i de fleste land med en strålingsdose på 2½ megarad. I Danmark har man gått inn for en betraktelig høyere dose, opptil 4,5 megarad, idet man baserer seg på en annen testmikrobe som er mer strålingsresistent. Selve prosedyren for strålesterilisering har vært behandlet av et panel i Atomenergibyrået i Wien, og det er utgitt en såkalt «Code of Practice», som anbefales brukt i medlemslandene. Vesentlige forhold i forbindelse med denne teknikken er at man går ut fra komponenter med så lavt bakterieinnhold som mulig. Strålesterilisering byr på en rekke fordeler, som f. eks. at den ioniserende stråling vil penetrere hele materialet, slik at artiklene kan steriliseres i helt forseglet emballasje. Strålesterilisert utstyr kan benyttes omgående. Her i Norge er overgangen til termolabilt engangsutstyr på sykehusene i full gang, og man regner f. eks. med at det i dag brukes 4 millioner slike injeksjonssprøyter pr. år med en mulig vekst til 20 millioner i løpet av en 10–15 års periode.

En videre mulighet på området som synes

å få aktualitet, er sterilisering av visse legemidler. Det er i første omgang interesse for salver som det nå etter hvert blir krevet sterilitet for, og som faller vanskelige å sterilisere på konvensjonelle måter. Her kommer imidlertid spørsmålet om strålingsnedbryting av stoffene inn, og dette må avklares før prosessen kan tas i bruk kommersielt. En del rapporterte forsøk ser imidlertid lovende ut.

Videre er det aktuelt å bestråle emballasje for å redusere mikroflora. Dette kan gjelde emballasje for legemidler og i noen tilfeller for matvarer, f. eks. melk. Det kan her bli tale om bestråling med doser fra 1 megarad og oppover til 3,5 megarad.

Strålesterilisering er en meget vel gjennomprøvet metode i dag og ser ut til å ville få stor betydning i tiden fremover. Utviklingen på området kan tenkes å endre seg noe hvis det fremkommer egnet termostabilt utstyr som tåler autoklavering. Sterilisering med etylenoksydgass kan videre synes å være et alternativ til strålesterilisering, men denne metoden byr på problemer med å få gassen i kontakt med alle deler av det som skal steriliseres, samt at artiklene må lagres en viss tid etter behandling for å unngå toksiske effekter.

Strålekonservering av matvarer er en prosess som har vært gjenstand for studier i mange land i løpet av de siste 15–20 år. Det er særlig i USA det er nedlagt meget arbeid på området, både av US Army og av atomenergikommisjonen, men også i en rekke europeiske land har det foregått og foregår det utviklingsarbeid på området. Det er påvist at forskjellige matvarer kan gjøres holdbare i lengre tid ved full sterilisering med en dose på 3–5 megarad, og det er særlig dette som US Army har gått inn for å avklare i forbindelse med militære forsyninger. Videre har man påvist at man kan oppnå en forlengelse av holdbarheten, f. eks. fisk, ved såkalt strålepasteurisering, dvs. bestråling med en dose av størrelsesorden 50.000–150.000 rad. Endelig kan man oppnå en bedre holdbarhet av f. eks. poteter og løk ved bestråling med ca. 10.000 rad.

Det er en rekke faktorer som må klaffe for at strålesterilisering skal bli en industriell metode. I første rekke må den være hensiktsmessig og praktisk, økonomien må være i orden og endelig må de sunnhetsmessige aspekter bli avklaret. Når det gjelder bestråling av poteter, er strålingsdosen meget lav, og metoden er godkjent i flere land for kommersiell anvendelse. Det ser imidlertid

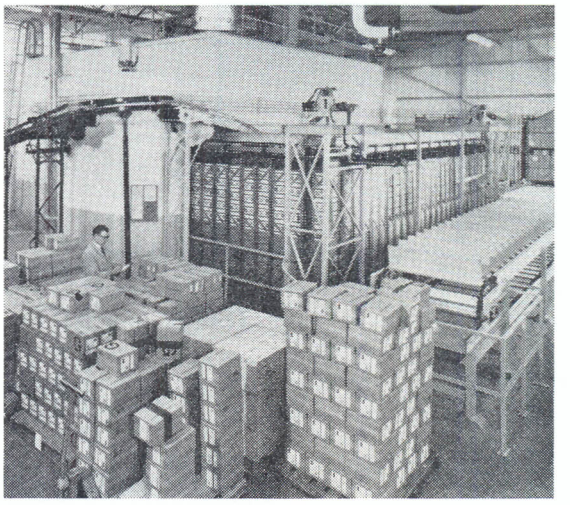


Fig. 6. Fra et kommersielt gammabestrålingsanlegg for sterilisering av medisinsk utstyr.

ut til å være visse komplikasjoner med det praktiske opplegg og økonomien, og metoden har foreløpig kun fått en begrenset anvendelse.

Når det gjelder bestråling med høyere doser, strålepasteurisering og -sterilisering, har man hatt et tilbakeslag i utviklingen i 1968, idet den amerikanske Food and Drug Administration har avslått å gi tillatelse til strålesterilisering av skinke for konsum og har trukket tilbake tidligere gitt tillatelse for bacon. Årsaken til dette var visse uregelmessigheter som ble påvist i resultatene av dyreforsøk, og at forsøkene ikke var utført slik som FDA mente var påkrevet. Nye regler for sunnhetsprøving av bestrålte næringsmidler er nå utarbeidet i samarbeid mellom FDA og henholdsvis US Army og atomenergikommisjonen, og nye foringsforsøk vil bli gjennomført for en del næringsmidler. En slik undersøkelse av et bestrålt næringsmiddel vil ventelig ta en tre års tid, og matvarebestrålingsprogrammet blir derfor satt atskillige år tilbake. Amerikansk industri følger interessert med i utviklingen på området, men vil ikke engasjere seg i matvarebestrålinger før sunnhetsspørsmålet er avklaret av statsorganene.

Bestrålte matvarer har vært undersøkt av smakspaneler i en årrekke og synes å gi stort sett tilfredsstillende resultater for en rekke forskjellige matvareslag.

Her i Norge er det interesse for å få avklaret mulighetene for å ta opp strålepasteurisering av fiskeråstoff, og Sentralinstituttet arbeider med et prosjekt sammen med Fiskeridirektoratets Kjemisk-Tekniske Forsknings-

institutt og Veterinærhøgskolens Institutt for Næringsmiddelhygiene.

Sunnhetsprøving av bestrålte næringsmidler er omfattende og ser nå ut til å kunne bli gjenstand for et internasjonalt prosjekt i OECD-regi. Dette kan være en hensiktsmessig ordning på bakgrunn av de spørsmål som reiser seg i forbindelse med internasjonal handel. Et problem i denne forbindelse er også å finne frem til metoder til påvisning av hvorvidt et næringsmiddel har vært strålingsbehandlet eller ikke.

En spesiell anvendelse på området, som synes å være aktuell straks, er strålingsbehandling av dyrefor til eksperimentelle dyrestaller. Man er her ofte plaget av at det er vanskelig å tolke forsøksresultater på grunn av varierende forkvalitet, og dette kan avhjelpes ved en reduksjon av mikrofloraen ved bestråling.

Strålingskjemi er blitt etablert som et selvstendig forskningsområde i løpet av de siste 20–25 år. Det er satt i gang betydelig forskning vedrørende undersøkelse av strålingskjemiske effekter, og det har vært en voksende innsats for å undersøke mulighetene for industriell utnyttelse av strålingsinitiering av kjemiske reaksjoner. Noen av disse har ført til industrielle prosesser som f. eks. modifisering av polymere og syntese av organiske stoffer. Salgsvolumet for slike produkter i Amerika er anslått til mer enn ca. 700 millioner kroner pr. år. Den årlige vekstrate i de senere år har vært 20–25 %. Det synes å være oppfatningen at de strålingskjemiske anvendelser ennå befinner seg i sin barndom, noe som i stor utstrekning synes å bero på at man i for stor grad har forsøkt å sette disse nye metodene inn i forbindelse med konvensjonell teknikk i stedet for å satse mer på helhetsmessig utvikling av en strålingskjemisk teknologi. Innsatsen har vært særlig stor i USA, men Japan, Sovjetunionen, England og Frankrike har også en betydelig innsats på området. I USA har en rekke større firmaer pilot plants i gang for utvikling av prosesser.

Et av de mest aktuelle områder er polymerisering. Strålingsindusert polymerisering av etylen har fått stadig øket oppmerksomhet og synes å gi muligheter som de konvensjonelle prosesser ikke kan gi. Videre blir det arbeidet med polymerisering av forskjellige polyester-monomer-belegg. Systemer for hurtig polymerisering av både belegg og laminater er i kommersiell bruk. Prosessen er utarbeidet av Ford Motor Co., og det benyttes spesielt sammensatte lakker og malinger. Disse arbeidene utføres gjerne ved hjelp av spesialbygde akseleratorer.

Bruken av stråling til å frembringe polymerisering av forskjellige monomere i tre har fått en god del oppmerksomhet og blir prøvet i en lang rekke land. Det ser for tiden ut til at parkettgulv kan være et mulig industrielt produkt, og det er to amerikanske firmaer som er i gang med markedsføring. Den nye flyplassbygningen i Kansas City skal forsynes med et gulvbelegg av slik treplast. Dette dreier seg om ca. 40.000 m² og en kontrakt på 10 millioner kroner. Her i Skandinavia har man arbeider i gang både i Danmark, Finland og Sverige på dette området. I Finland arbeider man for eksempel med å komme frem til ski med en såle av treplastkombinat. Her i Norge er det utført en del innledende arbeider på området med bestråling i utlandet.

I forbindelse med tekstiler har det vært arbeidet med copolymerisering. Amerikanske så vel som japanske firmaer søker å komme frem til fibre med spesielle egenskaper som f. eks. letter farging, rensing og pressing av stoffer av dette materiale.

Direkte forandring av polymere ved bestråling var den første av prosessene som førte til kommersielle anvendelser. Bestrålt polyetylen tape har vært tilgjengelig i lang tid fra General Electric Co. Videre fremstilles det bestrålt polyetylenfilm for innpakking av matvarer, og det bestråles elektriske kabler for å forbedre deres bruksegenskaper. Stråling kommer også inn i forbindelse med en del av den krympeplast som blir fremstilt for kabler og innpakking.

En annen anvendelse av stråling i forbindelse med polyetylen går ut på fremstilling av skumplater eller folier, som gir et behagelig materiale som er søkt anvendt for hustekstiler og klær. Det er strålingens evne til tverrbinding av polymere som blir benyttet i dette tilfellet, og denne teknikk har også vært gjenstand for utviklingsarbeid i forbindelse med latex og latex-malinger. En anvendelse i samme retning går ut på forandring av kjedelengden på polyetylenoksyd, slik at man kan få stoffer med forskjellig molekylvekt.

Utviklingen har vært forholdsvis langsom når det gjelder strålingsprosesser for fremstilling av kjemikalier. Dow har hatt en produksjon av etylbromid i drift ved hjelp av kobolt 60 i noen år. Esso har utarbeidet en prosess for fremstilling av biologisk spaltbare

vaskemidler, og det er rapportert en industriell prosess med oksydasjon av parafiner.

Det avgjørende for om de forskjellige prosessene blir etablert industrielt, er naturligvis at de økonomiske forutsetninger er til stede, og at produksjonsvolumene er realistiske.

Ettersom strålingsteknologien er kommet nærmere kommersiell realisering på flere områder, er det blitt vanskeligere å få kjennskap til hva som foregår. Årsaken er den store betydningen firmaene legger i å oppnå et konkurransemessig forsprang. Det er således sikkert at det arbeides intenst med utvikling av en rekke andre strålingstekniske prosesser ved anlegg som driver konfidensiell bestrålingstjeneste. Det synes f. eks. å foregå omfattende arbeid ved bestråling av halvledere og katalysatorer på denne basis. Strålingsteknologien synes å by på muligheter på mange forskjellige områder i dag, og vi håper at vi i tiden fremover skal få etablert en rekke interessante og givende prosjekter og arbeider i forbindelse med det nye gammabestrålingsanlegget.

Bøker

Optical Properties of Ions in Crystals.

H. M. Crosswhite and *H. W. Moos* (Editors). Interscience Publishers, New York-London-Sydney. 1968. 552 sider. Pris 175 s.

I denne boken presenteres de omlag 40 foredrag som ble gitt ved en konferanse over nevnte emne ved John Hopkins University i september 1966. Sammendrag av omkring 20 andre bidrag er gitt i appendix. Foredragene er arrangert i følgende seksjoner: I. Energinivåstruktur hos sjeldne jordartselementer og transisjonssannsynligheter. II. Energinivåer og effekter av eksiterte tilstander hos ioner av overgangsmetaller. III. Kooperative effekter. IV. Gittervibrasjoner og infrarødt studier. V. Energioverføring.

Energinivåene og deres struktur, som nevnt, er de som observeres for små tilsatser av ioner av sjeldne jordartselementer eller av overgangsmetaller til forskjellige krystaller. Man er for de førstnevnte typer av ioner særlig interessert i sammenligning mellom fri ion og krystall $4f^N$ energinivåene. Det dreier seg i alt overveiende grad om optiske undersøkelser, unntaksvis er EPR- og ESR-teknikk brukt. Arbeidene er for en stor del utført ved lave temperaturer, hvor observasjoner over Zeeman-splitting tillater entydig interpretasjon av spektrene.

Det sies at boken tar først og fremst sikte på å understreke underliggende fysiske prinsipper. Det gis betydelige bidrag til det teoretiske grunnlag, interpretasjon og eksperimentell utførelse. Et ganske omfangsrikt datamateriale er presentert vedrørende spektraltermer og energinivåer.

