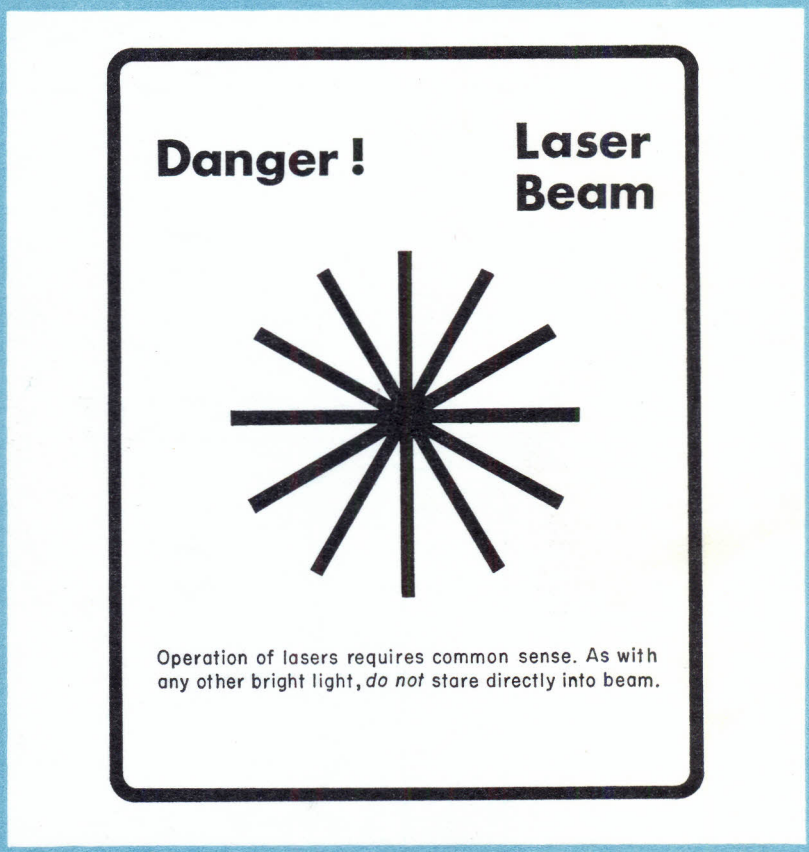
Fra Fysikkens Verden

UTGITT AV NORSK FYSISK SELSKAP

INNHOLD

Norsk fysikk og N.F.S.	21
Nytt frå CERN	24
Besøk hos L. Néel, Grenoble	25
Frå rådsmøtet i E.P.S.	27
Det interne fysikkråd	28
Rettelse	29
Det stabiliserte elektron	30
Øyenskader ved laserbestråling (I)	35
Bøker	41
Konferanser 1971	44



Se artikkelen om øyenskader, side 35

Nr. 2 - 1971
33. årgang

SKREDDERSYDDE

DATASYSTEMER - DIGITALISERING

KONTAKT

RØDLAND & RELLSMO A.S.

Forskningsinstrumenter

NY ADR.: ENEBAKKVEIEN 230
OSLO 11
NY TLF.: 29 30 80

Fra Fysikkens Verden

Utgiver: NORSK FYSISK SELSKAP

Nr. 2 - 1971

Redaktør: HAAKON OLSEN

33. årgan

Norsk fysikk og Norsk Fysisk Selskap

Tormod Riste

I eit forum av fysikarar er det lett å få støtte for påstanden om at fysikk er ein av dei aller viktigaste fagdisiplinane. I eit vidare forum er det lettare å få støtte for påstanden om at fysikken er ein av dei største fagdisiplinane, ja mange vil sikkert også meine at fysikken er for stor.

I denne artikkelen vil eg først kome litt inn på omfanget og strukturen av norsk fysikk, og vil då i hovudsaka støtte meg til det kartleggingsarbeidet som er gjort dei siste åra i Hovudkomiteen og Fysikkrådet sin regi. Dette vil gje delvis svar på om norsk fysikk er for stor. Deretter vil eg kome inn på dei nyare vurderingsnormene som ein ser blir lagde på fysikk, t. d. i USA, der ein ser fysikk i relasjon til andre oppgåver som er viktige for samfunnet. Til slutt vil eg kome inn på den oppgåva Norsk Fysisk Selskap har og om dette er ein organisasjon som er tenleg for fremjing av norsk fysikk i 70-åra.

Omfang, vekst og struktur

Norsk Fysisk Selskap har heilt til det siste vore eit forum for fysikkforskarar, og det kartleggingsarbeidet som har vore gjort har også vore for denne greina av fysikken. I 1967 viste kartlegginga at nesten 300 forskarar i Norge arbeidde heilt eller delvis med fysikk som grunnforsking. Dette var meir enn det doble av talet på fysikarar i 1960 og med same vekst 12 % (som svarer til doblingstid 6 år) ville ein i 1970 ha over 400 fysikarar. Endå meir imponerende blir veksten om ein ser på pengeforbruket: frå 7 mill. kr. i 1960 hadde det vakse til 24 i 1967 og ville med same vekst (20 % og 3,8 år) bli på over 45 mill. i 1970. Jamført med det totale forskingsvolumet hadde fysikken høveleg storleik, dersom ein ser på ein del andre land som vi gjerne vil samanlikne oss med. Talet på fysikarar (i forhold til folketalet) var omlag like stort som i Frankrike og Canada, men 50 % mindre enn for USA. Vekstkurva for USA tok til å flate av etter 1963, og med same sterke veksten vidare i Norge kunne vi ha von om å kome opp i eit volum, i personar og pengar, som ville vere tilfredsstillande også i forhold til det ein har i USA.

I kartlegginga i 1967 inngjekk også intervju med fysikarane om ønska for utviklinga vidare for deira eige gruppe. Dei fleste gav uttrykk for ønske om ein vekst som i det minste burde svare til ein ekstrapolasjon av den veksten ein hadde hatt i 60-åra. Kanskje kan vi av dette slutte at folk stort sett var nøgde med utviklinga, fleire gav munnleg uttrykk for at det ikkje skulle så store tilleggsløyvingar til for at ein skulle bli nøgd. Misnøyen var ofte meir knytt til den byråkratiske måten ein hadde til å få og til å bruke pengar, enn til mengden av pengar.

Kartlegginga, som vart påbyrja i 1970, men som enno ikke er fullført, viser at veksten i norsk fysikk fekk bokstaveleg tala ein knekk i 1967, slik at vekstraten har gått ned frå 12 % til 4 %, dvs. at vi i 1970 hadde vel 300 forskarar eller 100 færre enn vi ville ha hatt om auken frå først i 60-åra kunne ha vara ved. Kartlegginga i 1970 har ikkje teke for seg pengane som fysikken fekk, men vi veit frå den undersøkinga som forskingsråda har gjort at pengeløyvingane til forsking har vist ein endå større knekk på vekstkurva enn personalet.

Foredrag i Norsk Fysisk Selskap, Trondheims-avdelingen i Trondheim 22. januar 1971.

Personleg meiner eg at den mest negative verknaden av den låge vekstraten dei siste åra har vore at berre omlag ein tredjepart av gruppene har vakse fram til å bli tilstrekkeleg store, dvs. på 10 forskarar eller fleire, meir enn halvparten ville ha nådd dette talet i 1970 om veksten hadde fått halde seg. Og det som er like gale: stagnasjonen har bremsa opp for tilgangen på nye kandidater, noko som slår tilbake på rekrutteringa.

Mønstret for norsk fysikk kan karakteriserast som nokså glissent. Vi har ca. 40 forskingsgrupper, for det meste små. Mange av desse arbeider nokså isolert. Fordelinga på delfagområda er rimeleg, jamført med den vi ser i andre land, men fordi vi er så få blir mønstret slik eg har skissert det. Dette er eit vanleg problem for eit lite land.

Ser vi på kvaliteten på dei gruppene vi har, melder spørsmålet seg korleis vi skal måle denne. Forskingsresultata har verdi berre dersom dei blir til utbytte for andre, anten direkte eller indirekte. I eit anvendt forskingsmiljø kan den grunnleggande forskinga vere ledd i utviklinga fram til eit teknisk produkt, i eit undervisningsmiljø kan forskinga resultere i betre undervisning, spesielt på høgre trinn i utdanninga. Det lettast tilgjengelege mål for kvaliteten er likevel talet på publikasjonar i fagtidsskrift, men slike tal må brukast med varsemd. I den siste kartlegginga har ein ikkje teke med ei registrering av publikasjonane. Tala for 1967 viser at i perioden 1960–66 var det mindre enn tiandeparten av gruppene som produserte meir enn ei avhandling pr. forskarår. Dette er eit lågt tal, men kanskje ikkje uventa når ein veit at dei fleste gruppene var relativt nye. Rimelegvis er talet høgre i dag, og truleg ville det ha vore monaleg høgre dersom vekstraten hadde halde seg. I 1967 meinte vi å kunne registrere at dei gruppene som låg høgast på statistikken var dei som hadde sterkast internasjonal kontakt.

Kvifor støtte til fysikk?

I perioden fram til 1967 opplevde vi ein stor velvilje for naturvitskapane, ikkje minst for fysikk, som gjorde det lett og nesten unødvendig å argumentere for støtte. Det kan synast som om det var verdt å støtte fysikk for fysikken og fysikarane si eiga skuld. Det er ikkje slik lenger. Omslaget kom samtidig med eit skifte i oppfatninga av kva som er dei viktigaste samfunnsoppgåvene. Ved første blikk synest desse oppgåvene å ligge utanfor arbeidsområdet for fysikk. Ein har difor sett at dei som ikkje er fysikarar, bl. a. politikarane, har vendt seg bort frå fysikken og dirigert pengestraumen i anna lei. I ein slik situasjon nyttar det lite å køyre på med gamle argument om at fysikarane arbeider i frontlina for menneskeleg erkjenning, at den nasjonale velferda er i fare osv. Vi må først analysere situasjonen og sjå på kva måte fysikken er av verdi i dagens situasjon, bl. a. kva hjelp vi kan få av fysikk og fysikarar ved løysinga av aktuelle samfunnsoppgåver. Denne problemstillinga, i den grad den i det heile eksisterer, er relativt ny hos oss, men har fått meir fotfeste i USA der problemet har vist seg tidlegare. Eg vil difor ta for meg litt av det som har skjedd der siste åra.