En slik konferanserapport gir et øyeblikksbilde av den forskning som foregår i en type laboratorier verden over, altså her i spetroskopiske laboratorier, og i grunnen bare en bestemt spesialitet av disse. En må derfor si at boken, tiltross for dens betydningsfulle og omfattende innhold, er en bok skrevet av spesialister og for spesialister. Dette så meget mer som de fleste bidrag er meget kortfattet fremstilt. Det kan allikevel sies at boken har generell interesse for faste stoffers fysikk og spesiell interesse i forbindelse med laserfysikk. Utover dette kan boken vanskelig gis noen sterk anbefaling for en videre lesekrets.

Harald Sørum.

G. H. Dieke: Spectra and Energy Levels of Rare Earth Ions in Crystals (Editors: H. M. Crosswhite and Hannah Crosswhite). Interscience Publishers. New York-London-Sydney-Toronto 1968. 401 sider. Pris 131 s.

Sjeldne jordartselementer, spesielt ioner av disse innført i andre krystaller, har i senere år fått økende aktualitet og interesse hovedsakelig av to grunner. For det første kan tilsatser av sjeldne jordartselementer i krystallgittere ved optiske studier gi betydningsfulle informasjoner om den faste tilstand. I denne forbindelse har teknikken med ren-fremstilling av krystaller vært et viktig ledd i utviklingen. For det andre ble interessen for sjeldne jordarter stimulert ved utviklingen av laserfysikken fra 1960, i det man blant krystaller som inneholder sjeldne jordartselementer ventet å finne mulige lasermaterialer.

Forståelsen av hvordan ioner med diskrete energinivåer opptrer i krystaller har utviklet seg raskt i de senere år, men litteraturen på området finnes meget spredt i tidsskrifter. Denne boken forsøker å gi en samlet oversikt over og en vurdering av kjennskapet til dette emnet. Energinivåstrukturen er detaljert behandlet, siden dette er nå vel klarlagt både fra empirisk og teoretisk synspunkt.

Vekselvirkningen mellom ionene og krystallgittert er behandlet mindre utførlig, siden dette emnet er ennå under utforskning. Det samme gjelder det viktige felt om vekselvirkning mellom ionene i krystaller. Egenskapene av lasere behandles bare såvidt de avhenger av det krystallinske materiales egenskaper.

Fremstillingen i boken, både de eksperimentelle og teoretiske sider, er i hovedsaken basert på spektroskopisk grunnlagsmateriale. Boken behandler i suksessive kapitler tilgjengelige krystaller, eksperimentell metode, spektra og nivåer for frie ioner, krystallfeltet, krystallsymmetri og struktur av spektra, intensiteter, seleksjons- og polarisasjonsregler, sammenligning med empiriske data, Zeemaneffekt og magnetiske egenskaper, divalente sjeldne jordarts-ioner i krystaller, oversikt over empiriske data, linjestruktur.

Det er klart at bokens innhold er av meget spesiell karakter, noe som vil gi den en noe begrenset lesekrets. Boken inneholder imidlertid et meget rikholdig datamateriale over energinivåer og spektraltermer, og det er dette som vil gjøre den til en verdifull oppslagsbok for dem som arbeider på nærliggende områder innen faste stoffers fysikk eller laserfysikk. Boken er meget velskrevet og lettlest.

Harald Sørum.

Laboratorieundervisningens stilling i fysikkstudiet

Arvid Erdal

Innledning.

Disse betraktninger om laboratorieundervisningens stilling i fysikkstudiet er ment som et bidrag til den kontinuerlige diskusjon om effektivisering og forbedring av undervisningen i fysikk ved universitetene og spesielt undervisningen til 1. avdeling.

Gjennom tidene har vi i fysikkstudiet alltid hatt laboratorieundervisning. Dette gjelder også for gymnasieundervisningen der elevene skal utføre et visst antall elevøvelser i fysikk. Men jeg har følelsen av at begrunnelsene for denne undervisningsform med tiden er blitt noe utvisket. Det er også mitt inntrykk at mange studenter går på «labben» med en følelse av at dette er et «nødvendig onde». Dette i seg selv er en alvorlig påminnelse om at tingenes tilstand ikke er som de burde være, og en vil umiddelbart stille spørsmålet:

Hvorfor driver en med laboratorieundervisning?

Dette at vi i fysikken bruker to undervisningsformer, nemlig laboratorieundervisning og forelesninger (hvor jeg inkluderer kollokvier, regneøvelser osv.), må bety at vi vil oppnå noe med begge former. Målet er at studentene skal lære fysikk og dermed er implisitt sagt at laboratorieundervisning og «kateter»-undervisning begge skal hjelpe studentene til å tilegne seg faget fysikk. Det må da være gitt at begge undervisningsformer har noe ved seg som er slik at den ene form gir noe som den andre ikke gir, eller gir vesentlig mindre av. Gir de begge det samme vil jo den ene form være overflødig. Det er også av avgjørende betydning at laboratorieundervisningen både av studenter og veiledere oppfattes som en naturlig del av hele fysikkstudiet.

Hva er så målsettingen med laboratorieundervisningen?

Det burde være selvsagt at uten å ha målsettingen med laboratorieundervisningen klart for seg, kan en ikke gi en *god* laboratorieundervisning.

Cand. real. Arvid Erdal er amanuensis ved Fysisk institutt, Universitetet i Bergen.

Som utgangspunkt når vi skal diskutere målsettingen mener jeg det er viktig å ha klart for seg at fysikken er en naturvitenskap. I fysikken forsøker en med andre ord å beskrive den verden vi lever i. Denne beskrivelse har sitt utgangspunkt i de observasjoner vi foretar. Ut fra denne mangfoldighet av observasjoner forsøker vi å stille opp forskjellige prinsipper og lovmessigheter, teorier, som da er ment å skulle gi en sammenfattende og generell beskrivelse av naturen. Men denne prosess krever at vi konstruerer en tenkt og idealisert «uvirkelig» verden. Dette er fundamentalt for alle naturvitenskaper. (Det er bare matematikerne som slipper denne «to-verdner problematikken», men matematikk er jo heller ingen *natur*vitenskap). Jeg mener at denne problemstilling må sterkt fremheves for studentene. Spesielt er det viktig at studentene får tak i denne problemstilling på det elementære plan på et tidspunkt da de fleste nettopp har fått en innføring i logikk og matematikk. Min erfaring er at når de kommer til fysikkstudiet oppstår det lett en konfliktsituasjon hos studenten fordi vi i fysikken anvender så mye matematikk at studenten ofte innbiller seg at dette fortsatt er matematikk og glemmer, eller rettere aldri blir fortalt ordentlig av lærerne i fysikk, at i fysikk må vi bringe inn den «*virkelige*» verden. Dette samspillet mellom den reelle verden og den tenkte «uvirkelige» verden, representert ved teoriene, mener jeg må poengteres for studentene, og her mener jeg at laboratorieundervisningen er den rette undervisningsform. Dette må være den generelle målsetting i laboratorieundervisningen. Jeg tror det er på dette punkt vi finner at laboratorieundervisningen har sin berettigelse. Det er her vi må gi studentene en innføring i «eksperimentets språk». Dette språk er jo helt fremmed for de rene matematikere, for de «lever» bare i *en* verden (teoriens) mens fysikeren lever i *to*, nemlig teoriens og den virkelige verden. Dette vekselspill mellom de to verdener må hele tiden poengteres og prege innføringen i den elementære del av fysikkstudiet slik at studenten tidligst mulig venner seg til fysikerens fundamentale tenkesett. Studenten må tidligst mulig lære å venne seg til at f. eks. tallene π og e prinsipielt ikke inneholder noen ubestemthet (de kan skrives opp med så stor nøyaktighet vi vil), mens våre såkalte fysiske konstanter *alle* er beheftet med en ubestemthet.

Som konklusjon når det gjelder diskusjonen av den generelle målsetting mener jeg det er

vesentlig at *all* laboratorieundervisning, enten elementær eller avansert, har i seg momenter av den karakter som nettopp omtalt. For å oppnå dette kan det selvfølgelig diskuteres hvilke midler som er tjenlige.

Fra «gammelt» av har det ofte vært fremmet tanker om at laboratorieøvelsene skal «følge pensum». Laboratorieundervisningen skal følge forelesningene. Jeg mener dette moment har relativt liten betydning. Laboratorieøvelsene må ha et mer omfattende innhold enn demonstrasjonsforsøkene som gis i tilknytning til forelesningene. Etter min mening vil det være mer formålstjenlig at laboratorieundervisningen starter etter at studentene har fulgt en del forelesninger slik at et visst generelt teoretisk grunnlag i fysikk er blitt etablert før de begynner på laboratoriet. De skriftlige veiledningene til øvelsene kan så bygge videre på dette grunnlag og gi en grundig redegjørelse om den teoretiske bakgrunn for eksperimentet som skal utføres. På denne måte vil laboratorieundervisningen få sitt særpreg med «sitt eget pensum», og dette pensum må hentes fra alle deler av fysikken slik at øvelsene belyser generelle metoder og betraktninger som er typiske for eksperimentalfysikeren. Laboratorieundervisningen må gi det vi kan sammenfatte under slagordet «working knowledge».

I fysikk som vitenskap spiller *eksperimentet* en stor rolle. Eksperimentet danner bindeleddet mellom den virkelige og «uvirkelige» verden. Eksperimentets anatomi bør derfor tillegges stor vekt i laboratorieundervisningen. Det er åpenbart at de relativt enkle øvelsene som studentene får å utføre ikke kan illustrere alle de komponenter et eksperiment består av. Et eksperiment i ordets videste betydning inneholder komponenter som formulering av problemstilling, prinsipiell og teknisk konstruksjon av eksperimentet, planlegging av rasjonell arbeidsmåte og arbeidsrutine, ubestemthetsoverslag og herav følgende krav til enkeltmålinger, vurdering av korreksjoner, toleranser osv., utførelsen av observasjonene, registrering, ordning og behandling av data og det siste ledd i kjeden som ofte er det vanskeligste: vurdering og interpretasjon av resultatene. Men om ikke alle disse momenter som her er nevnt vil være gjenstand for direkte undervisning i vanlig forstand, men bare kan erverves gjennom personlige erfaringer, så er det etter min mening av vesentlig betydning at alle *veiledere* på laboratoriet har erfaring med eksperimentets delvirksomheter. Derved vil veilederne lettere kunne gi studentene et mer nyansert og fyldig innhold av begrepet eksperiment enn hva de ellers vil kunne gi.

I de hele tror jeg at en students utbytte av laboratorieundervisningen i stor utstrekning er avhengig av veilederens holdning og bakgrunn. Studentenes holdning og innstilling til laboratoriearbeidet vil i stor utstrekning være preget av «tonen» i laboratoriet, og denne vil i første rekke avhenge av veilederen. Jeg tror at erfarne forskere og lærere vil kunne yte et vesentlig bidrag til dette mer udefinerbare utbyttet av laboratoriearbeidet. Herav følger også at jeg er skeptisk overfor bruken av *studenter* som veiledere på laboratoriet. Som studenter kan de nemlig ikke forventes å ha den omtalte erfaring.

Når vi nærmer oss spørsmålene om hva laboratorieundervisningen i detalj skal gi studentene, er det åpenbart mange meninger om hva som er viktigst. Av de momenter som er nevnt tidligere er det klart at mange av dem ikke uten videre er gjenstand for undervisning på det elementære plan. Prinsipiell og teknisk konstruksjon av et eksperiment kan f. eks. etter min mening først for alvor finne sted på hovedfagsnivå. Men når vi vil utføre eksperimenter i fysikk, kommer vi alltid inn på den oppgaven å utføre en måling. Dette å måle er fundamentalt og bør derfor få en bred plass i den elementære laboratorieundervisning. En grundig innføring i måleteknikk kommer også de studenter til gode som har tenkt å legge hovedvekten på andre fag enn fysikk (kjemi, biologi, osv.). På dette felt tror jeg at fysikken kan gi et bidrag til en tverrfaglig virksomhet innenfor den elementære universitetsundervisningen. Når ordet måleteknikk er nevnt, tenker jeg på ubestemthetsoverslag, korreksjoner, toleranser osv., utførelsen av observasjoner, registrering og ikke minst viktig, ordning og behandling av data.

Når laboratorieundervisningen skal være med å belyse vekselspillet mellom teori og eksperiment, må det være innlysende at de instrumenter som benyttes må være av kvalitet. Det må være instrumenter som kan brukes i forskningsvirksomheten. Uten dette moment tror jeg det er vanskelig å påvirke studentene til en positiv holdning og motivering for arbeidet i laboratoriet. Tidligere var måleinstrumentene ofte enkelt konstruert slik at alle i detalj forsto virkemåten (f. eks. skålvekten). Men idag er gjerne de fleste måleapparater mer sinnrikt konstruert slik at den detaljerte virkemåte ikke ligger klart i dagen når en skrur på knottene (f. eks. Mettler-vektene). Den

prinsipielle virkemåte må alltid klarlegges for studentene før de bruker et måleapparat, men tidligere var dette gjerne nok. En var fornøyd med den laboratorieundervisning der bare *prinsippene* ved målemetodene ble klarlagt. Den apparatur en bygget til mer avansert forskningsbruk var også gjerne så enkel at bare prinsippene var klarlagt og kjent, kunne en konstruere appaturen selv. Men disse tider er passert. Nå *kjøpes* måleapparaturen i større utstrekning og bruken av teknisk avansert måleapparatur blir mer og mer alminnelig i andre fag som lå fysikken fjernere i tidligere tider (biologi, geologi osv.). Den elementære del av laboratorieundervisningen må derfor etter min mening inneholde et element av apparatbruk. Hvor langt en skal gå på denne vei er selvfølgelig en vurderingssak og ikke minst et økonomisk spørsmål, og vedrørende bruk av avansert måleutstyr må en passe seg for at eksperimentalundervisningen ikke bare får preg av å sitte i et laboratorium og skru på knotter, lese av på skalaer og skrive tall i kolonner. Det hele må sees i sammenheng med den generelle målsetting.

Slutning.

Det er mange som hevder at det ikke er så nøye med hvilke øvelser vi gir studentene på laboratoriet. De vil alltid lære *noe* av sin virksomhet der. Denne holdning er ikke holdbar. Vi plikter etter beste evne å legge forholdene til rette slik at studentene til en hver tid får det *best mulige* utbytte av laboratorieundervisningen og ikke bare *noe* utbytte. Skal en legge opp laboratorieundervisningen etter dette motto, må en ha klart for seg hva en vil med denne undervisningsform.

Alle laboratorieøvelser som skal inngå i et laboratoriekurs må derfor til en hver tid være gjenstand for diskusjon og vurderes i henhold til gjeldende målsetting. Disse linjer er ment som et bidrag til denne diskusjon.

Brev til redaktøren

Har fysikken en fremtid i Norge?

Hvis fysikken har en fremtid i Norge, må det være nokså langt frem i tiden. For den nærmeste fremtid er jeg meget pessimistisk, slik innstillingen er blitt blant fysikerne i dag. I stedet for å stå sammen og hjelpe hverandre og nytte våre krefter til aktiv innsats for forskning, er vi nemlig nå begynt å bruke vår tid til innbyrdes strid og kiv, og til å rakke ned på hverandres forskningsfelter.

Jeg skjønner meg ikke på folk som mener seg å være kompetente til å vurdere samtlige forskningsgrener innenfor fysikken. Det var derfor så uhyre skuffende å se hvordan planene for et norsk fysikkråd ble drevet igjennom på fysikermøtet i Trondheim, av en åpenbart vel organisert pressgruppe. Det var lett å se at her var hele taktikken vel planlagt og forberedt på forhånd, slik en også har sett det gjennom innlegg i «Fra Fysikkens Verden» den siste tid. Et fysikkråd skulle man ha for enhver pris, og de argumenter som fremkom imot, ble ganske enkelt tiet ihjel. Noen prinsippdebatt våget man ikke å ta, man snakket bare om diverse organisasjonsformer.

Har man ikke allerede sett nok uheldige følger av den moderne planleggingsgalskapen? For noen år siden forsøkte man f. eks. å bygge opp en plasmafysikkgruppe i Bergen, men den ble så etter nøye «vurdering» og «planlegging» flyttet til Trondheim, hvor den opprinnelige virksomheten gikk i oppløsning. Kjernefysikken her i landet har man holdt på å ødelegge, fordi man valgte lagringsringene i CERN foran Tandemakseleratoren i Oslo, til tross for at der ennå ikke foreligger noen klare planer for hvordan de selvsamme lagringsringer skal utnyttes til fordel for norsk forskning. Bare ved en enestående innsats fra våre kjernefysikeres side har det lykkes dem å overleve, idet de har utnyttet sine utenlandske forbindelser til å få utført eksperimenter som de ikke kunne gjøre hjemme. Og innenfor elementærpartikkelfysikken har den overdrevne planleggingen ført til stagnasjon i den allerede eksisterende virksomheten; ja i Bergen vil kanskje til og med den vesentligste del av virksomheten snart måtte opphøre.

De som har startet denne innbyrdeskrigen, har i sannhet påtatt seg et tungt ansvar. En får bare håpe at de våkner til sans og samling før de har klart å ødelegge det som er igjen av god fysikk her i landet.

Harald Trefall.

Aerodynamikk I

Steiling (Stall)

K. J. Knutsen

De fleste flyulykker skjer ved take off eller landing. En av de vesentligste årsaker til dette er den såkalte steiling (stall). I det følgende skal det gjøres rede for hva man forstår med steiling og hvordan denne kan hindres.

Definisjoner.

Som bekjent kalles den kraftkomponent som virker loddrett på strømningsretningen og som holder flyet oppe, for løft (lift). Løftet er gitt ved ligningen

$$L = C_L \cdot \tfrac{1}{2} \varrho S v^2 \qquad (1)$$

C_L kalles løftkoeffisient, ϱ er luftens tetthet, S er vingearealet og v er flyets hastighet. Løftkoeffisienten varierer med vingens angrepsvinkel (angle of attack). Som regel øker den omtrent lineært til å begynne med, men økningen avtar så, og C_L har sitt maksimum ved den såkalte «stall angle of attack» (steileangrepsvinkelen) (fig. 1). For større vinkler

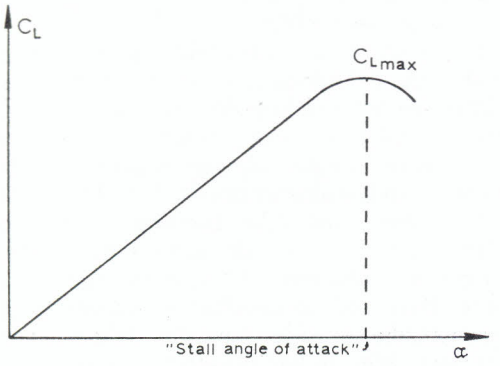


Fig. 1.

enn stall angle of attack avtar C_L igjen. Dette skyldes at det såkalte grensesjiktet (et tynt luftlag nær vingens overflate) løsner fra vingen. Når grensesjiktet løsner, oppstår det turbulens mellom vingen og sjiktet med den følge at det statiske trykket på oversiden av vingen øker. Grensesjiktet løsner fra bakre kant av vingen, og området med turbulens vil bevege seg fremover vingen etter som angrepsvinkelen mere og mere overstiger stall angle of attack. Dette bevirker en minskning av løftet.

Flyvere snakker kanskje noe misvisende om flymaskinens steilehastighet (stalling speed). (Hastigheten inngår ikke i definisjonen på steiling).

For å holde et fly oppe kreves det et visst minimum av løft. Med steilehastighet forstår man den hastighet som skal til for å holde flyet oppe når angrepsvinkelen er lik stall angle of attack.

Ligning for steilehastighet.

Dersom man forutsetter at flyet beveger seg med jevn hastighet i konstant høyde, kan man med bra tilmærmelse sette flyets vekt G lik løftet.

$$G = L = C_L \cdot \tfrac{1}{2} \cdot \varrho \cdot S \cdot v^2 \qquad (2)$$

Løftkoeffisienten har sitt maksimum ved stall angle of attack, og følgelig kan da flyet holdes oppe med den minste hastighet. Denne hastighet kalles steilehastigheten.

Løses ligning (2) med hensyn på v fås

$$v = \sqrt{2G/C_L \cdot \varrho \cdot S} \qquad (3)$$

Og ligningen for steilehastigheten v_s blir

$$v_s = \sqrt{2G/C_{Lmax} \cdot \varrho \cdot S} \qquad (4)$$

Ved å ta hensyn til at motorkraften danner en viss vinkel med horisontalen, akselerasjon, tail load etc., vil man få litt mere kompliserte uttrykk for steilehastigheten. Disse utledningene skal imidlertid sløyfes her.

Varsling om steiling.

Det er selvsagt av stor betydning at fare for steiling kan varsles i tide, slik at en katastrofe kan unngås.

Et fly som blir truffet av den turbulente luftstrøm som dannes når grenssjiktet løsner, vil begynne å riste. En del av flyets hale består av den såkalte horisontale stabilisator. Turbulent luft som passerer den vil kunne gi beskjed om truende steiling. Den horisontale stabilisator når ikke så langt ut som vingene. Det er derfor ønskelig at vingeprofilet er slik at steilingen først oppstår ved roten av vingen. Stabilisatoren vil da bli påvirket før hele vingen begynner å steile. En del vingepro-

Cand. real. K. J. Knutsen er lektor ved Luftkrigsskolen, Trondheim.

filer er slik at steilingen oppstår først ved roten. Det er f. eks. tilfellet for vinger som smalner svakt av mot vingetippen. I andre tilfeller er det nødvendig med kunstgrep for å få dette til.

Man skal her kun ta med to eksempler på dette. Vingen kan f. eks. vries om sin lengdeakse, slik at angrepsvinkelen varierer med avstanden fra flykroppen og er størst ved roten. En annen løsning er å la selve vingeprofilet variere med avstanden fra flykroppen. Det kan f. eks. være et såkalt cambered vingeprofil (fig. 2) som går over til et symmetrisk vingeprofil. Stall angle of attack er mindre for det første

Fig. 2.

profilet enn det andre, og følgelig varierer stall angle of attack også her med avstanden fra flykroppen.

Dersom flyet ikke er utstyrt med horisontal stabilisator eller denne ikke kan treffes av den turbulente luften, kan truende steiling varsles med forskjellige mekaniske innretninger. Men her er vel ikke det rette sted å omtale disse.

Bøker

F. Crick : Om molekyler og mennesker. Cappelens realbøker, J. W. Cappelens Forlag.

Boken er, som tittelen antyder, et slags naturvitenskapelig kåseri, et møte med nobelpristakeren Crick som person — ukonvensjonell, fengslende, snakkesalig og av og til direkte morsom som f. eks. i samtalen mellom en deprimert ung dame og en datamaskin. Slik har jo også Watson presentert ham i «The double helix» — fortellingen om hvordan de sammen løste problemet om DNA-molekylets struktur. Det kan virke forbausende at et så «moderne» menneske som Crick skriver en bok med et tema som vitalismen. På meg virker det som et avlegs slagord å kjempe mot. Når Crick, som arbeider i molekylær biologi, tror at det vil bli mulig å forklare biologiske fenomener ut fra fysiske og kjemiske prinsipper, så virker vel det rimelig på de fleste biologer. Men når han presenterer et begrep som vitalisme, er det som om han tar et skjema fra 1800-tallet inn i en diskusjon som er kommet forbi det stadiet. Teilhard de Chardin blir nevnt, og om han kan man vel kanskje bruke et ord som vitalist, men han er neppe representativ for moderne vitenskapsfilosofi. Når Crick sier, at han tror biologi lar seg forklare ut fra utelukkende fysiske og kjemiske prinsipper, så er dette *et program*, noe vi biologer for tiden *tror*. En vitenskapsfilosof kan da si at for å bevise dette må man vise at all biologisk viten er avledbar fra fysisk-kjemiske lover, og dermed at biologiske begreper eller termer (som f. eks. gen eller celle) som opptrer i biologiske utsagn er reduserbare til fysisk-kjemiske termer. Dette blir et spørsmål om en komplisert logisk reduksjon, og man kommer naturligvis ingen veg med biologisk amatørfilosofi. En slik diskusjon om å tilbakeføre alle vitenskaper til én har jo pågått i vitenskasfilosofien siden 20-tallet, og programmet har vist seg mer vanskelig å gjennomføre enn man først trodde. Derfor synes det rimelig å mene at det i hvert fall en tid framover må finnes biologiske termer og utsagn. Og jeg kan ikke riktig skjønne hvem det er Crick slåss mot når han vil motbevise vitalismen, eller hvorfor denne filosofiske ramme må være med. De tre problemområder han har valgt å diskutere: molekylær biologi, livets opprinnelse og sentralnervesystemet er jo uhyre interessante, og hans framstilling er svært engasjerende. Man ville ønske at han skrev flere populære bøker om molekylær biologi. Et sted i boken skriver Crick at strukturen og replikasjonsprosessen hos DNA-molekylet «er noe som ethvert skolebarn kan begripe og det egner seg derfor spesielt godt som undervisningsobjekt for filologer og andre litterære mennesker». Og det er vel dette som er skjedd. DNA er blitt et begrep i den niårige skolen og blant folk som ellers ikke er så opptatt av naturvitenskap. Dette må vel ha en sammenheng med at Watson og Crick har presentert sin oppdagelse ikke bare i vitenskapelige avhandlinger men også i mer ukonvensjonell form, slik det er gjort i denne boken.

Barbro Gullvåg.

William M. Kaula: An Introduction to Planetary Physics. Space Science Text Series. John Wiley & Sons, Inc., New York, London, Sydney, Toronto, 1969. 490 sider. Pris 135 s.

I mange hundre år ble stjernene sett på som en mindre interessant bakgrunn for Solen, Månen og planetene. Situasjonen forandret seg med Herschel (1738–1822) som «så» lenger ut i universet enn noen hadde gjort før ham og som fant variasjon, bevegelse dybde og liv i stjerneverdenen. Før romforskningen vokste frem var interessen for planetsystemet blitt temmelig moderat, og det tør være symptomatisk at det har vært vanskelig å finne gode lærebøker om planetsystemet. Det er en situasjon som neppe vil vedvare. Professor Kaulas bok er et varsel om det.

Boken omhandler de terrestriske planetene Merkur, Venus, Jorden, Mars pluss asteroidene og meteorittene. Systemet Jorden–Månen ofres stor oppmerksomhet. Emnet krever at forfatteren trekker inn elementer fra geofysikk, geologi, fysikk, astronomi m. m. Boken er delvis av deskriptiv art og den inneholder en mengde nyttige opplysninger. For at disse lett skal finnes har forfatteren på en meget grei måte satt opp en fortegnelse over de viktigste tabellene og figurene. Man må forresten bemerke de mange gode figurer samt en del ypperlige fotografier fra Månens overflate (selv om man etter hvert blir forvent m. h. t. månebilder). Det er rikelig med litteraturhenvisninger.

Jeg tror mange som har interesse for våre kosmisk sett nære omgivelser vil ha glede av å lese denne boken.

Øystein Elgarøy.

Om et målsystem med bare en grunnenhet

Bertel Grimeland

I elementærpartikkelfysikken brukes ofte et målsystem hvor en setter $c = \hbar = 1$. Derved blir en rekke av fysikkens ligninger enklere å skrive, og dette er i første rekke grunnen til at systemet er innført. Der er ikke tatt i bruk noen grunnenhet i systemet, men det er blitt vanlig praksis å angi partikkelmasser i GeV og dette forutsetter i det minste at $c = 1$. På den annen side angis bevegelsesmengder gjerne i GeV/c og dermed er en tilsynelatende igjen tilbake i CGS-systemet. Her synes å være en selvmotsigelse i mange fremstillinger.