Den som les «Physics Today», organet for American Physical Society, vil ha sett at ein i kvart einaste nummer har artiklar, innsende og redaksjonelle, som har med dette å gjere. Dei fleste gjer narr av den argumentasjonen som tidlegare er blitt brukt for å auke løyvingane til forsking i fysikk og andre fagdisiplinar. Ein innsendar (desember 1970) seier at det finst ikkje rasjonelt grunnlag for å argumentere med at den nasjonale velferda er i alvorleg fare ved å gje mindre pengar til forsking i fysikk, og vidare at det er like god grunn til å meine at vekstraten i fysikk skal følgje solflekksyklusen som at den skal følgje nasjonalproduktet. Han påstår at dei fleste fysikarane er ute av stand til å døme om arbeidet deira er viktig eller ikkje, også etter ei reint fagleg vurdering, og endar med at vi må få ei meir realistisk vurdering av vårt forhold til samfunnet. Denne innsendaren eg har sitert frå arbeider i eit industrielt forskingslaboratorium, og dette vil i augene på mange vere nok til at ein ikkje tillegg det noko vekt. Men kva skal ein seie når ein (september 1970) finn den same skeptiske tonen hos Professor Dyson ved Institute for Advanced Study i Princeton, ei av høgborgane for akademisk forsking? Han seier rett ut at det ikkje vil vere ei nasjonal katastrofe om ein reduserer støtten til fysikkforsking. Etter hans meining finst det berre to ting som ville vere katastrofale for framtida til fysikken. Den eine ville vere om ein hadde løyst alle dei uløyste problema i fysikk, men det er han ikkje redd for vil skje i oversiktleg framtid. Den andre ville vere om vi berre tok opp problem som er så reine og isolerte frå det praktiske liv at ingen av dei beste studentane ville bli fysikarar, og i dette ser han ein reell fare. Han tilrår at ein går inn for område som har viktige anvendelsar

utanfor fysikken, og siterer her Bragg som sa at ein for all del ikkje skal vere redd for hånlege merknader frå teoretikarane! Dysons personlege råd er at ein bør halde kontakten med biologien, det er her fysikken har framtida i dei neste 30 åra. I samband med den diskusjonen vi no har gåande om utvidinga av CERN er det og freistande å sitere kva han seier om det tilsvarande prosjektet i USA, Batavia-akseleratoren. Han vil ikkje ta på seg å spå at ein vil finne nye ting ved å kome opp i 500 GeV-området, og vil heller ikkje spå det motsette, men seier at den galeien vi har slått inn på mot høgre energiar er gambling, vi vil før eller seinare kome dit at utbyttet ved å gå mot høgre energiar står i stort misforhold til innsatsen. Faren med høgenergifysikk er og at den står for isolert frå andre vitskapar og det praktiske liv, den er i ferd med å bli steril. Han drar her parallellar med matematikken som «the establishment» av matematikarar har framandgjort fullstendig frå menneskeleg kultur. Det var til uboteleg skade for matematikken, ikkje berre ved Princeton, at arbeidet der på datamaskiner vart nedlagt då Neumann døydde og såleis vart overlate til industrien.

Professor Weisskopf ved MIT er noko meir moderat i sin artikkel (august 1969) med tittelen «The privilege of being a physicist». Men også han tar opp spørsmålet om relevansen av vitskapleg forsking i ei tid då samfunnet er konfrontert med så mange livsviktige oppgåver. Han analyserer forholdet mellom vitskap og samfunn og deler det i to hovedgrupper: Vitskapen er med og formar det *fysiske miljøet* og det *mentale miljøet*. Forminga av det fysiske miljøet skjer gjennom teknologien. Teknisk utvikling er med og øydelegg det biologiske miljøet, og vitskapleg kunnskap og metode må aktiviserast i større grad for å motverke denne øydeleggingа. På same tid må det erkjennast at vitskapleg forsking også formar nye kunstige, fysiske miljø som spelar ei stendig større rolle i livet vårt. Vi veit ikkje i dag på kva grunnlag vi kan skape slike miljø i fjern framtid, og han avviser på denne måten noko av kritikken mot høgenergifysikken.

Når det gjeld forminga av det mentale miljøet, som bl. a. omfatar vårt verdensbilete, kjennskapen til naturlovene og naturen, så er vi som stellar med naturvitskapane ein priviligert klasse. Vi sit inne med kunnskapar som bør kome andre til del i mykje større grad enn no. Popularisering burde difor vere ei av dei aller viktigaste oppgåvene for ein fysikar.

Her ser vi byrjinga til ein analyse av fysikaren sin plass i det systemet eller komplekset som gjeld framskaping og bruk av kunnskap. Tradisjonelt sett har vi sett mest på fysikaren sjølv. Ved vurdering av grunnforskingsprosjekt var det spesielt viktig at fysikaren arbeidde med problem som engasjerte han, fysikaren og problemet hans var det viktigaste. Dette synet er det som er i ferd med å forandre seg. Ein får ei svinging bort frå det *disiplinorienterte* systemet, der vi har fysikk, kjemi, biologi osv. i kvar sin bås, over mot det *problemorienterte* systemet. I det sistnemnde er det større interesse for brukaren og bruksområdet. Dette systemet gir eit større heilskapssyn: fysikaren som produsent av kunnskap (informasjon) må arbeide på linje med kjemikarar, biologar, samfunnsforskarar osv. Brukaren av systemet skal bli til nytte for samfunnet, og det er i denne samanhengen ein må diskutere relevans, engasjement osv. Fordelinga og overleveringa av kunnskapar blir av like stor interesse som framskaffing av data.

Dette kan høyrast svært materialistisk ut, og ein vil kanskje tru at dette gir plass for mindre fysikk. Det er ikkje slik. Brukar ein systemmodellen på undervisning ser ein at fysikk bør undervisast i samanhang med andre fag, og ikkje berre for dei som skal bli fysikarar, men også for andre. Eleven er ein dynamisk komponent i systemet. Det er han som er brukaren av systemet, og det er han som blir den viktige komponenten. Dette er eitt av resultata av ein studie som American Institute of Physics har gjort (Physics Today, januar 1970). Dette er delvis ting ein før har innsett og som har gitt reformer i undervisningsopplegg osv. Men det vil utan tvil på konsekvensar også for andre ting, t. d. informasjonssystemet i fysikk. Ved opplegg av tidsskrift må ein i større grad ta omsyn til lesaren; dei vitskaplege møta skal også vere for tilhøyrarane (ikkje berre talarane), og dette går på formatet og emna som skal behandlast.

For fysikarane i dei fleste landa er situasjonen den same som i USA: Fram til slutten av sekstiåra var det verdt å drive fysikk for fysikken si eige skuld og løyvingane til forskinga vart gjevne på desse premissane. Så gjekk løyvingane ned: fysikaren var i første omgang uforståande for det som skjedde, og prøvde fåfengt å køyre på med same argumentasjonen som før. Først ved inngangen til 70-åra tok fysikarane til å innsjå at dei unge i samfunnet, og politikarane (kanskje det ofte er utslag av presset frå dei unge veljarane), spurde etter nytteverdien av forskinga, der ein med nytte meiner «i samfunnet si teneste». I USA skjedde vidare det at ei rekkje unge fysikarar ville politisere American

Physical Society, men dette forslaget fall, delvis fordi dette ville hindre at APS framleis ville vere ein skattefri organisasjon. Men tanken om eit samfunnsmessig engasjement for APS vann tilslutning, og det vart skipa ein interimskomité for problema om fysikk og samfunn. Denne komiteen har hatt to oppgåver: å lage program for inviterte foredrag og symposia om samfunnsoppgåver med relasjon til fysikk, og å greie ut om ei organisatorisk løysing for APS sitt engasjement i samfunnsproblem. Interimskomiteen har skipa til fleire symposia, som døme kan nemnast programmet under Washington-møtet i fjor:

Goldberger:	Physicists Attack on Environmetal Problem
Montroll:	Technical Aspects of Traffic Flow
Weisskopf:	Why Basic Science?
Kadanoff:	Simulation and Display of Urban Growth Patterns
Chaiken:	Fire Protection Systems

På det organisatoriske planet er kome eit forslag om eit «Forum for fysikk og samfunn», eit forum underlagt styret, dette er no til avstemning blant medlemmene.

Også andre tiltak frå APS si side viser at ein har erkjent at fysikken står ved eit tidsskifte. Medan ein i 1966 hadde ei kartlegging av fysikken etter reint faglege liner, med oppdeling i delfagområde, er ein no i gang med ei kartlegging som dessutan ser på problemområda (i samfunnsmessig samanheng) der fysikken kjem inn. Eit underutval skal t. d. sjå på fysikk og miljøvern.

Konsekvensar for arbeidet i Norsk Fysisk Selskap

Det som har skjedd og det som er i ferd med å skje har fått mangeforskarar ut av sine elfenbeinstårn og fleire vil følgje. Ordet fysikar, som ei tid var synonymt med ein som driv grunnforsking i fysikk, må utvidast til å gjelde alle som har lært fysikk gjennom utdanning eller arbeid. I Norsk Fysisk Selskap har vi den siste tida hatt ein gledeleg auke i medlemstalet av folk i undervisningsstillingar. I selskapet har vi 11 faglege grupper, av desse er den for undervisning kanskje den viktigaste. På fysikarmøtet i fjor fekk utdanningsspørsmål ein viktig plass i møteprogrammet, det gjorde også miljøvernproblem. I år går vi vidare i same retning, vi vil få med fleire fysikarar som arbeider i industrien og i anvendt forsking og legg opp til ein diskusjon om fysikk og industri.

Dette bør vere ei gledeleg utvikling også for den som framleis vil meine at fysikken er verd å drive for fysikken og fysikarane si eiga skuld, for også han vil ha nytte av at begrepet fysikk og fysikar får ei vidare tyding. Vi bør byggje opp ein argumentasjon for auka støtte til fysikk på nytt grunnlag, og dette bør skje i det nye Fysikkrådet sin regi. (Med det nye Fysikkrådet meiner eg det organet som truleg vil avløyse NFS' Fysikkråd og undervisningssituasjonane sin Nasjonale Fagseksjon.) Truleg vil NFS få ein sterk representasjon i dette organet. Lokalavdelingane vil vere eit høveleg forum for orientering og diskusjon av saker som kjem opp i Fysikkrådet, ved sida av at dei kan tene som møtestader for reint faglege emne. Dei faglege utvala i NFS, som er styra for faggruppene, har vist ein aukande aktivitet, og styret i NFS vil prøve å aktivisere desse faggruppene endå meir. Etter mi meining vil NFS' årlege fysikarmøte etter kvart få mindre verdi som spesiell fagleg konferanse, her vil European Physical Society (EPS) special divisions ta over, og fagutvala må halde kontakt med EPS. Vi må vurdere om vi må ha fleire faggrupper, i samsvar med det EPS har, slik som for EDB-fysikk og anvendt fysikk. I EPS har den for anvendt fysikk status som rådgjevande komité, den same status har den for Physics and Society. Utviding i denne leia for NFS bør diskuterast.