Systemet, som en heretter vil kalle EP systemet, blir i lærebøkene ofte innført uten særlig omfattende kommentarer. I det følgende vil en prøve å vise hvoradn EP systemet kan innføres på en rimelig måte. Som grunnenhet for masse vil vi velge $1{,}781 \cdot 10^{-24} g$. Dette er den masse som omdannet i energi etter Einsteins ligning $E = mc^2$ gir en energi på 1 GeV. Denne enhet har vi kalt 1 ep. I EP systemet bygges alle andre enheter opp som potenser av denne. Med dette som utgangspunkt er det satt opp en tabell som viser sammenhengen mellom enhetene i EP systemet og enhetene i CGS-systemet for endel fysikalske størrelser.

I det internasjonale enhetssystem, SI, har man grunnenhetene

meter (*m*) for lengde, dimensjon L,
kilogram (*kg*) for masse, dimensjon M,
sekund (*s*) for tid, dimensjon T og
ampere (A) for elektrisk strøm, dimensjon I.

Man har også grunnenheter for temperatur, stoffmengde og lysstyrke, men de får ingen betydning da vi her bare vil behandle mekaniske og elektromagnetiske størrelser, Disse får en dimensjon som uttrykkes ved L , M , T og I og måles i enheter som er bygget opp av grunnenhetene ovenfor.

F. eks. har elektrisk ladning $Q = It$ dimensjonen IT og den måles i enheten ampere sekund eller coulomb. Elektrisk feltstyrke $E = F/Q$ har dimensjonen $MLT^{-2}I^{-1}$ og måles i N/C (newton/coulomb) eller $kg.m.s^{-3}.A^{-1}$.

I CGS-systemet, som er eldre enn SI, har man bare grunnenheter for lengde, masse og tid. Alle enheter for elektriske og magnetiske størrelser blir her avledete enheter. Dette kan oppnåes fordi man har to naturkonstanter til disposisjon og en av disse kan pr. definisjon settes lik 1. Disse konstanter er ε_0 og μ_0, permittivitet og permeabilitet for tomt rom. Settes $\varepsilon_0 = 1$ får vi for Coulombs lov for kraften mellom to punktladninger i avstanden r i tomt rom:

$$F = \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

og Q får dimensjonen $|F^{1/2}|\,|r| = M^{1/2}L^{1/2}T^{-1}L = M^{1/2}L^{3/2}T^{-1}$. Herav får man den elektrostatiske CGS enhet for ladning som er $1\ cm^{3/2}g^{1/2}s^{-1}$. Settes $\mu_0 = 1$ får vi for kraften pr. lengdeenhet mellom parallelle ledere i en avstand d i tomt rom:

$$\frac{F}{L} = \frac{2I_1 I_2}{d}$$

Her får I dimensjonen $|F^{1/2}| = M^{1/2}L^{1/2}T^{-1}$. Herav får man den elektromagnetiske CGS enhet for strøm som er $1\ cm^{1/2}g^{1/2}s^{-1}$.

ε_0 og μ_0 er knyttet sammen ved ligningen $\varepsilon_0\mu_0 c^2 = 1$

Konstanten c har dimensjon av en hastighet og er som kjent identisk med lyshastigheten i tomt rom. Ifølge relativitetsteorien er dette en naturkonstant og vi kan derfor innføre et nytt målsystem ved å forlange $c = 1$. (Dette er ikke mulig innenfor rammen av Newtons mekanikk.) I et slikt system får lengde og tid samme dimensjon og må måles i samme enhet. Velger vi *cm* som enhet må dette som tidsenhet tilsvare den tid som lyset bruker på å tilbakelegge en centimeter. Det vil si $\zeta^{-1}s$ hvor $\zeta = 2{,}998 \cdot 10^{10}$ er måltallet for lyshastigheten i CGS-systemet. Velger vi sekund som enhet må dette som lengdeenhet tilsvare

den lengde som lyset tilbakelegger i ett sekund, det vil si ζ *cm*. I et slikt system blir hastighet en dimensjonsløs størrelse og det blir ingen forskjell mellom v og $\beta = v/c$. Dette fører til at bevegelsesmengde og energi får samme dimensjon som masse og den relativistiske energiligning $E^2 = m^2c^4 + p^2c^2$ kan skrives $E^2 = m^2 + p^2$.

Også med kvantemekanikken har man fått innført en naturkonstant som var ukjent i klassisk fysikk. Det er det Planckske virkningskvantum $\hbar$. På samme måte som målsystemer kan innføres ved å forlange ε_0 (eller μ_0) og c lik 1 kan det også innføres et målsystem der $\hbar = 1$. Vi får da følgende dimensjonsligning:

$$|\hbar| = ML^2T^{-1} = 1$$

Dette betyr igjen at to av grunnenhetene kan velges vilkårlig, mens den tredje må uttrykkes ved disse. Sammenhengen er ikke så enkel som i tilfellet med $c = 1$ der lengde og tid fikk samme grunnenhet, mens masseenheten var uavhengig av denne. Vi merker oss at i et system med $\hbar = 1$ har vinkelbølgetallet $k = 2\pi/\lambda = P/\hbar$ samme dimensjon som p.

I EP systemet skal en ha både $c = 1$ og $\hbar = 1$ og dette gir to dimensjonsligninger:

$$|c| = LT^{-1} = 1$$

og

$$|\hbar| = ML^2T^{-1} = 1$$

Den første gir $L = T$ og dette innsatt i den andre gir $M = L^{-1}$. Her har altså tid og lengde samme dimensjon, mens masse har en dimensjon som er den inverse av disses. Vi får bare en grunnenhet som kan velges fritt. Det er ikke blitt enighet om valg av en slik grunnenhet og det har vel heller aldri vært gjort noe forsøk på å bli enig om det. Det er imidlertid, som tidligere nevnt, blitt vanlig praksis å angi partikkelmasser i GeV og vi vil derfor som grunnenhet bruke en masse som i energi tilsvarer 1 GeV. La denne masse være m_1. Vi må ha

$$m_1c^2 = 1\ \text{GeV} = 1{,}602 \cdot 10^{-3}\ \text{erg}$$

$$m_1 = \frac{1{,}602 \cdot 10^{-3}}{2{,}998 \cdot 10^{20}}\, g = 1{,}781 \cdot 10^{-24} g\,.$$

Denne enhet vil vi kalle 1 *ep*. Enheten for såvel lengde som tid i EP systemet blir 1 ep^{-1}. For å finne ut hva denne tilsvarer i vanlige lengde og tidsenheter kan det være hensiktsmessig å innføre et målsystem der masse, tid og lengde har dimensjoner uavhengig av hverandre som i CGS-systemet, men hvor grunnenhetene for disse størrelser er valgt slik at måltallene for c og $\hbar$ blir 1. Vi vil kalle dette system for EN systemet og lar grunnenhetene for masse, lengde og tid være m_1, l_1 og t_1. Dersom vi nå setter $m_1 = 1{,}781 \cdot 10^{-24} g$ som igjen svarer til EP enheten 1 *ep*, så vil l_1 og t_1 svare til 1 ep^{-1} hvor 1 ep^{-1} er brukt til utmåling av henholdsvis lengde og tid. Grunnenhetene for masse, lengde og tid i CGS-systemet betegner vi med m_2, l_2 og t_2, altså $m_2 = 1g$, $l_2 = 1\ cm$ og $t_2 = 1\ s$. Videre skal måltallene for c og $\hbar$ i CGS-systemet være ζ og η, altså $\zeta = 2{,}998 \cdot 10^{10}$ og $\eta = 1{,}054 \cdot 10^{-27}$. Vi får da ligningene:

I $\qquad c = 1\ l_1t_1^{-1} = \zeta l_2t_2^{-1}$

II $\qquad \hbar = 1\ m_1l_1^2t_1^{-1} = \eta m_2l_2^2t_2^{-1}$

Med $m_1 = \gamma m_2$ hvor $\gamma = 1{,}781 \cdot 10^{-24}$ gir dette:

$$t_1 = \frac{\eta}{\zeta^2}\frac{m_2}{m_1}\, t_2 = \frac{\eta}{\zeta^2\gamma}\, t_2 = 6{,}57 \cdot 10^{-25} s$$

og

$$l_1 = \frac{\eta}{\zeta\gamma}\, l_2 = 1{,}975 \cdot 10^{-14}\ cm\,.$$

For alle fysikalske størrelser hvis enhet i CGS-systemet er bygget opp av grunnenhetene m_2, l_2 og t_2 kan vi danne de tilsvarende enheter i EN systemet ved å kombinere m_1, l_1 og t_1 på samme måte. Ser vi f. eks. på enheten for kraft, så er denne i CGS-systemet $1\ dyn = 1\ g \cdot cm \cdot s^{-2}$. Vi kaller den F_2 og setter

$$F_2 = m_2l_2t_2^{-2}\,.$$

Tilsvarende får vi da for kraftenheten i EN systemet

$$F_1 = m_1l_1t_1^{-2} = \gamma m_2 \frac{\eta}{\zeta\gamma}\, l_2 \frac{\zeta^4\gamma^2}{\eta^2}\, t_2^{-2} =$$

$$\frac{\zeta^3}{\eta}\, \gamma^2 m_2 l_2 t_2^{-2} = 8{,}14 \cdot 10^{10}\ dyn$$

I EP systemet får kraft dimensjon $MLT^{-2} = MM^{-1}M^2 = M^2$. Enheten for kraft blir $1\ ep^2 \simeq 8{,}14 \cdot 10^{10} dyn$.

For elektriske og magnetiske størrelser får man i EN systemet likesom i CGS-systemet to sorter enheter, de elektrostatiske ved å sette $\varepsilon_0 = 1$ og de elektromagnetiske ved å sette $\mu_0 = 1$. Men siden måltallet for c i EN systemet er lik 1 blir der ingen annen forskjell mellom de to typer av enheter enn den at de får forskjellige dimensjoner. La q_2' være ladningsenheten i det elektrostatiske CGS-system og q_2'' i det elektromagnetiske CGS-System. Vi har

$$q_2' = 1\ cm^{3/2}g^{1/2}s^{-1}$$

og

$$q_2'' = 1\ cm^{1/2}g^{1/2}.$$

For de tilsvarende enheter i EN systemet kan vi sette

$$q_1' = m_1^{1/2}l_1^{3/2}t_1^{-1} = (\gamma m_2)^{1/2}\left(\frac{\eta l_2}{\zeta\gamma}\right)^{3/2}\left(\frac{\eta t_2}{\zeta^2\gamma}\right)^{-1}$$

$$= \eta^{1/2}\zeta^{1/2}m_2^{1/2}l_2^{3/2}t_2^{-1} = \eta^{1/2}\zeta^{1/2}q_2' =$$

$5{,}61 \cdot 10^{-9} e.s.$ CGS-enheter

og

$$q_1'' = m_1^{1/2}l_1^{1/2} = \eta^{1/2}\zeta^{-1/2}m_2^{1/2}l_2^{1/2} =$$

$$\eta^{1/2}\zeta^{-1/2}q_2'' = 1{,}871 \cdot 10^{-19} e.m.$$

CGS-enheter

Siden q_2'' tilsvarer $\zeta q_2'$ ser vi at q_1'' tilsvarer q_1'. I EP systemet der $M = L^{-1} = T^{-1}$ blir såvel q_1' som q_1'' dimensjonsløse størrelser og der er ikke lenger noen forskjell mellom elektrostatiske og elektromagnetiske enheter. Ladningen i EP systemet angis ved et rent tall og er følgelig uavhengig av den grunnenhet man har valgt. Elektronets ladning i dette systen blir $\sqrt{1/137}$. Generelt gjelder $e'^2/\hbar c = 1/137$ hvor e' er elektronets ladning i et elektrostatisk system, det vil si et system hvor $\varepsilon_0 = 1$. Med $\hbar = c = 1$ får en da $e' = \sqrt{1/137}$.

I tabell I er ført opp enhetene i EP systemet for en rekke fysikalske størrelser. Til sammenligning er oppført de tilsvarende enheter i EN systemet og i CGS-systemet. Til bruk innenfor elementærpartikkelfysikk er 1 *ep* en velegnet for masse, energi og bevegelsesmengde. I virkeligheten brukes den jo nå som enhet for disse størrelser, men under betegnelsen 1 GeV. Som lengdeenhet, til utmåling av avstander i kjerne- og elementærpartikkelfysikken skulle 1 ep^{-1} tilsvarende $1.975 \cdot 10^{-14}$ *cm* være brukbar. Den avviker ikke så meget fra enheten 1 $fm = 10^{-13}$ *cm* som har vært foreslått innført til dette bruk. Som tidsenhet skulle 1 ep^{-1} tilsvarende $6{,}57 \cdot 10^{-25} s$ være like godt egnet som 1 *s*. Midlere levetider for nedbryting under svake vekselvirkninger er av størrelsesordenen $10^{-10} s$ eller $10^{14} ep^{-1}$(1 *s* tilsvarer $1{,}52 \cdot 10^{24} ep^{-1}$). Midlere levetider for nedbrytning under elektromagnetisk vekselvirkning er av størrelsesordenen $10^{-14} s$ eller $10^{10} ep^{-1}$ og for nedbrytning under sterke vekselvirkninger av størrelsesordenen $10^{-23} s$ eller $10\ ep^{-1}$.

I visse tilfeller har man også innenfor elementærpartikkelfysikken bruk for å måle makroskopiske størrelser. Dette gjelder f. eks. dersom en vil bestemme en ladet partikkels bevegelsesmengde ved å undersøke dens bevegelse i et magnetfelt. Dersom partikkelens bane ligger i et plan som står normalt på magnetfeltet gjelder ligningen:

$$p = QB\varrho$$

der Q er partikkelens ladning, B magnetfeltets induksjon og ϱ partikkelbanens krumningsradius. Alle størrelser må angis i samme målsystem. Siden B vanligvis angis i gauss som er enheten i det elektromagnetiske CGS-system vil vi anvende dette og beregne p for en partikkel som i et magnetfelt med $B = 10^4$ gauss $= 10^4 g^{1/2} cm^{-1/2} s^{-1}$ får en krumningsradius $\varrho = 200\ cm$. Partikkelen har samme ladning som elektronet slik at $Q = 1{,}602 \cdot 10^{-20}\ cm^{1/2}g^{1/2}$.

$$p = 1{,}602 \cdot 10^{-20} g^{1/2} cm^{1/2} \cdot 10^4 g^{1/2} cm^{-1/2}$$

$$s^{-1} \cdot 2 \cdot 10^2 cm = 3{,}204 \cdot 10^{-14} g\ cm\ s^{-1}.$$

For å angi p i GeV/c som er det vanlige setter vi

$$p = (3{,}204 \cdot 10^{-14} gcms^{-1} \cdot 2{,}998 \cdot 10^{10}$$

$$cms^{-1})/c = 9{,}612 \cdot 10^{-4}\ \frac{erg}{c}$$

$$\frac{9{,}612 \cdot 10^{-4}}{1{,}602 \cdot 10^{-3}}\ \frac{\text{GeV}}{c} = 6{,}00 \cdot 10^{-1}\ \frac{\text{GeV}}{c}$$

Bruker vi EP systemet er

$$\varrho = \frac{200}{1{,}975}\ 10^{14}\ ep^{-1} = 1{,}012 \cdot 10^{16}\ ep^{-1},$$

$$B = \frac{10^4}{1{,}44} 10^{-19}\, ep^2 = 6{,}94 \cdot 10^{-16}\, ep^2$$

og

$$Q = \sqrt{1/137} = 8{,}55 \cdot 10^{-2}\,.$$

det gir:

$$p = 8{,}55 \cdot 10^{-2} \cdot 6{,}94 \cdot 10^{-16} ep^2 \cdot 1{,}012 \cdot 10^{16} ep^{-1} = 6{,}00 \cdot 10^{-1} ep\,.$$

Vi ser at i CGS systemet har måltallene for ϱ og B «rimelige» verdier mens måltallene for Q og p er svært små. I EP systemet er måltallet for ϱ svært stort og for B svært lite mens måltallene for Q og p har «rimelige» verdier. Dersom det ble vanlig praksis å angi ϱ i ep^{-1} og B i ep^2 skulle EP systemet også her være like godt skikket til bruk som CGS-systemet. (I praksis brukes ingen av disse systemer, men en slags blanding av begge.)

Anderledes stiller det seg ved overgangen til makroskopiske system. Masseenheten 1 ep vil her være altfor liten og det samme vil gjelde lengde — og enda mer tidsenheten 1 ep^{-1}. Man kan selvfølgelig velge en annen masseenhet, f. eks. 1 g, men de tilsvarende lengde og tidsenheter vil da bli enda meget mindre. Til 1 g^{-1} vil svare henholdsvis $3{,}52 \cdot 10^{-38} cm$ og $1{,}172 \cdot 10^{-48} s$. Til vanlig bruk er derfor EP systemet helt uskikket. Dette er også rimelig siden måltallene for c og $\hbar$ i våre vanlige systemer er så vidt forskjellige fra 1.

Det er likevel ingen ting i veien for å bygge opp et system som er praktisk brukbart og som bare har en grunnenhet. For tre av de fire naturkonstanter ε_0, μ_0, c og $\hbar$ kan verdien fastsettes vilkårlig, mens den fjerde er gitt ved ligningen $\varepsilon_0 \mu_0 c^2 = 1$. Dersom vi nå bestemmer at alle disse konstanter skal være dimensjonsløse størrelser, vil vi få et system som dimensjonsmessig er bygget opp på samme måte som EP systemet. Velger vi videre 1 g som enhet for masse og setter $\mu_0 = 1$, $c = \zeta$ og $\hbar = \eta$ får vi et system der størrelsen av enhetene faller sammen med størrelsen av de elektromagnetiske CGS enheter. Som lengdeenhet vil 1 g^{-1} tilsvare 1 cm, som tidsenhet vil 1 g^{-1} tilsvare 1 s og som

Tabell I. Enheter i EP systemet for endel fysikalske størrelser. De tilsvarende verdier i EN systemet og i CGS-systemet er også angitt.

Fysikalsk størrelse	Enhet i EP syst.	Tilsv. enhet i EN systemet	Tilsvarende verdi i CGS-systemet
Masse	ep	m_1	$\gamma m_2 = 1{,}781 \cdot 10^{-24} g$.
Lengde	ep^{-1}	l_1	$\eta\zeta^{-1}\gamma^{-1} l_2 = 1{,}975 \cdot 10^{-14}\, cm$.
Tid	ep^{-1}	t_1	$\eta\zeta^{-2}\gamma^{-1} t_2 = 6{,}57 \cdot 10^{-25}\, s$.
Hastighet	ep^0	$l_1 t_1^{-1}$	$\zeta l_2 t_2^{-1} = 2{,}998 \cdot 10^{10}\, cm\, s^{-1}$.
Akselerasjon	ep	$l_1 t_1^{-2}$	$\eta^{-1}\zeta^3\gamma l_2 t_2^{-2} = 4{,}56 \cdot 10^{34}\, cm\, s^{-2}$.
Kraft	ep^2	$m_1 l_1 t_1^{-2}$	$\eta^{-1}\zeta^3\gamma^2 m_2 l_2 t_2^{-2} = 8{,}14 \cdot 10^{10}\, dyn$.
Bevegelsesmengde	ep	$m_1 l_1 t_1^{-1}$	$\zeta\gamma m_2 l_2 t_2^{-1} = 5{,}35 \cdot 10^{-14}\, g\, cm\, s^{-1}$.
Energi	ep	$m_1 l_1^2 t_1^{-2}$	$\zeta^2\gamma m_2 l_2^2 t_2^{-2} = 1{,}604 \cdot 10^{-3}\, erg$ (1 GeV)
Effekt	ep^2	$m_1 l_1^2 t_1^{-3}$	$\eta^{-1}\zeta^4\gamma^2 m_2 l_2^2 t_2^{-3} = 2{,}44 \cdot 10^{21}\, erg\, s^{-1}$ ($2{,}44 \cdot 10^{14}$ watt)
Impulsmoment	ep^0	$m_1 l_1^2 t_1^{-1}$	$\eta m_2 l_2^2 t_2^{-1} = 1{,}054 \cdot 10^{-27}\, erg\, s$.
Elektrisk ladning elektrost.	ep^0	$m_1^{1/2} l_1^{3/2} t^1{}_1^{-1}$	$\eta^{1/2}\zeta^{1/2} m_2^{1/2} l_2^{3/2} t_2^{-1} = 5{,}61 \cdot 10^{-9}\, ese$.
Elektrisk ladning elektrom.	ep^0	$m_1^{1/2} l_1^{1/2}$	$\eta^{1/2}\zeta^{-1/2} m_2^{1/2} l_2^{1/2} = 1{,}871 \cdot 10^{-19}\, eme$ ($5{,}61 \cdot 10^{-9}\, ese$)
Elektrisk strømstyrke	ep	$m_1^{1/2} l_1^{1/2} t_1^{-1}$	$\eta^{-1/2}\zeta^{3/2}\gamma m_2^{1/2} l_2^{1/2} t_2^{-1} = 2{,}86 \cdot 10^5\, eme$ ($2{,}86 \cdot 10^6$ A)
Elektrisk feltstyrke	ep^2	$m_1^{1/2} l_1^{-1/2} t_1^{-1}$	$\eta^{-3/2}\zeta^{5/2}\gamma^2 m_2^{1/2} l_2^{-1/2} t_2^{-1} = 1{,}44 \cdot 10^{19}\, ese$ ($4{,}32 \cdot 10^{22}$ V/m)
Elektrisk potensial	ep	$m_1^{1/2} l_1^{1/2} t_1^{-1}$	$\eta^{-1/2}\zeta^{3/2}\gamma m_2^{1/2} l_2^{1/2} t_2^{-1} = 2{,}86 \cdot 10^5\, ese$ ($8{,}58 \cdot 10^7$ V)
Magnetisk feltstyrke	ep^2	$m_1^{1/2} l_1^{-1/2} t_1^{-1}$	$\eta^{-3/2}\zeta^{5/2}\gamma^2 m_2^{1/2} l_2^{-1/2} t_2^{-1} = 1{,}44 \cdot 10^{19}\, eme$ (ørst.)
Magnetisk induksjon	ep^2	$m_1^{1/2} l_1^{-1/2} t_1^{-1}$	$\eta^{-3/2}\zeta^{5/2}\gamma^2 m_2^{1/2} l_2^{-1/2} t_2^{-1} = 1{,}44 \cdot 10^{19}\, eme$ (gauss)

$m_2 = 1\, g$, $l_2 = 1\, cm$, $t_2 = 1\, s$. $\gamma = 1{,}781 \cdot 10^{-24}$, $\zeta = 2{,}998 \cdot 10^{-10}$, $\eta = 1{,}054 \cdot 10^{-27}$. *ese:* elektrostatisk CGS-enhet, *eme:* elektromagnetisk CGS-enhet.

ladningsenhet vil 1 tilsvare 1 eme eller 10 coulomb. Skulle man først bygge opp et system på denne måten ville det vel imidlertid være mer naturlig å velge enkle tall for c og $\hbar$, f. eks. $c = 10^{10}$ og $\hbar = 10^{-27}$. ε_0 og μ_0 måtte så bestemmes slik at enhetene for elektriske og magentiske størrelser ble de best mulig skikket til praktisk bruk. (Eventuell bruk av rasjonaliserte enheter ville også få betydning her.)

Benevningene i et slikt system ville være enkle, bare forskjellige potenser av samme grunnenhet. Dette kunne by på fordeler, men har også den bakdel at det aldri ville være mulig på grunnlag av benevningen alene å avgjøre hvilken fysikalsk størrelse det var tale om. En mer vesentlig innvending er likevel det at det alltid har vist seg uheldig å bygge opp et målsystem med utgangspunkt i bestemte verdier av visse i seg selv vanskelig målbare naturkonstanter. I praksis vil de forskjellige enheter da alltid måtte knyttes til andre og lettere målbare størrelser, og så viser det seg etter noen år at med de enheter man nå er blitt enige om, har naturkonstantene likevel ikke de verdier som man hadde fastsatt. Dette er en innvending som også gjelder EP systemet, og det er kanskje den vesentligste årsak til at man aldri har prøvet å bygge det ut til et virkelig selvstendig målsystem.

Forfatteren vil få takke universitetslektor Otto Øgrim for verdifulle diskusjoner.

Bøker

Øgrim–Ormestad–Lunde: Rom — Stoff — Tid. Fysikk for gymnaset. Laboratorieøvinger. J. W. Cappelens Forlag, 1969.

I alt inneholder ringpermen forslag til 22 laboratorieøvinger. Noen av disse krever normalt en skoletime. Andre tar mere tid. Ringpermen er samtidig en arbeidsbok til innføring av kortfattede rapporter. Dette skulle jeg tro vil spare elevene for en del unødig arbeid, men det forhindrer jo ikke at elevene av og til kan pålegges en mer fullstendig rapportskrivning.

Øvingene virker vel gjennomtenkte, og utvalget er allsidig.

Det foreligger en stensilert liste over de firmaer som kan skaffe den nødvendige apparatur, og en liste med kommentarer til øvingene.

K. J. Knutsen.

Romforskning og romfart. Redaktør *E. Tandberg*, H. Aschehoug & Co., Oslo 1965. 149 sider. Heftet kr. 14,00. Innb. kr. 23,00.

Boken bygger på en forelesningsserie om romforskning ved Studentersamfundets Friundervisning, og har bidrag fra i alt ni norske vitenskapsmenn. Det blir gitt korte innføringer i solsystemet og planetene, himmelmekanikk, norsk romforskning, romsonder, romfartens medisinske problemer, de amerikanske måneprosjektene, rakettmotorer, satelitter i værvarslingens tjeneste og kommunikasjonssatellitter. Stort sett er stoffet behandlet på en grei og lettfattelig måte, og skulle kunne leses av alle uansett forkunnskaper. Utviklingen skjer jo så raskt at alt har ikke samme interesse i dag som i 1965, men mesteparten er fortsatt aktuelt. Så boken kan anbefales for dem som ønsker en elementær innføring i de foran nevnte emner.

Man støter relativt ofte på betegnelser som ikke er i overensstemmelse med Norsk Standard eller Forslag til Norsk Standard. Man har heller ikke vært konsekven ti bruk av benevninger. Jeg skal nøye meg med et eksempel. I kapitlet om kommunikasjonssatelitter er det brukt opp til tre forskjellige skrivemåter for en og samme avledede enhet (MHz, Mc/s, mc/s). Det er utilgivelig å forvirre leseren på denne måten!

Ideen med å la flere forskere skrive en bok sammen, er god. Men en våken redaktør burde resultatet kunne bli meget vellykket, og arbeidet for den enkelte forfatter burde bli overkommelig. Det var å håpe at norske fysikere oftere følte seg kallet til en slik jobb. Interessen hos den oppvoksende slekt for slike bøker, vet jeg er stor.

K. J. Knutsen.

A. N. Kamal: Problems in Particle Physics. McGraw-Hill Publishing Company Limited, London, 1966. 126 p. Pris kr. 50,—

Denne lille boken består av en samling problemer i elementærpartikkelfysikk med korte innføringer til hvert problem. Boken er beregnet som øvelsesbok for eksperimental- og teoristudenter som arbeider med teoretiske forelesninger i elementærpartikkelfysikk.