NYTT FRÅ CERN

Den 19. februar vedtok Rådet for CERN det såkalla 300 GeV prosjektet, eller CERN II. Generaldirektør for det nye prosjektet er Dr. J. B. Adams. Den nye akseleratoren vil bli bygd 20—60 m under jordoverflata på skrevs over grensa mellom Frankrike og Sveits. På overflata vil berre bli laboratoriebygningar og liknande. Heile det vedtekne byggeprogrammet vil vara 8 år og kosta omlag 1900 millionar kroner, men frå det går omlag 400 millionar som skal sparast inn på CERN I budsjettet. 10 av CERN I landa sa seg viljuge til å vera med frå starten, mellom dei Noreg, som skal betala 1,57 %. Danmark har enda ikkje sagt ja.

Ein reknar at dei første experimenta, med minst 200 GeV protonar, kan ta til i 1976, ved å gjera bruk av den såkalla vesthallen i CERN I.

Helge Øverås, CERN

Et besøk i laboratoriet til Nobelprisvinneren i 1970, L. Néel i Grenoble

Nobelprisen i fysikk ble i fjor delt mellom svensken H. Alfvén og franskmannen Louis Néel. Den sistnevnte fikk prisen for sitt, sitat: «grunnleggende arbeid vedrørende antiferromagnetisme og ferrimagnetisme. Dette har ført til viktige anvendelser innenfor fast-stoff fysikken.»

Ganske tidlig satte franskmannen Pierre Weiss fram en hypotese om det molekylære felt for å forklare ferromagnetisme. Han antok at hvert atom var en magnetisk dipol som rettet seg inn i det makroskopiske feltet som alle de andre atomære magnetene frambrakte. Summen av felt fra alle enkeltatomene var likevel ikke sterkt nok til å framkalle ordning så han måtte også postulere eksistensen av et meget sterkt molekylært felt som han satte proporsjonalt med dipolfeltet. Dette, sammen med idéen om de magnetiske doméner satte Weiss i stand til å forklare hvordan de magnetiske stoffene kjent på den tida, oppførte seg ved varierende temperatur. I 1928 kom W. Heisenberg med en mikroskopisk forklaring på det molekylære felt postulert av Weiss. På grunnlag av den nyutviklede kvanteteorien kunne han rent teoretisk finne fram til nye vekselvirkningsformer mellom atomer med magnetisk moment. Såkalte vekselvirkningsintegraler J ble innført i uttrykket for den indre energien i det magnetiske system, og han kunne vise at systemet hadde sin laveste energitilstand når momentene på naboatomer hadde samme retning dersom J var positiv.

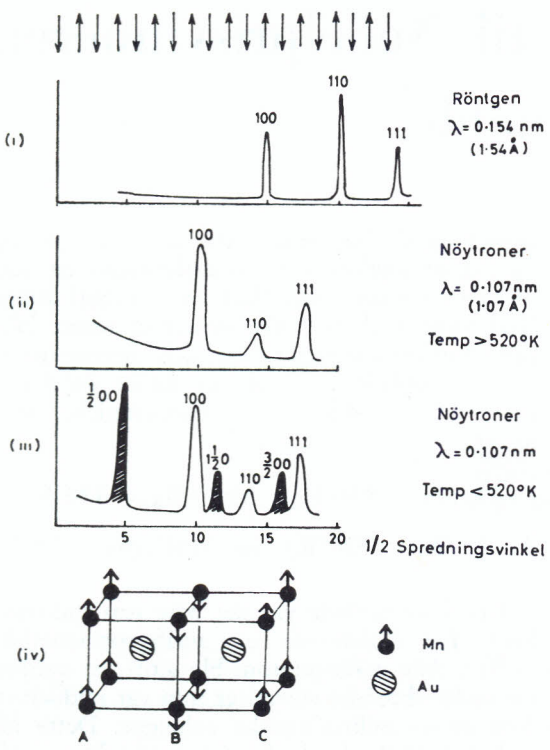
L. Néel begynte i 1930 i den gruppen som Weiss hadde bygd opp ved universitetet i Strasbourg. På den tida var nye stoffer blitt kjent der susceptibilitetsmålinger hadde vist en spesiell oppførsel ved ulike temperaturer. I åra 1932—36 kom det flere arbeider fra Néels hånd der han antok at vekselvirkningsintegralet mellom naboatomer kunne være negativt slik at laveste energitilstand ble oppnådd når momentene på naboatomene hadde motsatt innretning. Hvis det fins bare én type magnetiske atomer i stoffet, vil dette føre til at stoffet utad ikke er magnetisk fordi de to systemer av motsatt rettede momenter vil oppheve virkningen av hverandre. De magnetiske ordningsfenomenene vil likevel ha sin bestemte temperaturoppførsel og vil kunne merkes via susceptibilitets- og spesifikk varme målinger. Med sin nye teori kunne Néel forklare dette. Slike stoffer er senere blitt kalt antiferromagneter, og den temperaturen θ_N der ordningen opphører kalles Néel-temperaturen. Typiske antiferromagnetiske stoffer er

Fe_2O_3 ($\theta_N = 950°K$), MnO ($\theta_N = 120°K$),

AuMn ($\theta_N = 520°K$), og MnF_2 ($\theta_N = 75°K$)

I en lang periode var det bare ført indirekte bevis for eksistensen av antiferromagnetiske stoffer. Alle målinger som ble gjort, ga verdien for makroskopiske størrelser som var middelverdien av de mikroskopiske enhetene. Dette ble endret i 1948 da de første atomreaktorer ble gjort tilgjengelig for bruk innen faststoffysikk. Ved reaktoren i Oak Ridge kunne C. Shull, E. O. Wollan og W. Strausser da bevise eksistensen av Néels antiferromagnetisme ved å studere spredningsmønsteret av nøytroner fra et stoff, MnO, som var antatt å være antiferromagnetisk. Nøytroner har både masse og magnetisk moment. Hos overgangsmetaller, slik som Cr, Mn og Fe skyldes de atomære momenter hovedsakelig uparrede spinn i elektronfordelinga i atomene. Som materiebølge vil nøytronet avføle det atomære mønster i krystallen på samme måte som røntgenstråler, men i tillegg vil det som en «magnetisk bølge» også avføle det magnetiske ordningsmønster i krystaller og bli spredd deretter. Ved antiferromagneter viser det seg at en får ekstra diffraksjonsmaksima i retninger mellom de retninger som skyldes den atomære ordning. Ved å varme opp stoffet forsvinner de ekstra toppene akkurat ved Néel temperaturen der stoffet blir antatt å gå over til en paramagnet (se fig. 1).

L. Néel satte også fram teorien for det vi kan kalle de ikke-kompenserte antiferromagnetiske stoff, de såkalte ferrimagneter. I dette tilfelle er stoffet svakt magnetisk utad, men det indre magnetiske mønster består av to typer atomer, A og B, som har motsatt rettede momenter; forskjellen ligger i at de to typer atomer har



Spredning av henholdsvis (i) røntgenstråler og (ii) nøytroner fra AuMn i paramagnetisk tilstand. Ved temperaturer under $\theta_N = 520°K$ er stoffet antiferromagnetisk og spredningsmønstret for nøytroner (iii) viser de karakteristiske nye magnetiske linjer som er skravert på figurer. Nederst (iv) ser en at den magnetiske enhetscellen er dobbelt så stor som den kjemiske cellen langs den ene akseretningen.

ulik størrelse på de magnetiske momenter og virkningene utad opphever ikke hverandre helt.

Til denne klassen av stoffer hører ferritter av typen $MeO\ Fe_2O_3$, der Me er et metalljon, f. eks. Cu^{++}, Mg^{++} eller Fe^{++}. Néel kunne forklare ferrittenes temperaturoppførsel ved å postulere ulike vekselvirkningsintegraler, J_{AA} mellom atomer av type A, tilsvarende J_{BB} og J_{AB}. Den magnetiske ordning som realiseres i et stoff ved en bestemt temperatur vil være avhengig av forholdet mellom størrelsen av integralene ovenfor.

Forståelsen av fysikken bak ordningsfenomenene i ferritter ga støtet til en rekke undersøkelser og anvendelser av ferritt materialer. En ferritt er et keramisk materiale med liten elektrisk ledningsevne, men samtidig oppviser det altså en spontan magnetisering. Det er likevel et svært «bløtt» magnetisk materiale slik at en kan snu magnetiseringsretninga med relativt svake ytre felt. Det siste gjør en bruk av i ferritthukommelser i elektroniske datamaskiner, mens en i høyfrekvensteknikken drar nytte av de lave hvirvelstrømstapene i en ferrittkjerne.

I 1940 kom L. Néel til Universitetet i Grenoble, og siden den tid har Grenoble utviklet seg til å bli ett av hovedsentrene i verden for studiet av magnetiske fenomener. Néel's gruppe har stadig vært først med å finne fram til nye magnetiske stoffer med særegnede egenskaper. Vi kan nevne de såkalte garnets, $Me_3Fe_5O_{12}$, der en har bygd inn joner av de sjeldne jordarter (= Me) i bestemte magnetiske krystallstrukturer. De store momentene til de sjeldne jordarter kobles her til hverandre via de magnetiske jernjonene. Sammen med ferritter har garnets fått stor anvendelse innen radar og mikrobølgeteknikken. Vi kan nevne effektbegrensere og sirkulatorer. Gruppen i Grenoble har også vært aktiv innen området tynne magnetiske hinner og i studiet av doméne strukturer.

Vitenskapsmenn fra alle verdens kanter har kommet til Grenoble for å arbeide i Néels gruppe, og to ganger i de siste åra, 1958 og 1970 er de internasjonale magnetismekonferansene blitt holdt i Grenoble. Det siste møtet artet seg som en stor hyllest til professor Néel. Undertegnede hadde anledning til å ta del i dette møtet, og det var imponerende å få se alle laboratorier og forskningsprosjekter som var blitt satt i gang i Grenoble som en kjedevirkning av Néels opprinnelige innsats.

Professor Néel var sjøl leder for flesteparten av disse institusjonene, og han hadde en imponerende lang fransk tittel. Det var forskningsgrupper innen grystallgroing, Mössbauereffekt og nøytrondiffrasjon. Et laboratorium for faststoffstudier i sterke magnetiske felt, høyt trykk og lave temperaturer var under utvikling. Det skyldtes nok vesentlig arbeidet til Néels gruppe at den nye tysk-franske høyfluksreaktoren er blitt lagt til Grenoble. Etter at planene om høyfluksreaktoren i England er blitt skrinlagt på grunn av manglende støtte fra andre europeiske land, deriblant Norge, er dette det eneste sted i Europa der en nå vil kunne konkurrere med nøytrondiffrasjonsgruppene i Oak Ridge og Brookhaven i U.S.A.