I de første tre kapitler diskuteres grunnbegrepene i paritet, ladningskonjugasjon og tids-inversjon. Så følger et kort kapittel om TCP med anvendelser. Det isobariske spinn og G-pariteten defineres og der gis en rekke problemer knyttet til systemers symmetriegenskaper og til faseromsberegninger og decayforhold.

Boken bør kunne gi studenten en betydelig øvelse i behandlingen av teorien og den kan anbefales for selvstudium eller øvingsseminar. Boken er skrevet på en slik måte at den også vil kunne tjene som en god oppslagsbok.

Haakon Olsen

C. P. Swanson: Den levende celle. Cappelens realbøker, J. W. Cappelens Forlag.

Det er i de senere år kommet en rekke små, billige bøker om cellen, og ved møte med en ny forfatter håper man gjerne som svenskene om Gustav II Adolf: Ille faciet. (Han skal gjøre det). Men kanskje det er umulig å skrive en *liten* bok som presenterer moderne cellebiologi. Swanson har prøvd en egen løsning på den måten at han ikke legger noen særlig vekt på fysiologi eller biokjemi. Han tar ikke med noen gjennomgåelse av fotosyntese eller respirasjon eller proteinsyntese, som man er blitt vant til å finne i disse bøkene. Da får han i stedet plass til en rekke almene refleksjoner som gjør boken både lett og interessant å lese: Om instrumenter, om cellers form og størrelse, om celledød og cellefornyelse.

Boken passer som en introduksjon for ikke-biologer, for lærere som studerte før kurser i cellebiologi ble et statussymbol ved biologiske institutter, eller for studenter som skal starte studiene og vil ha noe språklig og faglig lett.

Swanson er ikke spesielt interessert i ultrastruktur, og derfor går han litt vill blant enhets- og dobbeltmembraner, han ser ribosomer på et elektronbillede av $KMnO_4$-fiksert materiale, der alle elektronmikroskopikere vet at man ikke kan finne dem (Fig. 4–14). Han melder seg på som tilhenger av den gamle misoppfattelse at kloroplastene forøkes gjennom deling av proplastider. Han er lett misvisende om lysosomer og en del forsent ute når det gjelder tanker om vakuolenes dannelse. (Termen mitochondrium antar jeg får stå for oversetterens regning). Men dette er tross alt detaljer. Boken har en fin balanse mellom zoologiske og botaniske eksempler, og forfatteren er meget god når det gjelder å lage en slags popularisering av vanskelige ting. En god del plass er egnet celledeling, naturlig nok, da det er forfatterens spesialområde.

Barbro Gullvåg.

Intermolecular Forces, Discussion of the Faraday Society No. 40, 1965 (Butterworth & Co., Ltd., London 1966). 291 s, pris 80 sh.

Kunnskap om intermolekylære krefter kan erverves på mange vis: (i) Rent teoretisk kan de beregnes ved å løse Schrödingerlikningen for to, tre, ... molekyler. Den langtrekkende del av parpotensialet er minst vanskelig å få tak i, men p. g. a. det store regnearbeid er hele potensialforløpet bare godt kjent for vekselvirkningen mellom to heliumatomer. (ii) Molekylkreftene bestemmer spredningen av molekylstråler, og en invertering av spredningsdata er en følsom metode til å fastlegge potensialet. (iii) Videre kan potensialet deduseres fra makroskopiske stoffegenskaper, som faste stoffers struktur, fluide systemers tilstandslikninger og transportkoeffisienter.

Den foreliggende bok er en konferanserapport med 23 foredrag og fyldige diskusjonsreferater. Den inneholder siste nytt på ovennevnte og andre felter der molekylkreftene er viktige, og var nok en nødvendig og nyttig bok for eksperter. For fysikere som sogner til andre felter er spesielt Longuet-Higgins innledende oversiktsartikkel leseverdig. Men for disse lesere anbefales heller den eneste eksisterende innføringsbok i emnet: Margenau og Kestner: «Theory of Intermolecular Forces», ny av året.

P. C. Hemmer.

John C. Slater: Quantum Theory of Matter. Second edition. Mc Graw-Hill Book Company. New York–St. Louis–San Francisco–Toronto–London–Sydney. 763 sider. Pris 140 s.

Da den første utgaven av dette verk kom ut i 1951, var det etter mange års forberedelser. Allerede i 1933 hadde nemlig Slater liggende ferdig en innholdsfortegnelse for en bok der han i tillegg til en teoretisk framstilling av kvantemekanikkens prinsipper skulle legge særlig vekt på studiet av teoriens anvendelse på atomære og molekylære problemer, og på problemer fra de faste stoffers fysikk. Men andre gjøremål kom i veien, bl. a. forfatterskapet av flere andre lærebøker i fysikk, som f. eks. «Introduction to Theoretical Physics» sammen med N. H. Frank. I den sistnevnte bok ble også de samme emner behandlet, men ikke i den utstrekning som Slater gjerne hadde sett det gjort. Først i 1951 kom så den første utgaven av nærværende lærebok, en bok på ca. 500 sider. Formålet med denne var det samme som i 1933, at den skulle tjene som lærebok i et ett-semesters kurs i kvanteteori.

I årene etter 1951 har vi hatt en rivende utvikling innen alle de tre områdene denne boken skulle dekke, ikke minst innen fast-stoff-fysikken. Dette skyldes i høy grad bruken av de elektroniske regnemaskinene. Slater forsøkte på sin side å følge med i utviklingen ved å utgi flere store verk med detaljerte behandlinger av disse emner. Vi må nevne hans «Quantum Theory og Atomic Structure», i to bind, og «Quantum Theory of Molecules and Solids», i tre bind. Men Slater var fremdeles ikke fornøyd. Hans første utgave av «Quantum Theory of Matter» ble etter hvert nokså umoderne etter hans egen mening, og han foretok til slutt en fullstendig omarbeiding av denne. Det er de samme tre områdene som blir behandlet her som i første utgave, nemlig atomfysikken, molekylfysikken og de faste stoffers fysikk. Men stoffmengden er blitt utvidet betraktelig. Det var nå meningen at boken skulle dekke et helt års arbeid for studenten. Dette året skulle alle videregående studenter i fysikk ved universitetet i Florida samles i et felleskurs i kvanteteori, for så etterpå å spesialisere seg i de enkelte grener av fysikken.

Denne boken av Slater er som alle hans andre bøker meget fyldig og lettlest. Av flere mulige og ellers likeverdige framstillinger av en teori forsøker han alltid å velge den som er den matematisk enkleste. Dette er et arbeidsprinsipp som Slater har fulgt i alle sine bøker. Sakens fysiske innhold får ikke lov å drukne i det matematiske apparat.

Boken er forsynt med 130 figurer, og til hvert av de 33 kapitlene er det føyd til passende oppgaver.

J. Midtdal.

L. Spitzer, Jr.: Diffuse Matter in Space. Interscience Tracts on Physics and Astronomy No. 28. John Wiley & Sons Inc. New York, London, Sydney, Toronto, 1969. 262 sider. Pris 108 s.

I de siste 25 årene har man i voksende grad klart å observere den tynne gassen mellom stjernene. Radioemisjonen på 21 cm. bølgelengde fra kosmiske ansamlinger av nøytrale vannstoffatomer har lenge vært studert. Senere har man oppdaget mange nye radio-

linjer fra bundne elektronoverganger i nøytrale atomer og molekyler. Disse har gitt bedrede muligheter for studium av den interstellare gassen.

Det interstellare medium er fødeplassen for nye stjerner, som gjerne dannes i hoper. Gamle stjerner som undergår en supernova-eksplosjon sender materie tilbake igjen delvis i form av tyngre elementer. Mediet må derfor nødvendigvis påkalle astronomenes interesse.

I Spitzers bok får man en god innføring i de interessante fysiske problemer man støter på under studiet av den interstellare materie. Ofte står man her overfor enorme avvik fra termodynamisk likevekt, og man har meget kompliserte vekselvirkninger mellom energetiske joner, kjølig gass og magnetiske felt.

Den første del av boken gir den nødvendige bakgrunn for siste del som er av mer teoretisk natur og omfatter vekselvirkninger mellom interstellare partikler, den interstellare gass' dynamikk og dannelsen av stjerner.

Lettlest er ikke boken. Den krever gode forkunnskaper i fysikk og astronomi. Til gjengjeld gir den en avansert og god oversikt over et meget aktuelt forskningsfelt. Den er av interesse både for fysikere og og astronomer.

Øystein Elgarøy.

Morten Scharff: Elementary Quantum Mechanics. Johs Wiley & Sons Ltd. London (1969). Pris 42 sh. 213 sider, mykt omslag.

Morten Scharff, som døde i 1961 bare 34 år gammel, gav et kurs i elementær kvantemekanikk ved Niels Bohr Instituttet. Forelesningsnotatene ble publisert på dansk som lærebok i 1963 og de er nå oversatt til engelsk.

Det fins et meget stort antall lærebøker i elementær kvantemekanikk, og denne boken skiller seg lite fra de mer konservative i genren. Disse bøkene var tilpasset et system der studentene først møtte kvantemekanikken etter at de hadde fått et solid grunnlag i klassisk fysikk og matematikk. I det moderne opplegg benyttes lærebøker som er mer kvalitative og krever lite matematikk.

Boken er liten og emneutvalget er naturlig nok ikke stort. Spredning og relativitetsteori har f. eks. ikke fått plass. Fremstillingen er klar og lettlest. Deler av teorien henger riktignok litt i luften siden de ikke knyttes til noen anvendelser. I det hele tatt har boken liten kontakt med eksperimenter. Dessuten synes jeg også verdien som lærebok reduseres når sentrale bevis utelates med henvisning til andre lærebøker.

Konklusjon: En bok som nok kan være et nyttig hjelpemiddel i spesielle tilfeller men neppe noen fullgod lærebok i elementær kvantemekanikk i et moderne fysisk opplegg.

Kjell Mork.

Klaus Ziock: Basic Quantum Mechanics. John Wiley & Sons, Inc., London, 1969. 271 sider. Pris 88 s.

Det synes etter hvert å bli nokså vanlig at universitetslærere som gir en brukbar forelesningsserie i ett eller annet emne, renskriver sin notater og utgir dem i bokform. Den foreliggende boken er også blitt til på denne måte, og den forsvarer for så vidt sin plass i den lange rekke av lærebøker i kvantemekanikk. Dog kan jeg ikke se noen spesiell grunn til at nettopp disse forelesningene skulle utkomme i bokform, idet hverken emnevalget eller fremstillingen gjør at denne boken kan sies å fylle noe tidligere udekket behov. Hva emnevalget angår, blir det lagt større vekt på hyperfinstruktur enn det ellers er vanlig i lærebøker på dette nivå, men ellers er stoffet stort sett det vanlige.

Boken er meget velskrevet og lettlest, men den vil sannsynligvis ikke bli meget brukt som lærebok. I de senere år er det jo blitt vanlig at en del kvantemekanikk behandles i universitetenes og høgskolenes generelle elementærkurser i fysikk, og denne boken blir lett for vanskelig til å kunne brukes i en slik sammenheng. Til gjengjeld inneholder den da for mye elementært stoff til å kunne benyttes i et videregående kurs i kvantemekanikk.

Arne Reitan.

Proceedings of the Fourteenth Conference on Physics at the University of Brussels October 1967. Fundamental Problems in Elementary Particle Physics. Interscience Publishers London (1968), pris 100 sh. 250 sider.

Denne boken inneholder foredrag og diskusjonsinnlegg ved den fjortende Solvay konferanse. Mange av de til da siste resultater og ideer i elementærpartikkelfysikken blir fremlagt og diskutert av noen av de mest aktive og best informerte fysikere. Dürr snakker om anvendelse av Goldstone teoremet, Haag om matematiske aspekter ved kvantefeltteorien, Källén om forskjellige veier til feltteorien, Chew om S-matrisen og Regge-poler, Sudarshan om indefinite metric, Heisenberg om sin ikke-lineære spinerteori, Tavkhelidze om enkle dynamiske modeller for sammensatte partikler, og Prigogine om dissipative prosesser. Til slutt har Hofstadter en artikkel om nyere eksperimentelt arbeide ved Stanford. Et innlegg av Gell-Mann er ikke trykket, men diskusjonen er med.

Boken gir en utmerket oversikt over elementærparikkelfysikken pr. oktober 1967. Den er imidlertid skrevet av spesialister for spesialister, og kan nok bare leses med utbytte av dem som allerede er velinformert i emnet. Bokens største svakhet er at den først ble publisert 18/12–1968. Utviklingstempoet i denne gren av fysikken er så stort at deler av boken allerede da var foreldet.

Kjell Mork.

A. M. Freudenthal: «Introduction to the Machanics of Solids». John Wiley & Sons, Inc. New York 1966. 492 sider. Pris 113/— sh.

Denne innføringen i faste stoffers mekanikk er tenkt som en erstatning for de tradisjonelle lærebøker i fasthetslære (som f. eks. Timoshenko: «Strength of Materials»), og er beregnet som lærebok i et elementært to-semester kurs for ingeniør- og fysikkstudenter.

Mens fasthetslæren tidligere kun behandlet den elementære teori for elastiske staver, bjelker og rammer, er det her tatt med:

— Generell tre-dimensjonal deformasjons- og spenningsanalyse (ca. 140 sider).
— Konstitutive ligninger. Elastisitet (isotrop og anisotrop), plastisitet og viskoelastisitet (ca. 70 sider).
— Spenninger, deformasjoner og stabilitet av elastiske plastiske og viskoelastiske staver, bjelker og rammer. Membranspenninger i enkle skall. (ca. 220 sider).