På den store konferansen i høst deltok ca. 1200 forskere fra 30 land. Møtene ble holdt i det nye universitetsanlegget i utkanten av Grenoble, og opp til sju parallelle sesjoner ble avviklet. De fleste sesjonene var derfor satt sammen av høyst spesialiserte foredrag, men midt på dagen var det satt opp oversiktsforedrag der

folk som professorene A. Herpin, L. Néel og N. Mott talte.

Mott fortalte om de siste tanker og eksperimenter som gjaldt overgangen mellom leder og ikke-leder i antiferromagneter. En har nå gjort forsøk (Bell Labs., U.S.A.) der en har anvendt trykk på opp til 80.000 atmosfærer for å studere «Mott overgangen» i V_2O_3.

I Saclay utenfor Paris er det satt i gang en ny gruppe under ledelse av P. de Gennes som skal ta for seg de såkalte «flytende krystaller». Det er organiske væsker der en kan få fram molekylære innretningsfenomener innenfor mikroskopiske domener. Dersom de organiske molekyler også bærer magnetisk moment, har en fått «en magnet» i væskeform med de muligheter dette innebærer. En oppløsning av kolloidale magnetiske partikler har også karakter av en flytende magnet.

I den elektrotekniske og elektroniske industri er de magnetiske egenskapene til stoffene som blir brukt til konstruksjon av f. eks. generatorer, transformatorer, høyttalere o.s.v. av stor økonomisk betydning. På konferansen ble det lagt fram resultater som er oppnådd for permanent-magneter der en har brukt metallegeringer mellom kobolt og sjeldne jordarter, slik som samarium eller cerium, $SmCo_5$. I slike magneter har det vist seg at energien i det magnetiske felttet kan bli flere ganger høyere enn det til nå har vært mulig å få til. For å få fram en god magnet blir stoffet gjerne pulverisert til små partikler som bare utgjør én magnetisk doméne med magnetisering i lengderetningen. Med et kraftig magnetisk felt blir partiklene orientert, pulveret presset sammen og etterpå sintret.

For en nøytronfysiker var foredraget om den todimensjonale antiferromagneten K_2NiF_4 svært interessant. En har her lag av NiF_2 atskilt av to KF lag slik at koblingen mellom nikkelatomene er antiferromagnetisk i hvert lag, mens det ikke er vekselvirkning mellom atomene i to ulike lag. Den vanlige tredimensjonale magnetiske ordning gir opphav til spredning fra resiproke gitterpunkter der beliggenheten er avhengig av det magnetiske ordningsmønsteret, smlgn. spredningsmønsteret ved røntgendiffraksjonsmålinger. I det todimensjonale tilfellet viser det seg at spredningen skjer fra magnetiske «linjer» i det resiproke rom. En har også funnet stoffer som må antas å være endimensjonale antiferromagneter ($CsMnCl_3$–$2H_2O$), og som en kan tenke seg skjer nøytronspredningen fra «magnetiske plan» i det resiproke rom. Spredningen fra slike systemer i nærheten av den temperatur der den magnetiske ordningen opphører, θ_N, er svært interessant fra et teoretisk synspunkt fordi en har eksakte matematiske løsninger for den kritiske spredning fra éndimensjonale antiferromagneter i Heisenbergs tilnærming. Målinger som er utført med nøytroner, finner en kritisk index, $\beta = 0.30$, som stemmer helt med teorien.

Grenoble er en by som en «magnetisør» gjerne vil vende tilbake til, ikke bare på grunn av det høye faglige nivå, men også på grunn av de fantastiske omgivelsene, med de franske Alper i øst, og fjellkjeden Chartreuse i nord og vest. Professor Néel kan nå trekke seg tilbake i full forvissning om at arbeidet hans vil bli ført videre med full styrke innen alle felter av magnetismen i Grenoble.

O. S.

FRÅ RÅDSMØTET I EUROPEAN PHYSICAL SOCIETY, LONDON

18. og 19. mars 1971

Saklista for rådsmøtet var denne:

1. Referat
2. Medlemskap
3. Finansar
4. Val på styre (Exetutive Committee)
5. Faggrupper (divisions)
6. Vedtekter
7. Rådgjevande komitear
8. Forholdet til UNESCO
9. Rådsmøtet 19. og 20. oktober 1971.

2. *Medlemskap*

Talet på individuelle ordinære medlemmer har no passert 1500, dette er meir enn det ein hadde venta. Styret vart oppmoda om å forenkle den formelle opptakinga av medlemmer, så ein unngår å vente med å bli oppteken til etter at neste rådsmøte er halde. Aust-Tyskland (DDR) er no medlem.

3. *Finansar*

Den store auken i medlemstalet og det arbeid som følgjer med dette har ført til at den planlagde reduseringa av sekretariatet er utsett. Det viser seg at 80 % av auken i medlemskontingent har gått til nye utgifter i sekretariatet! Ei «granskingsnemnd» på tre rådsmedlemmer vart oppnemnd, denne skal ha som oppgåve å gje forslag til rasjonalisering av arbeidet i sekretariatet.

Dei finansielle utsiktene er no lysare enn før.

(forts. s. 29)

Det interne fysikkråd.
En orientering.

I Hovedkomiteens melding nr. 3: Grunnforskning i fysikk i Norge (Innstilling fra utvalg for fysikk) lyder siste avsnitt av konklusjonen (s. 53):

> «Norsk fysikk har etterhvert fått et slikt omfang at utvalget fremmer forslag om en faglig administrasjonsordning som kan koordinere og organisere vårt fysikkmiljø og kunne virke som et effektivt rådgivende organ både for departementene og forskningsrådene.»

Denne tanke vant tilslutning blant fysikerne, og på Norsk Fysisk Selskaps årsmøte 20. juni 1968 ble det nedsatt et utvalg med det mandat å utrede mulige organisasjonsformer for et Fysikkråd, dets oppnevning, ansvarsforhold og arbeidsoppgaver.

På årsmøtet 14. mai 1969 gav Norsk Fysisk Selskap sin tilslutning til utvalgets forslag til vedtekter for Fysikkrådet og fattet følgende vedtak:

> «Norsk Fysisk Selskap velger et internt fysikkråd på 6 medlemmer. Valget gjelder for ett år.
>
> Rådet arbeider etter de retningslinjer som Lønsjøkomiteen har foreslått. Rådet tar kontakt med Hovedkomiteen for norsk forskning og søker å få opprettet et fysikkråd under Hovedkomiteen for norsk forskning. Rådet i samarbeid med Hovedkomiteen for norsk forskning utarbeider vedtekter på grunnlag av Lønsjøkomiteens innstilling.
>
> Hovedkomiteen for norsk forskning velger fysikernes medlemmer til rådet blant de ovenfor nevnte representanter.»

På årsmøtet ble følgende valgt inn som medlemmer av Det interne fysikkråd:

Forskningssjef T. Brustad
Dosent J. M. Hansteen
Dosent E. Hiis Hauge
Professor H. Olsen
Professor T. Olsen
Forskningssjef T. Riste

med universitetslektor I. Gjønnes og dosent J. Lothe på de derpå følgende plasser. Professor T. Olsen bad seg fritatt for vervet. Det samme gjelder i sin tur I. Gjønnes. Den endelige sammensetning av Det interne fysikkråd ble derfor følgende:

Forskningssjef T. Brustad
Dosent J. M. Hansteen
Dosent E. Hiis Hauge
Dosent J. Lothe
Professor H. Olsen
Forskningssjef T. Riste.

I konstituerende møte 22. august 1969 ble H. Olsen valgt til formann og E. Hiis Hauge til sekretær. Formannen fikk i oppdrag å henvende seg til Hovedkomiteen for norsk forskning for å søke å klargjøre Fysikkrådets status. Videre ble det besluttet å ta opp til drøfting med NAVF spørsmålet om dekning av utgifter i forbindelse med Fysikkrådets møtevirksomhet.

Det ble allerede i dette møte vedtatt å ta opp arbeidet med å ajourføre den kartlegging av virksomheten i fysikk i Norge som Riste og Spangen hadde foretatt i 1967. Det ble besluttet at denne kartlegging skal foregå i samarbeid med fagkomiteene under Norsk Fysisk Selskap. Fysikkrådet har fått tilskudd fra NAVF til dekning av reiseutgifter for rådets medlemmer og til sekretærhjelp fra Hovedkomiteen for norsk forskning. Fysikkrådet tok tidlig opp til drøfting med Hovedkomiteen spørsmålet om organisatorisk tilknytning til Hovedkomiteen.

Fysikkrådet har arbeidet med kartleggingen av virksomhetene i forskning og undervisning i fysikk innenfor de enkelte fagområder ved våre universiteter og høgskoler.

Fysikkrådet har avgitt uttalelse om femårsplan for arbeidet i høyenergifysikk i Norge utarbeidet av den norske CERN-komite.

Både arbeidet med kartleggingen av norsk fysikk og uttalelsen om CERN-komitéens innstilling ble drøftet på et fellesmøte 15. november 1969 med representanter for de faglige utvalg under Norsk Fysisk Selskap — i samvar med den arbeidsmåte Fysikkrådet har fulgt.

Fysikkrådet har videre på oppfordring fra Kirke- og undervisningsdepartementet avgitt uttalelse om utlysing og betenkning vedrørende professorat i fysikk ved Universitetet i Bergen. Departementet bad om at Fysikkrådet vurderte det fagområde som var angitt for stillingen i lys av utbyggingen av forskningen i fysikk i landsmålestokk. Så vidt en kan se, bidro Fysikkrådets uttalelse til en rask avgjørelse av saken.

På årsmøtet i Norsk Fysisk Selskap 18. og 19. juni i fjor ble fattet følgende vedtak vedrørende Fysikkrådet:

Første del av denne orientering ble gitt på årsmøte i Norsk Fysisk Selskap 18. og 19. juni i fjor.

«I brev av 18. mars i år fra Hovedkomitéen for Norsk Forskning ved direktør E. Fjellbirkeland blir det påpekt at Fysikkrådets eventuelle tilknytning til Hovedkomitéen reiser vidtgående prinsipielle spørmål og at saken derfor trenger avklaring før man kan ta et endelig standpunkt.

I påvente av at Hovedkomitéen nu vil utrede alternative organisasjonsformer for faglige råd tilknyttet Hovedkomitéen vedtar Årsmøtet å forlenge Fysikkrådets funksjonstid med ett år. Dets mandat begrenses til å videreføre kartleggingsarbeidet av norsk fysikk og samordne de forskjellige forskningsgruppers planer. En finner det lite naturlig at Fysikkrådet i den nuværende situasjon gir seg i kast med noen prioritetsvurderinger av dette materiale.»