En slik disponering av emnevalg er i tråd med den moderne utvikling av faste stoffers mekanikk. Spesielt positivt er det tydelige skille mellom kinematikk, kinetikk og konstitutive relasjoner, noe som har vært en stor mangel ved de tradisjonelle lærebøker.

Behandlingen av bjelker, staver, rammer og skall er meget god. Der er en fin avveining mellom matematikk og fysikk, og de gjennomregnede eksemplene er illustrerende og lærerike.

Når det gjelder den generelle teori, dvs. de to hundre første sidene av boken så har en et par alvorlige innvendinger. For det første er den blitt altfor detaljert og omfangsrik; de fundamentale begreper og prinsipper er ikke kommet klart nok frem. En strammere og mer elegant redigering vil kunne redusere sidetallet betraktelig. Slik det nu er vil det ta knekken på enhver student.

For det andre er deformasjons- og spenningsanalysen mer avansert enn siste del av boken, slik at en ikke får anvendt teoriene i tilstrekkelig grad. En del av den generelle teori blir dermed hengende i løse luften, noe som pedagogisk ikke er særlig heldig. Trykk, figurer og innbinding er av beste kvalitet.

Selv om boken ikke direkte kan anbefales som lærebok ved f. eks. NTH, så er det en moderne bok med mange gode detaljer, og den bør absolutt være en rettesnor ved fremtidige opplegg av kurs i faste stoffers mekanikk.

Sigurd Støren.

Otto Lindemark: Medisiner før og nå. Cappelens realbøker. 133 sider. Kr. 12,50.

Lindemark gir en oversikt over medisinernes utvikling historisk — et nokså fantastisk emne. Han starter med gamle tiders overtro, da man virkelig spiste pulverisert mumie, i hvert fall trodde man, spiste knust enhjørningshorn og håpefullt drakk livselixir i stil med St. Germainte. Han slutter så med et kapitel om legemiddel for psykiske forstyrrelser, bl. a. tranquillisers — den moderne tids overtro, som han som apoteker ikke sier noe vondt om.

Oversikten over gamle biologiske legemidler viser at de fleste er blitt detronisert (en morsom unntakelse er levertran). Senere under denne historiske utflukten møter vi Scheele og drogekjemien fra 1700-tallet, mens 1800-tallet virker å være en tid av synteser: salisylsyre, fenacetin og i dets elevte time acetylsalisylsyre som først ble kassert, fordi sjefen for forskningslaboratoriet mente at et stoffs verdi som legemiddel anhang av dets elektriske ledningsevne, noe som acetylsalisylsyre ikke hadde. Boken inneholder naturligvis en mengde slike kuriosa. På den annen side inneholder den en del nokså elementært stoff f. eks. om serum og vaksine og hvordan de er blitt fortrengt av antibiotika eller om vitaminer, hormoner og enzymer. En del interessante avsnitt kan derimot virke unødig kortfattede. En leser som ikke tidligere har skjønt hvordan det autonome nervesystem under påvirkning av adrenalin i en faresituasjon setter kroppen i forsvarsberedskap gjennom å virke inn på en rekke forskjellige organer og hvordan det reguleres av andre stoffer i hvile, forstår det kanskje ikke nå heller. Det kunne også vært spennende å få lære mer om syntetiske legemidler. I det kapitlet finnes f. eks. en fin fremstilling av antihistaminer.

B. Gullvåg.

Arthur Beiser: Perspectives of Modern Physisc. McGraw-Hill Comp. Ltd. New York (1969), pris £ 5.17. 611 sider.

Forfatterens intensjon er å forklare de grunnleggende egenskaper til atomer, molekyler, faste stoffer og atomkjerner. Teorien utvikles bare så langt og så fullstendig som det ut fra denne målsetting er nødvendig. Boken inneholder hovedsakelig elementær kvantemekanikk og går lengst i anvendelse på molekylstruktur og spektra. Den har en god del faste stoffers fysikk og kjernefysikk. Dessuten har den fyldige kapitler om spesiell relativitetsteori, statistisk mekanikk og elementærpartikler.

Boken synes stort sett å passe godt som lærebok i et moderne fysikkopplegg, selv om det naturligvis er noen som ville foretrekke andre måter til introduksjon av f. eks. relativitetsteorien og kvantemekanikken. Det matematiske apparat er enkelt, og det er positivt at formlene blir skikkelig utledet. Oftest blir mellomregningene gjennomført i detalj, både for algebraiske og numeriske resultater. Det fins en mengde eksempler, problemer og illustrasjoner, og boken er meget generøst trykket med hensyn til plass, noe som gjør den lett å lese, men tung å bære.

Kjell Mork.

Stellan Ljungberg: Hvordan legemidlene virker. Cappelens realbøker. 152 sider. Kr. 15,50.

En naturforsker kan bli forbauset over i hvilken grad medisinsk terapi bygger på empiri uten teori. Man møter en slags prøve- og feilemetode, som er nokså fremmed for naturvitenskap. For anmelderen som arbeider med celleforskning virker det svært viktig å få vite mer om hvordan legemidlene griper inn i cellenes biokjemiske mønster og å få medisinsk terapi og celleforskning til å møtes mer enn de ellers ofte gjør. De kunnskaper vi har om kreftsykdommer peker vel i samme retning.

Ljungbergs bok gir forståelse for de problemer en farmakolog står overfor, og det blir tydelig at han har mer å bekymre seg for enn virkningen i cellen. Legemidlene skal transporteres såvel innen kroppen som innen cellen. Hvordan får man legemidler til å virke spesifikt på det sted hvor man vil at de skal virke? Hva med dosering? Hvordan doserer man til barn i forskjellige aldrer? Et dyr trenger å spise mer i forhold til sin vekt jo mindre det er. Man kan altså ikke dosere etter vekt eller alder. Volum er et sikrere utgangspunkt. Hvordan borttransporteres så disse fremmede emnene fra kroppen?

Ljungberg forteller videre om sammenhengen mellom kjemisk konfigurasjon og virking i kroppen. Stoffer som er kjemisk sett nesten identiske kan ha diametralt motsatt virkning. Han nevner aktuelle hallusinogener

som LSD og forteller noe om talidomid og determinering. (Med determinering mener man den prosessen som gjør f. eks. at en arm utvikles på et visst sted, vokser til en viss lengde osv.) Han forteller om hvordan man studerer legemidlenes effekt fysiologisk f. eks. med radioaktive isotoper eller autoradiografi.

En farmakolog må altså ha kunnskaper på nokså vidt forskjellige felter. En populærvitenskapelig fremstilling kan da lett virke summarisk.

B. Gullvåg.

James, D. Watson: Dobbeltspiralen. Cappelen. 179 sider.

Når nobelpristageren Watson skriver en bok som man snakker om og humrer over i rekkevis av laboratorier verden rundt, så skyldes det naturligvis at svært mange er opptatt av DNA (den nukleinsyre som danner genene). Men det skyldes sikkert også en annen ting: Watson kan ganske enkelt skrive. Boken har form som en slags selvbiografisk roman med passende porsjoner naturvitenskap innstukket her og der. Og fra begynnelsen der han dumper oss ned ved foten av en isbre ved Obergabelhorn og til den siste side, som er et ettermæle over Rosalind Franklin — den av de innblannede forskerne rundt DNA som ikke fikk noen utmerkelse og som døde — er det en god bok. Som det er vanlig blant gode skribenter er Watson hensynsløs mot de personer han bruker. Og når så disse er meget kjente og nå aktive forskere er det naturlig at boken vekker oppsikt. Sir Lawrence Bragg — nobelpristager og grunnlegger av krystallografien — har med britisk fair play skrevet et forord, selv om han som Cavendish-laboratoriets leder ved tiden for disse begivenhetene ikke blir spart mer enn noen annen.

Watsons egen utgangsposisjon er at han som ren biolog sporer inn på DNA via virus. Han kommer til Europa for å lære biokjemi og arbeide med bakteriofager (virus som infiserer bakterier) i København — det senere karakteriserer han selv som morsomt på en slags annenklasses måte. Men han er hele tiden opptatt av DNA og skjønner at for å komme noen vei med problemet om dette molekylets struktur må han lære å tyde røntgendiffraksjonsbilder, dvs. han må dra til Cambridge. Der møter han Crick, og fra da av er Watson, Crick og DNA en fastlagt kombinasjon. Crick kan matematikk og fysikk og flommer over av idéer. Han er en eldre mann på 35, mot Watsons 25. Han har problemer med sitt doktorarbeide og har i følge Sir Lawrence Bragg (i følge Watson) greid å snakke uavbrutt i de siste 35 år uten å få sagt noe av verdi.

Ved King's College i London arbeider Maurice Wilkins og Rosalind Franklin med røntgendiffraksjon av DNA, og i California bygger Linus Pauling modeller av store molekyker, og man venter at han når som helst skal klarlegge DNA-molekylets struktur. Watson og Crick vil også bygge modeller, men de støtter seg på den viten de får gjennom glimt av røntgenbildene fra King's College. Bildene viser en krystallografisk gjentakelse for hver 34 Å, hvilket taler for en spiral. Watson hevder at to er et biologisk tall og at det er naturlig å tro på to spiraler, ettersom man søker en form som forklarer replikasjonsprosessen. En enkeltkjede skal kunne virke som støpeform for en annen. Når Watson finner at baseparene adenin-thymin og guanin-cytosin (som begge er holdt sammen av hydrogenbindninger) har samme form og alltid er koplet sammen på denne måten og ikke etter et likt-likt prinsipp, blir det et spørsmål om timer før modellen er klar: En høyresnodd spiral med to kjeder. Det er to ryggrader av sukker/fosfat som snor seg rundt hverandre på molekylets ytterside mens basene i de to kombinasjoner angitt ovenfor holder spiralene sammen. Det blir som Watson sier, en vindeltrapp, der baseparene danner trappetrinn. Denne modellen for DNA (B-formen) ble publisert av Watson og Crick i *Nature*.

Men så gjenstår et slags moralsk problem som vel Watson deler med så mange andre forskere: Er det riktig at dette publiseres som mine idéer, mine resultat? På en forfatterteknisk meget fin måte antyder han problemet på bokens første side: Han er høyt oppe i fjellet på vei oppover og møter noen klatrere som drar nedover. En av dem kjenner han fort igjen. Det er en av forskerne rundt Wilkins og DNA. Watson venter at denne mannen fra Wilkins laboratorium skal stoppe og slå av en prat, når de møtes, men den andre bare hilser kort og går videre nedover. Dette er i 1955 — et par år etter at Watson og Crick publiserte sin analyse av dobbeltspiralen.

B. Gullvåg.

Albert Einstein: Relativitetsteorien. 128 sider. 1968. Utgitt for første gang på norsk i Gyldendals Fakkelserie. Oversatt av Brynjulf Valum. Første utgave på tysk 1916. Originalens titel: Relativitätstheorie. Ca. kr. 13,00.

Til tross for denne boks beskjedne omfang presenterer Einstein her hovedtankene i såvel den spesielle som den generelle relativitetsteori på en systematisk og grundig måte. Fremstillingen er beregnet på lesere som interesserer seg for temaet ut fra et almenviteskapelig, filosofisk standpunkt, men uten å beherske den teoretiske fysikks matematiske apparat. De vesentlige ideer er i det store og hele formidlet i samme rekkefølge og i de forbindelser som de faktisk oppstod i. Vanskeligheter som ligger i selve sakens natur er ikke forbigått. Men, som forfatteren selv sier i forordet, har han funnet det nødvendig å gjenta seg selv fra tid til annen, uten å ta det ringeste hensyn til stilistiske krav. Eleganse er, sier han, en sak man skal overlate til skredderen og skomakeren.

I første halvdel av boken behandles den spesielle relativitetsteori. Det gjøres klart rede for hvordan denne teori fremkommer som en nødvendig generalisering av den klassiske mekanikk. Einstein berører også kort teoriens generelle konsekvenser og spørsmålet om dens eksperimentelle bekreftelse.

I bokens annen halvdel behandles så den generelle relativitetsteori, idet utgangspunktet er likheten mellom den tunge og trege masse. Igjen får leseren forståelsen av at vi her står overfor en ny generalisering som medfører en ytterligere revisjon av rom-tid begrepet. Ved hjelp av sinnrikt konstruerte eksempler illustreres den ikke-euklidiske karakter av tidsrommets geometri. Begrepet stivt legeme har ikke lenger noen mening i forbindelse med rom hvor det eksisterer gravitasjonsfelter. Man må derfor her operere med ikke-stive referanselegemer med tilhørende klokker som har en mer eller mindre ujevn gang i forhold til hverandre. Forfatteren formulerer det generelle relativitetsprinsipp og antyder hvordan man på grunnlag herav kommer frem til en generell teori for gravitasjonen. Dette er kronen på verket. Tilslutt omtales kort visse av teoriens kosmologiske konsekvenser.

Bakerst i boken finner man et tillegg som består av en rekke forskjellige avsnitt med utfyllende kommentarer. For eksempel finner man her en enkel og elegant utledning av Lorentztransformasjonen. Et avsnitt om relativitet og romproblem gir synspunkter av stor almenvitenskapelig interesse.

S. Skavlem.

Handbuch der Physik, Band XXIX, Optische Instrumente. Springer Verlag, Berlin–Heidelberg–New York 1967.

Karstein Dybvik ga i Fra Fysikkens Verden nr. 3 1968, i en anmeldelse av bind 25-2a Licht und Materie Ia, en grei oversikt over hva dette 70 bind sterke verket står for. La meg derfor straks gå løs på de 861 sidene i bind 29 om optiske instrumenter. Bindet inneholder ialt ni artikler av svært varierende lengde og omfang, ikke altid er det samsvar mellom kvalitet og kvantitet.

Den første artikkelen av Dr. Welford i London starter med en kort oversikt over hvilke approksimaloner den geometriske optikk representerer og følger deretter opp med en tradisjonell beskrivelse av linsefeil i optiske instrumenter.

Professoren uten plikter, André Maréchal i Paris, angir i den neste artikkelen sammen med sine medarbeidere en minimaliseringsmetode for linsefeilberegninger som lar seg utføre på regnemaskin. Artikkelen er fra 1961.

Helmuth Marx fra Mainz gir, i likhet med sin navnebror Karl, en tung fremstilling, av geometrisk optiske bildefeil, som ikke er leseverdig for andre enn fabrikanter av optiske systemer.

Til gjengjeld gir prof. Franke, som også arbeider for Leitz, en enkel beskrivelse av fotografiske objektiver. Artikkelen er den eneste uten litteraturreferanser.

Dr. Neumann gir deretter en kort oversikt over reflekterende prismer, med greie figurer.

De neste to artiklene inneholder fyldige og fine fremstillinger om den astronomiske kikkerten og om mikroskopet, av henholdsvis Dr. Bahner og Dr. Claussen. Begge artiklene er oversiktlige og greie og med gode litteraturhenvisninger selv om det etterhvert blir vel mye teknikk, men det skyldes vel ikke bare forfatterne. Dr. Claussen, som i mange år har vært deltidsforeleser ved Universitetet i Marburg burde vel ha fått med noe mer teoretisk stoff om fasekontrasmikroskopet o. a. fra det vitenskapelige miljøet der.

Verkets lengste artikkel er av amerikaneren George W. Stroke og er en bred fremstilling om bøyningsgittere som inneholder vesentlige deler av den fysikalske optikken. Det er vel et spørsmål om emnet i dag er så viktig at det bør legge beslag på 40 % av stoffet i en allerede tjukk bok. Fremstillingen er up to date på flere områder, med fyldige litteraturhenvisninger, selv om man selvfølgelig også vil savne enkelte ting f. eks. Emil Wolf's interessante diskusjoner om bøyning som elektromagnetisk grenseverdiproblem. Artikkelen inneholder også meget om fremstilling og testing av gittere, dette er jo en typisk anvendt oppslagsbok.

I den siste artikkelen gir prof. Schultz en oversikt over optiske målemetoder, hvor han bl. a. sier: «Apparaturen er ufullkommen, men mennesket er dessuten upålitelig». Det kan vel en anmelder også bli etter å ha bladet seg igjennom ei tjukk og kompakt bok, alt er ikke regelrett sengelektyre.

Egil Spangen.

Bruce W. Shore and Donald H. Menzel: Principles of Atomic Spectra. John Wiley and Sons, Inc. New York–London–Sydney 1968. 538 sider. Pris 178 s.

Forfatterne har hatt to hovedformål med denne boken, for det første å gi en teoretisk interpretasjon av atomspektrene, og for det andre å vise hvordan man beregner energinivåer og overgangssannsynligheter.

Teksten faller i tre hoveddeler. Kapittel 1 og 2 tar for seg de grunnleggende observasjoner angående de atomære spektra — det empiriske grunnlag for kvanteteorien — og setter på dette grunnlag opp vektormodellen for et atomært system.

Den andre del som består av kapitlene 3–6, tar for seg det teoretiske grunnlag for kvanteteorien. Diracs formalisme blir innført og brukt. Videre blir også Racah-algebraen innført og brukt ved kobling av angulære moment.

I den tredje del, kapitlene 7–11, blir den heuristisk oppsatte atommodell fra første del studert nærmere ved hjelp av den matematiske formalisme utviklet i andre del. De forskjellige koblingsskjemaene man vanligvis bruker ved behandlingen av flerelektronsystemer, blir diskutert ganske inngående. Forfatterne legger spesiell vekt på å vise eksplisitt hvordan matriseelementene til de forskjellige operatorene blir beregnet.

Boken gir som nevnt en innføring i grunnprinsippene for den atomære struktur, og det uten å forutsette noen spesielle forkunnskaper i kvantemekanikk. Men likevel kommer forfatterne ganske langt på dette spesielle felt. Det omhandlede stoff strekker seg således fra en mere elementær innføring. som den man får på våre universiteter og høgskoler i et førstekurs i kvantemekanikk, og til noe mere avansert behandling av atomære problemer, som beregning av Clebsch-Gordon-koeffisienter og Racah-koeffisienter, kobling av tensoroperatorer, bruk av «parentage»- og «fractional parentage»-koeffisienter osv. Til slutt vil vi spesielt nevne den meget innholdsrike referanseliste, tilsammen på ca. 20 sider, med henvisninger til bøker og til artikler i fagtidsskrifter som den interesserte leser kan studere videre. Henvisningene er knyttet til de enkelte avsnitt i boken.

Vi kan nok si at denne boken på en tilfredsstillende måte fyller ut det tomrom som vel eksisterer mellom våre førstekurs i kvantemekanikk og et videre spesialstudium, la oss si, av det klassiske verk av Condon and Shortley: The Theory of Atomic Spectra. Men vi må også i den sammenheng få legge til at vi synes dette utfyllende stoffet her kan bli noe dyrekjøpt siden man samtidig får så mye kjent stoff med på kjøpet.

Papir, trykk og innbinding er av vanlig god kvalitet.

J. Midtdal.

R. L. Cool and R. E. Marshak: (Editors) Advances in Particle Physics. Interscience Publishes Vol 1 (1968). Pris 180 s, 497 sider. Vol 2 (1969) Pris 235 s, 734 sider.

Disse to bøkene representerer de første bind av en serie som har til hensikt å bringe fyldige artikler om utvalgte emner innen høyenergifysikk. Artiklene er beregnet på videregående studenter og aktive forskere og tar sikte på en grundig og relativt fullstendig fremstilling hvor også mer tekniske detaljer kan finne plass.

Som oversiktsartikler vil de derfor være et verdifullt supplement til summariske konferansereferater og referater fra sommerskoler hvor stoffvalget mer er diktert av pedagogiske hensyn.

Presentasjonen er altså i form av bøker, og innbinding, trykk og figurer er av god kvalitet. Bortsett fra høy pris har dette i foreliggende tilfelle dessverre ført til at bøkenes innhold delvis er foreldet før de kommer på markedet. De fleste artikler dekker litteratur publisert inntil ca. to år før utgivelsen, for 2 teoretiske artikler i bind 1 er gapet 3 år. Det fremgår av en fotnote at dette ikke er forfatterens skyld. Utgiveren bør for fremtiden sørge for at tidsrommet fra ferdig manuskript foreligger til bøkene er ferdige blir redusert med minst en faktor 2, ellers faller litt av vitsen med foretagendet bort.

Artiklene som foreligger synes å være av jevnt god kvalitet.

Bind 1 starter med en diskusjon av Ledermann og Tannenbaum om spredning av høyenergetiske μ-partikler. De forskjellige typer laboratorieeksperimenter blir beskrevet.

K. L. Brown diskuterer hvordan partikkelstråler kan ledes og analyseres («beam transpot» og spektrometre). To teoretiske artikler av D'Espagnat og Sakita omhandler symmetrien av svake vekselvirkninger og høyere symmetrier for hadroner.

De siste 200 sider av bindet er viet leptoniske disintegrasjoner med vekt på presentasjon av eksperimentelle data og den fenomenologiske struktur av vekselvirkningene. Forfattere er W. Willis og I. Thompson.

Første halvpart av bind 2 er viet resonansenes fysikk med en bred presentasjon av data og analysemetoder. Det som er nytt siden Heidelbergkonferansen er ikke kommet med. Goldhaber og Goldhaber behandler bosoner og Angela Barbaro-Galtieri baryoner.

I resten av bind 2 finner vi 3 teoretiske artikler som omhandler algebraiske metoder anvendt på «svake» disintegrasjoner, ikkeleptoniske svake vekselvirkninger og symmetribrudd som konsekvens av Goldstone-teoremet.

Teoretiske betraktninger har ofte en enda mer kortidig relevans enn eksperimentelle «homper og domper» og vi får håpe på raskere kommunikasjon heretter.

Denne serien dekker utvilsomt et behov og bør være tilgjengelig for alle som sysler med partikkelfysikk.

Jørgen Løvseth.

V. Šimák: High Energy Physics. Iliffe Books Ltd, London 1969. Pris 18 s. 193 sider.

I forordet sier forfatteren selv om sin bok: «It is not a text-book in which the various thoughts are displayed in a strict logical succession and where all the nececessary mathematics should be carefully derived.» Dette har dessverre lyktes han litt for godt. Selv om boken i dobbel forstand har sine gode sider, så inneholder den etter min mening så mye uforklart matematisk formalisme og så mange misforståelser og/eller trykkfel at jeg ikke vil anbefale den for noen.

I følge omslaget vender boken seg til fysikere eller matematikere som søker en orientering i høyenergifysikk. Det mangler kanskje en god bok for dette formål, men en overfladisk lesning av f. eks. Källens bok må være å foretrekke fremfor den trykksak vi diskuterer.

Jørgen Løvseth.

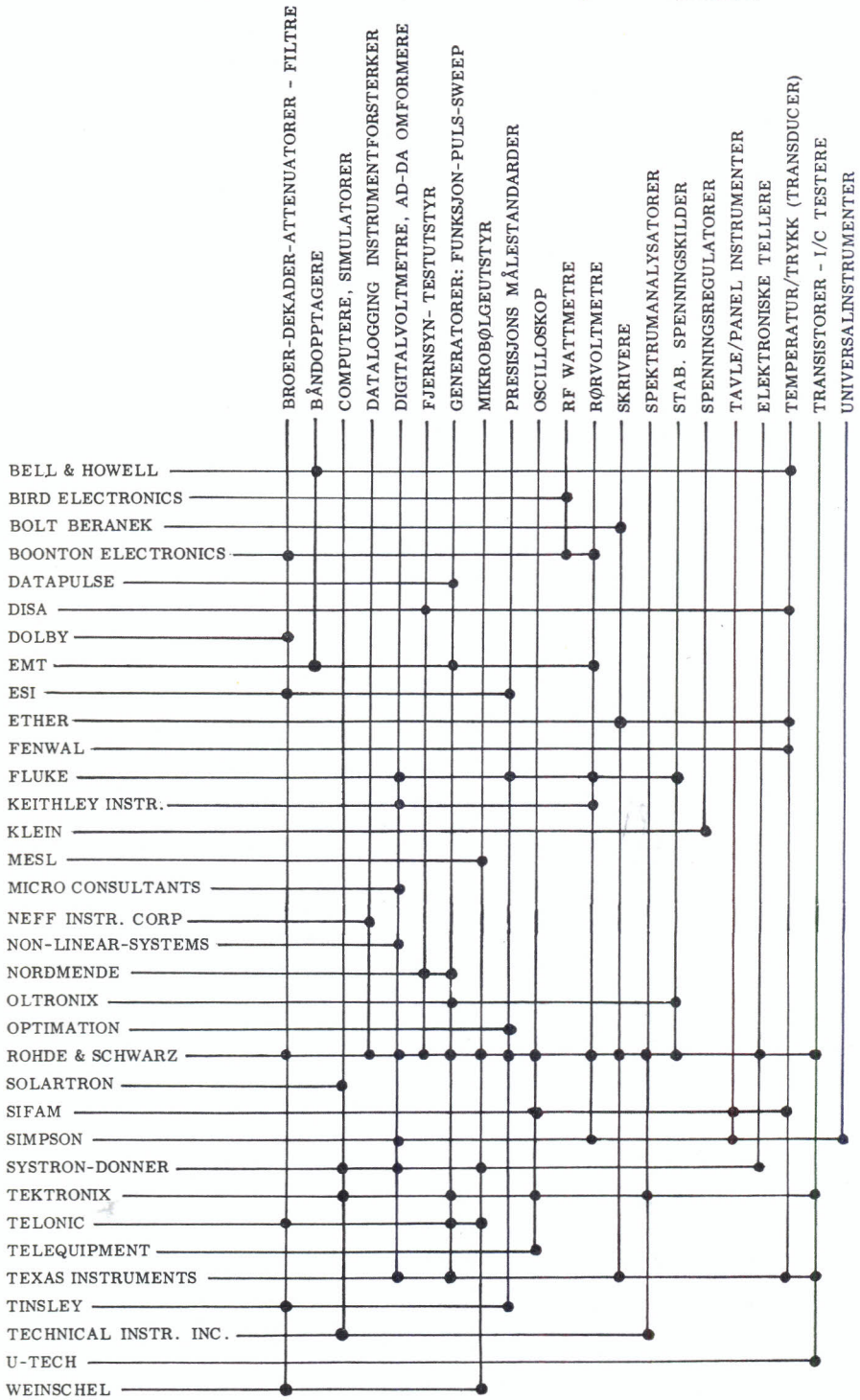
Redaktøren,

professor Haakon Olsen er nylig utnevnt til rektor ved Norges Lærerhøgskole. Vi ønsker ham til lykke i det nye tillitsverv. *H. T.*

. . . og hva er så grunnen til at De *ikke* har fått noe bedre tilbud fra USA?

Instrumentprogram

Vennligst kontakt oss hvis De ønsker tilsendt kataloger eller datablader.



MORGENSTIERNE & CO A/S

INGENIØRFIRMA

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

Norsk Fysisk Selskap

Formann: Dr. philos Tormod Riste

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

Selskapets sekretær: Torø Saugestad,
Fysisk Institutt, N. T. H.,
7034 — Trondheim

Postgirokonto: 88388 **Bankgirokonto:** 8601 - 236880

Fra Fysikkens Verden

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

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

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

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

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

Postgirokonto: 10472 **Bankgirokonto:** 8601-236545

GYMNASIASTER OG STUDENTER!

Dere kan få

Fra Fysikkens Verden

til redusert pris: kr. 10,— pr. år.

Abonnement kan tegnes enten ved postverket

eller ved direkte henvendelse, se adressen ovenfor.

Aktietrykkeriet i Trondhjem