Spørsmålet om opprettelsen av Fysikkrådet sett i relasjon til Nasjonal fagseksjon i fysikk ble tatt opp til drøfting av fagseksjonen i møte 13. april i fjor. Etter drøftinger av saken i Hovedkomitéen for norsk forskning oppnevte arbeidsutvalget i Hovedkomitéen 8. september i fjor et utvalg til å utrede organisasjonsformen for et norsk fysikkråd. Utvalget besto av professor T. Olsen og av formennene i Hovedkomitéen, Professor G. Kvifte, i Norsk Fysisk Selskap, forskningssjef T. Riste, i Nasjonal fagseksjon i fysikk, professor H. Trefall, og i Det interne fysikkråd, professor H. Olsen. Generalsekretær i Hovedkomitéen, E. Fjellbirkeland, var utvalgets sekretær. Utvalget har hatt en rekke møter og har utarbeidet forslag til stattutter for et Norsk fysikkråd. Utvalgets forslag vil i sin tur bli behandlet bl. a. av Norsk Fysisk Selskap, dersom Hovedkomitéen for norsk forskning finner å kunne slutte seg til forslaget.

H. O.

(forts. fra s. 27)

Ein hadde budsjettert med eit tap på Svfr. 80.000 i 1970, dette var redusert til Svfr. 30.000. Det akkumulerte underskotet er likevel meir enn Svfr. 100.000, ein ventar at 40.000 av dette kan betalast tilbake i 1971.

4. *Val*

Etter vedtektene skal medlemmene i styret normalt sitje i tre år. Av dei som vart attvalde er Rudberg (president) og Bernardini (visepresident). Nye medlemmer er Braams (Nederland), Cindro (Jugoslavia), Friedel (Frankrike), Ganzhorn (Vest-Tyskland) og Szigeti (Ungarn).

5. *Faggrupper*

Det vart vedteke å godkjenne skipinga av ei ny faggruppe (division) i atomfysikk. Den viktigaste saka, kanskje for heile møtet, var utforminga av statuttar for arbeidet i EPS divisions. Statuttane inneheld føremålsparagraf, reglar for medlemskap, styre og finansiering. Dei fleste rådsmedlemmene gjekk inn for romslege formuleringar av statuttane for at styra for gruppene skal kunne finne fram til ei effektiv arbeidsform. Mot dette synet stod særleg den franske delegasjonen som gjekk inn for nøyaktig utforma paragrafar som bl. a. skal sikre ei god kontakt med dei nasjonale fysikkselskapa, ein kontakt som andre hevda ville ha karakteren av kontroll.

6, 7 og 8. Ingenting spesielt å rapportere.

9. Det neste rådsmøtet skal haldast i Split 19. og 20. oktober.

10. Rådsmøtet i mars 1972 skal haldast i Oslo.

Som generelt inntrykk kan ein seie at rådsmøtet var prega av at EPS enno ikkje har funne sin endelege organisatoriske struktur slik at mykje av tida går med til diskusjon om statuttar, formuleringar osv. Det syntes vere brei semje om at det hastar med å få arbeidet i faggruppene i gjenge, det er dette som kan skape det indre livet, den faglege aktiviteten, i EPS. For 1971 og for dei neste åra er det lagt opp til fleire faglege symposia og konferanser, og dette ber bod om ein ny fase i arbeidet åt EPS.

Norsk Fysisk Selskap var denne gongen representert både ved formannen og nestformannen.

Tormod Riste

Rettelse:

I artikkelen av *Alf E. Strand:* Fysikalske begivenheters «absolutte» betydning, i hefte 1 – 1971, side 10, er det kommet inn et par forvirrende trykkfeil. I likningene (3) og (4) skal det stå:

$$t' = [t - (v/c^2)x]\,[1 - (v/c)^2]^{-1/2} \qquad (3)$$

$$x' = \frac{v_x - v}{1 - (vv_x/c^2)}\,t' + \frac{x_0[1 - (v/c)^2]^{\frac{1}{2}}}{1 - (vv_x/c^2)}$$

$$\equiv v_x't' + x_0' \qquad (4)$$

Det stabiliserte elektron

Johan Moan

Det stabiliserte elektrons eksistens

Hvis vi slipper en klump av natrium eller et av de andre alkaliemetallene i flytende amoniakk, vil vi se at det blanke metallet reagerer med den klare væsken og danner en dyp blå løsning. Studerer vi fenomenet nærmere, vil vi finne at volumet av løsningen er større enn volumet av amoniakken pluss volumet av metallet. Idet metallet løstes skjedde det en volumekspansjon. En mettet løsning av litium i amoniakk er den lettest kjente væske ved værelsestemperatur, og har en egenvekt som er mindre enn halvparten av vannets egenvekt. Det som skjer under løsningsprosessen er at hvert metallatom avgir et elektron og går ut i løsningen i form av et positivt jon. Elektronene stabiliseres i løsningsmidlet, og det er disse elektronene som forårsaker både volumekspansjonen og den blå fargen.

Det var den tyske kjemikeren W. Weyl som i 1864 oppdaget den blå fargen. Han fant også at det rene metallet kunne gjenvinnes om han lot amoniakken fordampe. En trodde lenge at den blå fargen skyldes en ordinær kjemisk forbindelse mellom natrium og amoniakk. Men i 1897 fant en amerikansk student ved navn H. P. Cady at den elektriske ledningsevnen til natrium-amoniakkoppløsninger var for stor til at dette kunne være noen rimelig forklaring. En av Cady's disipler, C. Kraus, gjorde en stor innsats for å finne løsningen på dette problemet. I en årrekke (1907—1934) studerte han de fysiske og kjemiske egenskapene til slike metall-amoniakkløsninger. Hans konklusjon var at de inneholdt metalljoner og «løste» (solvatiserte) elektroner. (Stabiliserte elektroner i løsning betegnes ofte som «solvatiserte», i vann som «hydratiserte» og i frossen løsning som «trapped». Vi vil her bruke fellesbetegnelsen stabliserte elektroner.)

Hvis det stabiliserte elektron bare hadde vært å finne i amoniakk, ville det vært av begrenset interesse å studere det. Men det er også fullstendig stabilt i en del andre løsningsmidler (noen aminer og etere). Det viktigste er likevel at det dannes i en hel rekke løsningsmidler, deriblant vann, når disse utsettes for røntgen- eller gammastråling. Her er imidlertid elektronene meget ustabile og forsvinner raskt ved reaksjon med selve løsningsmidlet eller stoffer løst i dette. I de senere år er det utviklet raffinerte metoder til å studere de stabiliserte elektronene også i slike systemer. En av disse metodene skal vi omtale senere. Hvis vi kjøler et slikt løsningsmiddel ned til lavere temperaturer, vil vi i mange tilfeller bedre de stabiliserte elektronenes «eksistensmuligheter». Molekylene i løsningsmidlet vil da få begrenset bevegelsesmulighet, de vil populært sagt «fryse inn». Dette medfører at elektronene kan være innfanget i spesielle områder i løsningsmidlet uten

Cand. real. Johan Moan er forskningsstipendiat ved Norsk Hydros Institutt for kreftforskning, Det norske radiumhospital, Oslo.

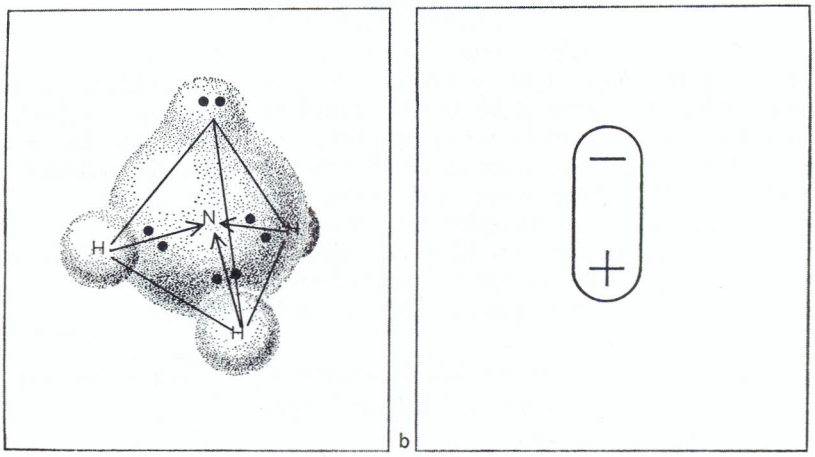


Fig. 1. a) elektronfordelingen i et amoniakkmolekyl. Pilene symboliserer at elektronene er sterkere tiltrukket av nitrogenatomet enn av hydrogenatomet. Derfor kan molekylet sammenlignes med den elektriske dipolen i b).

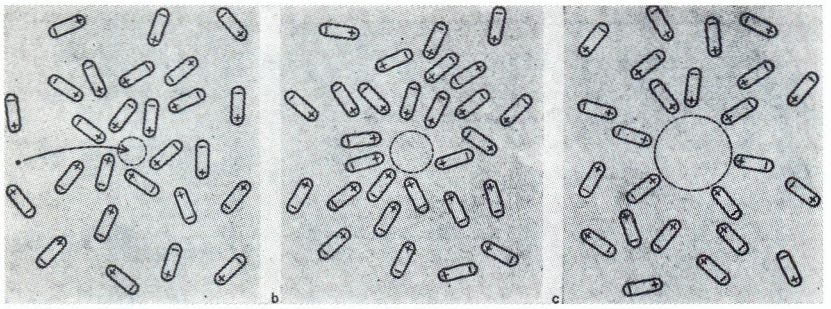


Fig. 2. Stabiliseringen av et elektron i et polart løsningsmiddel. Se teksten for nærmere forklaring.

at de reagerer med det. Varmes løsningsmidlet langsomt op, vil etter hvert elektronene begynne å røre på seg som følge av at molekylene får økt bevegelsesfrihet. Vi kan da studere elektronenes reaksjoner i «langsom kino». Ofte utføres slike studier i nærheten av —196°C som er den temperaturen kokende nitrogen har ved atmosfæretrykk. Denne væsken er relativt billig å lage, lett å oppbevare og er derfor velegnet til kjølevæske.

Før vi går over til å se på de fysiske egenskaper et stabilisert elektron har, skal vi si litt om selve stabiliseringsprosessen. Stabilisering av elektroner skjer lettest i såkalte polare løningsmidler. Det som kjennetegner molekylene i et slikt løsningsmiddel er at de har en positiv og en negativ ende, et elektrisk dipolmoment som vi sier. I amoniakkmolekylet for eksempel (se fig. 1) er elektronene sterkere tiltrukket av nitrogenatomet enn av hydrogenatomene. Derfor får molekylet størst elektrontetthet rundt nitrogenatomet og dermed oppstår et elektrisk dipolmoment. Selve stabiliseringsprosessen er illustrert ved fig 2. Enten elektronet er frigjort ved joniserende stråling eller ved at et alkaliemetall er gått i løsning, vil det raskt få en kinetisk energi som er slik at det er i termisk likevekt med omgivelsene. Ved værelsestemperatur tilsvarer dette at elektronet får en hastighet på ca. 10^5m/s. Nå er det ikke riktig å forestille seg elektronet som en punktladning som fyker rundt, men heller som en ladningsfordeling eller bølgepaket med utstrekning tilsvarende den termiske de Broglie-bølgelengden som ved værelsestemperatur er $\lambda = h/p = 60$ Ångstrøm. Et slikt «termisk» elektron passerer et molekyl på en tid rundt 10^{-14} sekunder som er altfor kort til at molekylet rekker å dreie på seg og orientere seg gunstig for stabilisering av elektronet. Når elektronet likevel stabiliseres meget raskt (i vann i løpet av ca. 10^{-11} sekunder), skjønner vi at det må skje i områder der molekylene på forhånd har en gunstig orientering (se fig. 2). Hvis flere positive molekylender peker sammen i det øyeblikket elektronet passerer, kan det innfanges av denne positive ladningen. Den våkne leser vil sikkert tenke: «Hvordan kan dette skje når elektronets utstrekning er hele 60 Ångstrøm mens molekylene og avstandene mellom dem er av størrelsesorden bare noen få Ångstrøm?» Vi kan forestille oss det termiske elektron som en liten vanndam som befinner seg på et flatt, glattlakkert dekk på en båt som vugger i bølgene. Vanndammen vil renne omkring i takt med bølgene. Men hvis den kommer til en fordypning i dekket kan den begrenses sterkt i størrelse og hvis fordypningen er dyp nok kan det tenkes at den blir «stabilisert» der.

Hvis et elektron først er stabilisert, vil flere molekyler få tid til å orientere seg med sine positive ender inn mot det negative elektronet. Dermed oppstår det en elektrostatisk frastøtning mellom disse positive endene. Hvis da de attraktive kreftene mellom molekylene i løsningsmidlet ikke er for store, vil et lite hulrom dannes og vi får en volumekspansjon (se fig. 2). I amoniakk har dette hulrommet en diameter på ca. 6,5 Ångstrøm. I vann, derimot, er det

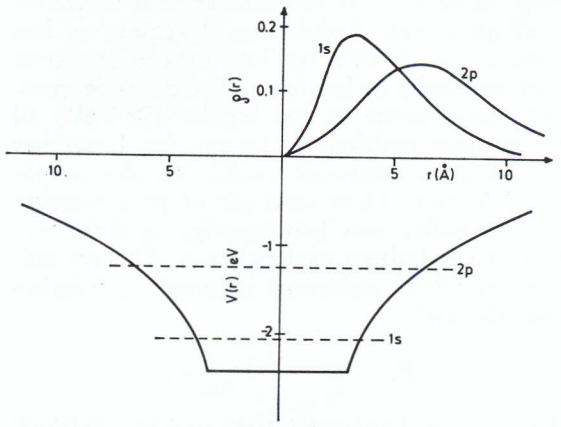


Fig. 3. Energi-diagram for et stabilisert elektron i følge Jortners modell. V(r) og ρ(r) er henholdsvis elektronets potensielle energi og dets ladningsfordeling som funksjon av radien r.

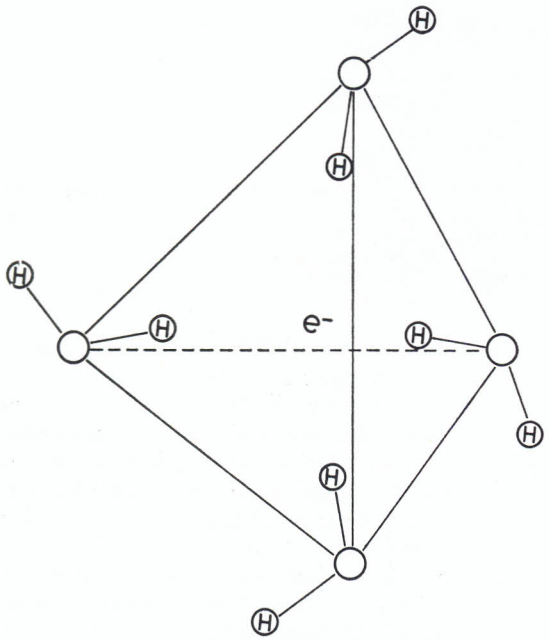


Fig. 4. Modell for det stabiliserte elektron i vann. Denne modellen tar hensyn til vannets molekylære struktur.

mye mindre på grunn av den sterke tiltrekningen mellom vannmolekylene.

Selv om elektronet er stabilisert i en væske, vil det kunne bevege seg til en viss grad, enten ved å «tunnellere» fra den ene regionen til den andre, eller ved at det blir «puffet» rundt av molekylenes varmebevegelser. I vann vil det stabiliserte elektron diffundere med en midlere hastighet på ca. 5000 m/s som er ca. 1/20 av hastigheten det hadde mens det var fritt.

Det som skiller et stabilisert elektron i løsning fra de andre elektronene er først og fremst bindingenergien. Stabiliserte elektroner er løst bundet (1—3 eV) og kan bevege seg over flere molekyler av løsningsmidlet, mens de «vanlige» elektronene er fast bundet (> 7 eV) til ett bestemt molekyl. J. Jortner fra Israel har utarbeidet en teoretisk modell for det stabiliserte elektron. Hans teori går ut på å betrakte løsningsmidlet som kontinuerlig, og elektronet bundet i et hulrom med radius r_0. Utenfor hulrommet vil da elektronet indusere en polarisasjon gitt ved:

$$P = \left(1 - \frac{1}{\varepsilon_s}\right) \frac{e}{4\pi r^2},$$

der ε_s er løsningsmidlets statiske dielektrisitetskonstant, e er elektronets ladning og r er avstanden fra sentrum av hulrommet. Elektronets potensielle energi blir:

$$V(r) = -\int_r^\infty \frac{P \cdot e}{4\pi\varepsilon_0 r^2} 4\pi r^2 dr =$$

$$= -\left(1 - \frac{1}{\varepsilon_s}\right) \frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 r} \quad \text{for } r \geqq r_0$$

$$V(r) = V(r_0) = -\left(1 - \frac{1}{\varepsilon_s}\right) \frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 r_0} \quad \text{for } r < r_0$$

ε_0 er dielektrisitetskonstanten i vakuum. Med r_0 lik den eksperimentelle verdi for NH_3 blir dette potensialet som vist på fig. 3. På denne figuren er også elektronets ladningsfordeling $\varrho(r)$ skissert for grunntilstanden (1 s) og 1. eksiterte tilstand (2p). De beregnede verdier for elektronets energinivåer i dette potensialet gir ganske bra samsvar med eksperimentene. Men denne enkle modellen kan dessverre ikke beskrive elektronets egenskaper i alle systemer. En er i det siste begynt å ta med løsningsmidlets molekylære struktur i bildet. Fig. 4 viser en av de nyeste modellene for stabiliserte elektroner i vann, der en tenker seg elektronet omgitt av 4 vannmolekyler som sitter i hjørnene av et tetraeder og vender en av hydrogenatomene (disse representerer den positive enden av vannmolekylet) inn mot elektronet.

Det stabiliserte elektronets fysiske egenskaper.

Som allerede nevnt har ofte løsninger av stabiliserte elektroner en blålig farge. Dette tilsvarer at disse elektronene absorberer lys fra den røde delen av spektret. Fig. 5 viser absorbasjonsspektrene for stabiliserte elektroner i for-

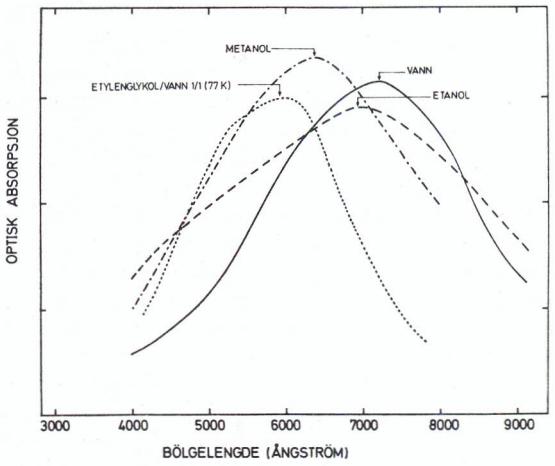
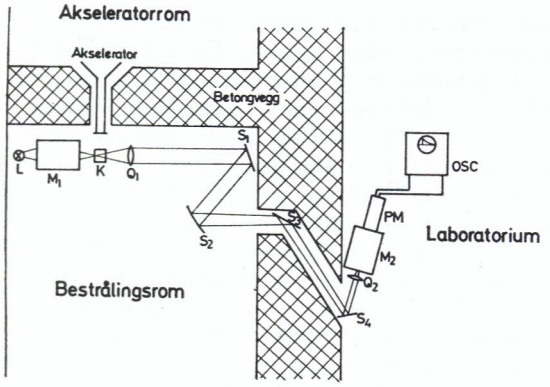


Fig. 5. Absorpsjonsspektret for det stabilserte elektron i forskjellige løsningsmidler. Spektret for etylenglykol/vann 1:1 er registrert ved —196°C, de andre ved værelsestemperatur.



L: Lampe
M_1 og M_2: Gittermonokromatorer
K: Bestrålingskuvette
Q_1 og Q_2: Kvartslinser
S_1 - S_4: Speil
PM: Fotomultiplikatorrör
OSC: Oscilloskop

Fig. 6. Skisse av pulsradiolyseutstyret ved Norsk Hydros Institutt for Kreftforskning. Elektronakseleratoren gir elektronpulser av varighet ned til ca. 15 nanonsekunder. Elektronenergien er 4 megaelektronvolt.

skjellige løsningsmidler. Det er ofte denne absorbasjonen en gjør seg bruk av når en studerer det stabiliserte eelktronets reaksjoner. Som nevnt er levetiden for det stabiliserte elektron meget kort (i rent vann ca. $2 \cdot 10^{-4}$ sek) i de fleste systemer og en må ty til raffinerte metoder for å kunne «se» det. Den såkalte pulsradiolyseteknikk er mye anvent. Fig 6. er en skisse av pulsradiolyseutstyret ved Norsk Hydros Institutt for Kreftforskning (N.H.I.K.), Radiumhospitalet. Løsningen utsettes for en kort, intens elektronpuls fra en linæreakselerator. Pulsen fra denne akseleratoren kan ha varighet ned til ca. 15 nanosekunder (1 nanosekund = 10^{-9} sekund) men er så intens at den absorberte dose i løsningen kan være flere hundre rad. (1 rad = 100 erg absorbert pr. gram stoff.) Elektronpulsen joniserer løsningen og danner blant annet stabiliserte elektroner. Under og etter pulsen registreres lystransmisjonen i løsningen ved hjelp av et fotomultiplikatorrør og et oscilloskop. Fig 7 viser tre bilder av oscilloskopskjermen tatt oppå hverandre. Ordinaten er nær proporsjonal med mengden stabiliserte elektroner. En ser tydelig at elektronene forsvinner raskere når et stoff som reagerer raskt med elektronene er tilstede (her O_2). På denne måten kan reaksjonskonstansen for elektronets reaksjoner med forskjellige stoffer bestemmes. Videre gjør pulsradiolyseteknikken det mulig å studere spektrene og ofte identifisere kortlivete radiolyseprodukter. Den beste tidsoppløsning en har oppnådd med konvensjonelle pulsradiolysemetoder er ca. $2 \cdot 10^{-9}$ sekunder. I 1968 lanserte Bronskill og Hunt en teknikk hvor tidsoppløsningen var 100 ganger bedre, altså $2 \cdot 10^{-11}$ sekunder. Her nyttes Čerenkovlyset som dannes i luften mellom akseleratoren og løsningen til analyseringslys. Dette lyset forsinkes i forhold til elektronpulsen ved en speilanordning, men det vil føre for langt å gå nærmere inn på teknikken her. Den interesserte leser henvises til en artikkel av M. J. Bronskill og J. W. Hunt i Journal of Physical Chemistry *72,* (1968) s. 3762.

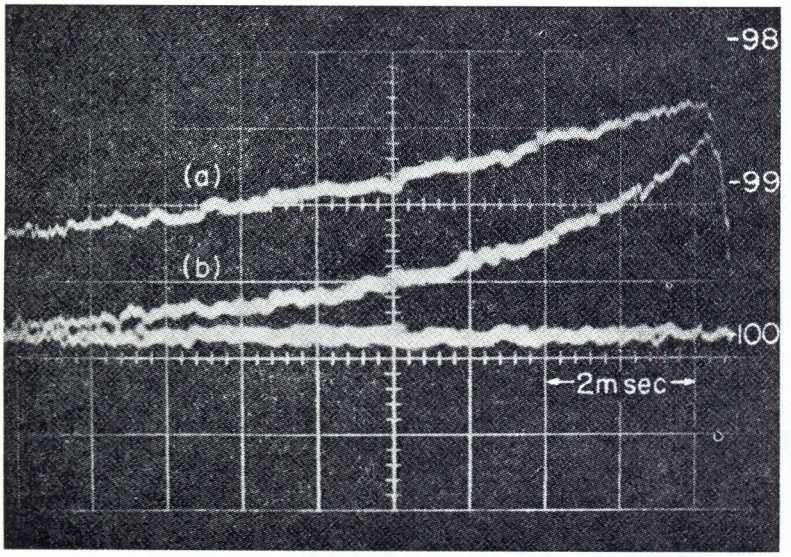


Fig. 7. Tre bilder av oscilloskopskjermen under et pulsradiolyseeksperiment. Tidsforløpet er fra høyre mot venstre og tidsskalaen er 1 milisekund pr. delestrek. Den nederste rette linjen representerer 0 absorpsjon (ubestrålt prøve). Kurve a) og b) viser absorpsjonen fra stabiliserte elektroner ved 6 900 Ångstrøm i en hydrogenmettet vannløsning ved pH 11. Kurve a) viser absorpsjonen etter en bestrålingspuls i en oksygenfri løsning, mens oksygenkonsentrasjonen i b) var $1{,}3 \cdot 10^{-8}$ mol. (Tatt fra E. P. Hart: Rec. of Chem. Prog« *28,* (1976) s. 35.)

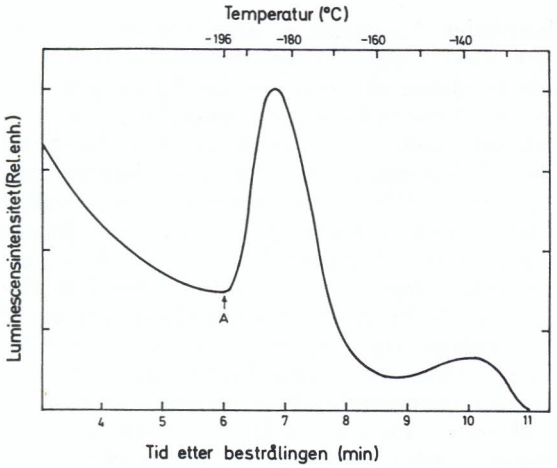


Fig. 8. Rekombinasjonsluminescens. Prøven inneholder et luminescerende stoff (tryptofan) i en etyllenglykol/vannblanding og er bestrålt med joniserende stråling ved — 196° C. Ved A begynner vi å øke temperaturen med jevn hastighet og vi ser at lysintensiteten øker etter som elektronenes mobilitet øker. En slik kurve som dette kalles en glødekurve. Formen på den forteller hvordan strukturen av løsningsmidlet forandres (og dermed elektronenes mobilitet) under oppvarmingen. Lyset som sendes ut stammer fra eksiterte tryptofanmolekyler som dannes når de stabiliserte elektronene reagerer med de positive tryptofanjoner.

Vi har alt nevnt at ved å kjøle løsningsmidlet ned til lave temperaturer, kan elektronene bli stabile over ubegrenset tid. Et av spektrene på fig. 5 er et lavtemperaturspektrum (—196°C) registrert ved N.H.I.K. Som vi ser er dette spektret svært likt de andre spektrene som er registrert ved pulsradiolyseteknikk ved værelsestemperatur. Dette skulle tyde på at elektronet er stabilisert på samme måte i de to tilfellene, noe som gjør lavtemperaturstudiene mer aktuelle. Den mest anvendte teknikk ved siden av optisk absorpsjon, til studie av elektroner og andre strålingsprodukter i lavtemperatursystemer er elektronspinnresonans-spektroskopi (ESR). Denne teknikken er tidligere beskrevet av Thormod Henriksen i nr. 1 og 2, 1964 av «Fra Fysikkens Verden». Vi skal ikke gjenta dette her, men bare si at denne metoden gjør bruk av at et uparet elektron har to diskrete energinivåer i et ytre magnet felt. Det er overgangen mellom disse nivåene, indusert med mikrobølger, en kan studere ved ESR-spektroskopi. Foruten å påvise og måle mengden av stabiliserte elektroner kan en ved denne metoden også finne hvor sterkt de vekselvirker med molekyler i nærheten.

En annen måte å få informasjon om elektroner i lavtemperatursystemer er studiet av såkalt rekombinasjonsluminescens. En del stoffer har den egenskap at de utsender lys (luminescens) når de eksiteres (dvs. absorberer energi). Hvis vi bestråler et slikt stoff i løsning ved lav temperatur slik at det blir jonisert, kan det reagere med elektronene på en slik måte at de molekylene som dannes ved reaksjonen blir eksitert og sender ut lys som kan observeres. Fig. 8 viser et eksempel på rekombinasjonsluminescens. Vi ser at når vi varmer opp en slik løsning øker intensiteten av luminescensen. Dette forteller oss at mobiliteten av elektronene øker slik at flere blir i stand til å reagere med de positive jonene når temperaturen øker.

I det siste tiår er en stor forskningsinnsats nedlagt i å studere det stabiliserte elektron. Hver måned kommer det flere artikler som angår dette emnet i de vitenskapelige tidsskriftene. Hvorfor er dette anset for å være så viktig? Elektronet er et av primærproduktene som dannes når et stoff bestråles med joniserende stråling (røntgen- eller gamma-stråling). I biologiske systemer skyldes en del av stråleskadene at vitale molekyler reagerer med de strålingsinduserte stabiliserte elektronene eller sekundære produkter som elektronene har gitt opphav til. Joniserende stråling blir mye brukt i behandlingen av kreft og andre sykdommer. Prinsippet er å la strålingen drepe de ondartede cellene, mens en forsøker å skåne de omliggende friske cellene. For å kunne anvende strålingen på den best mulige måte, for eksempel ved å modifisere dens virkning ved tilsetting av strålingsbeskyttende eller sensitiserende stoffer, er det en stor fordel å vite hvordan de primære strålingsproduktene oppfører seg og reagerer. Det stabiliserte elektron er ett av disse strålingsproduktene. Når vi husker at animalske celler består av mer enn 70 % vann, skjønner vi hvor viktig det er å studere de stabiliserte elektronene i vandige systemer.

Tross dette er det vel ikke først og fremst på grunn av de praktiske aspekter at fysikerne er interessert i det stabiliserte elektron, men på grunn av de interessante naturvitenskapelige grunnproblemer som knytter seg til dets eksistens.

LITTERATURLISTE

James L. Dye: «The Solvated Electron». Sci. American *16,* (1967) s. 77.
Elie M Hayon: «The Electron in Solution». Sci. Journal. August 1966.
A. Ekstrom: «The Properties and Nature of the Stabilized Electron». Rad. Res. Rev. 2 (1970) s. 281.
B. G. Ershov and A. K.Pikaev: «Stab. Free Radicals in the Rad. Chem. of Frozen Aqueous Systems». Rad. Res. Rev. *2,* (1969) s. 1.

Øyenskader ved kontinuerlig laserbestråling

Olav M. Benestad

Laseren er etter at den ble introdusert omkring 1960, stadig blitt mer benyttet. Imidlertid kan det være vanskelig å finne sikkerhetsforskrifter for laserbruk. Denne artikkelen tar sikte på å gi laserbrukere de formler som er nødvendige for å utarbeide sikkerhetsforskrifter for sine lasere. Slike sikkerhetsforskrifter må imidlertid bli nokså grove og omtrentlige fordi kunnskapen om faremomentene ikke har utviklet seg i takt med selve laserteknologien. Bare de kontinuerlige laseres skadevirkninger vil bli nærmere behandlet, da det er disse lasere som er mest brukt, bl. a. ved optiske demonstrasjonsforsøk.

Etter en oversikt over de helsemessige risikomomenter for øyne og hud behandles spesielt netthinneskader ved bestråling av lys med bølgelengder mellom 0,45 og 0,9 μ. Formler for netthinnebildets strålingsflukstetthet utledes for direkte laserbestråling, samt for laserstråling som er reflektert fra en diffus skjerm eller en speilende overflate. Terskelverdier for tillatte kombinasjoner av netthinnebildets strålingsflukstetthet, diameter og belysningstid angis.

Laserstrålens egenskaper

I det ideelle tilfellet består laserstrålen idet den forlater laseren, av parallelle «bølgetog» som er koherente i tid og rom og som har samme bølgelengde. Det vil si at i et tverrsnitt loddrett på strålebunten er fasen den samme i alle disse bølgetogene.

Avvik fra dette ideelle bildet opptrer blant annet ved den uunngåelige diffraksjon ved laserutgangen, der strålebunten i alle fall får en liten divergens, som er større jo mindre åpningen er. Da en videre aldri vil ha fullstendig homogenitet i det materialet der laservirkningen oppstår, vil laserlyset i praksis heller aldri bli fullstendig monokromatisk, selv om frekvensspredningen kan gjøres uhyre liten.

Siden strålene er nesten parallelle, samles de nesten i ett punkt i en linses brennplan. De små frekvensforskjeller gjør videre at brennplanene for de forskjellige bølgelengder ligger svært tett sammen på systemets optiske akse. Det er denne ekstremt konsentrerte lysenergi som kan være farlig, spesielt for det menneskelige øyet.

Helsemessige risikomomenter
Øyenskader

Lys av ulike bølgelengder kan skade øyet på forskjellige måter. Nesten alt ultraviolett lys, i hvert fall det med bølgelengder under 0,25 μ, og nesten alt infrarødt over 1,4 μ blir absorbert av øyets hornhinne og kan skade denne. Hornhinneskader fra ultraviolett lys er av samme type som sneblindhets- eller sveiseblink-skader, og analog til solforbrenning av huden. Faremomentet kan være desto større ved at lys med disse bølgelengder er usynlig. Faregrenser har imidlertid vært vanskelig å angi. Den eneste funne angivelse i litteraturen, fra 1946[1], viser en reversibel skade etter en ultraviolett-absorbsjon på 15 mJ/cm^2.

Mulighetene for skade ved vedvarende bestråling er store også i bølgelengdeområdene fra 0,25 til 0,45 μ og fra 0,9 til 1,4 μ. Dette lyset blir for en stor del absorbert i øyets optiske medier foran netthinnen, og da spesielt i linsen[2]. En har sett at sterk oppvarming på grunn av

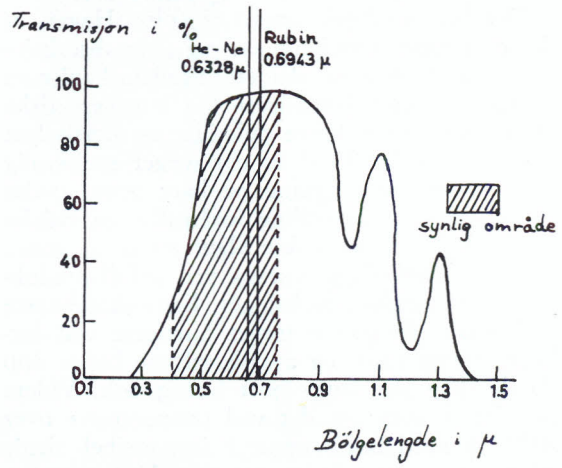


Fig. 1. Lystransmisjon i øyet, frem til netthinnen, som funksjon av bølgelengden. Det synlige området samt noen aktuelle bølgelengder her er inntegnet.

Siv.ing. Olav M. Benestad er vitenskapelig assistent ved Fysisk institutt, Norges Landbrukshøgskole.

denne absorbsjonen kan føre til nedsatt synsevne fordi det dannes grå stær eller katarakt, dvs. en fordunkling av linsen. Samme virkning er også observert blant glassblåsere på grunn av lignende skademekanisme.

Laserstråling i bølgelengdeområdet fra omtrent 0,45 til 0,9 μ er meget viktig. Her finner vi størstedelen av det synlige lys. I dette området stråler også f. eks. He-Ne-gasslaseren, som vel er den mest brukte kontinuerlige lasertype. Lyset i dette bølgeområdet vil stort sett passere mediet foran netthinnen uten å absorberes (fig. 1). I et øye med liten sfærisk aberrasjon kan lyset samles i en flekk med diameter på minimum 5—8 μ på netthinnen. Netthinnen kan lett forbrennes på dette sted. Dersom skaden ikke er for stor, og den befinner seg i netthinnens utkant, vil den neppe sjenere stort. Men skaden kan ha de alvorligste følger dersom den befinner seg på det lille, begrensede området hvor synsnerven kommer inn til netthinnen. Skaden er også meget alvorlig om den rammer «den gule flekk» der de lysfølsomme mottakerne, tappene, sitter tettest og der normalt de skarpeste fargebilder ved syn i dagslys dannes. Når terskelverdier for tillatte strålingsflukstetthet på netthinnen senere skal angis, tar en derfor hensyn til synsnervens innfallsområde, slik at en ikke behøver å spesifisere hvor på netthinnen lyset treffer.

Strålingen som kan skade netthinnen, blir absorbert i det bakerste netthinneskiktet, pigmentcellelaget, og i den bakenforliggende årehinnen. Strålingsenergien blir der hovedsakelig omsatt til varmeenergi som, bl. a. avhangig av bestrålingstiden, ledes ut i det omgivende vev.

Det blir vanligvis antatt, i følge Ham[3], at det er temperaturstigningen p.g.a. lysabsorbsjonen som forårsaker skaden. Skademekanismen er kanskje mer komplisert for høyenergetiske lasere med svært korte pulstider og kortbølget stråling. I følge Vos[4] er det meget sannsynlig at en temperaturstigning på bare noen grader ved lengre tids bestråling forårsaker en tydelig skade. Dette antas å skje blant annet på grunn av en «forgiftningsprosess» ved avfallsprodukter fra metabolske reaksjoner. Enzymkatalyserte reaksjoner går gjerne meget hurtigere ved forhøyet temperatur, og avfallsstoffene hopes opp da de ikke kan føres bort hurtig nok. Videre ser det ut som om det ved temperaturer over 45° C i netthinnen opptrer irreversibel skade på grunn av proteindenaturering. Ved temperaturer på omkring 100° C mener imidlertid Vos at skaden henger mere sammen med at det høge vanndamptrykket som oppstår og som gjør at celler og vev sprenges i stykker før proteindenatureringen inntrer.

Vos mener videre at det er rimelig å anta at funksjonelle skader skyldes ødeleggelse av selve receptorene snarere enn av pigmentcellelaget. For store netthinnebilder betyr det lite om vi regner med receptor- eller pigmentcelle-skader, mens skademodellen vil spille betydelig rolle for de minste netthinnebildene («punktkildebildene»). Lyset kan som nevnt samles på netthinnen til en flekk med minimum 5—8 μ diameter, og bildet kan maksimalt få ca. 200 μ diameter uten bruk av ekstra optiske hjelpemidler. Solens bilde på den menneskelige netthinne har omtrent 160 μ diameter.

Hudskader

For kontinuerlig laserstråling med den relativt lave intensitet som hittil har vært brukt i demonstrasjonsforsøk, er bare den termiske effekt viktig. Noen terskelverdi for toleransen er ikke fastsatt, men den må sannsynligvis ligge mellom 1 og 10 W/cm^2.

Hudens gode regenerasjonsevne er imidlertid vel kjent. På tilsvarende vis repareres også hornhinneskader som oftest greit. Overflatiske stråleskader er derfor meget mindre alvorlige enn dype øyenskader.

Fastsettelse av terskelverier for netthinneskader

Vi skal i det følgende holde oss til bølgelengdeområdet 0,45—0,9 μ. Dette er best utforsket og gir de viktigste øyenskadene.

Som nevnt går en ut fra at netthinneskade opptrer så snart temperaturen stiger over en viss terskelverdi. Imidlertid er det svært vanskelig både å måle og å beregne de temperaturstigninger laserstråling kan føre til i det menneskelige øyet.

Man er eksperimentelt henvist til resultater fra bestrålingsforsøk og nøyaktig medisinsk øyenundersøkelse utført på dyr. De fleste eksperimenter er utført på kaniner. Kaninøyet synes å ha meget til felles med det menneskelige øyet, slik at overføring av resultatene fra kanin- til menneskeøyet ikke synes å kreve innføring av noen korreksjonsfaktor.

Den teoretiske modell skriver seg i det vesentlige fra Vos [4,5]. En tar hensyn til strålingsflukstetthet, størrelse av det bestrålte området og vevets varmeledningsevne. Dersom flater av vev med samme varmeledningsevne bestråles med samme strålingsflukstetthet, vil likevekten innstilles hurtigere og med lavere likevekts-

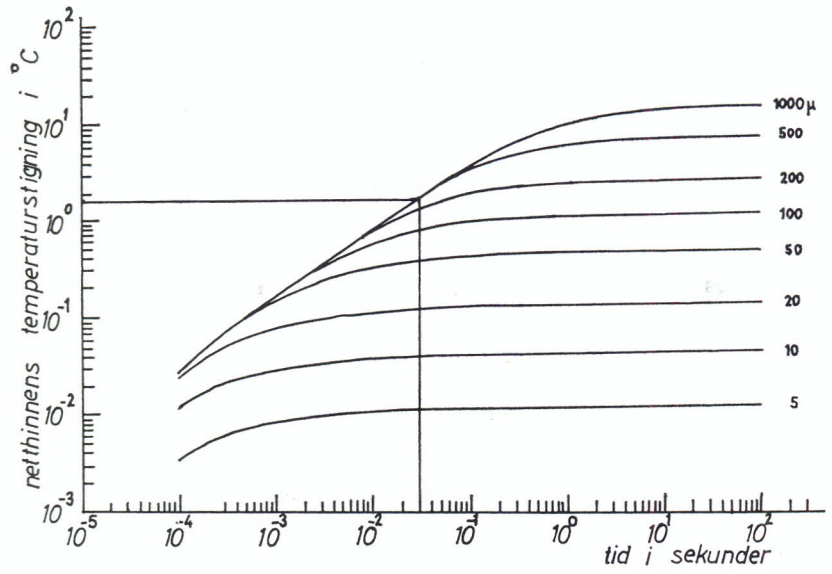


Fig. 2. En grafisk fremstilling av netthinnens temperaturstigning i °C per absorberte strålingsfluksenhet pr. cm2, som funksjon av bestrålingstiden og for forskjellige billeddiametre. Den brukte enhet for strålingsflukstetthet er cal/cm2 = 4,18 J/cm2 sek = 4,18 Wcm/cm2.

temperatur i sentrum av små flater enn av store flater. Dersom strålingsflukstettheten øker eller varmeledningsevnen nedsettes, vil likevektstemperaturen øke.

Vos har i sin modell beregnet temperaturen i sentrum av pigmentcellelaget, idet han antar at strålingsenergien absorberes jevnt i det 10 μ tykke pigmentcellelaget og den 100 μ tykke årehinnen. Hele det omliggende medium antas å ha de samme termiske egenskaper som vann. Vos' resultater er fremstilt i fig. 2 i et dobbellogaritmisk diagram. Dette viser økningen av netthinnetemperaturen for forskjellige billedstørrelser per enhet av innfallende strålingsflukstetthet som funksjon av bestrålingstiden. Diagrammet er satt opp av Clarke i en personlig meddelelse til Stigter.[6] Vi ser at for tidsrom kortere enn ca. 1 sekund avhenger temperaturstigningen sterkt av bestrålingstiden, mens den synes å bli konstant ved lengre bestrålingstider. Det er fordi det da har inntrådt temperaturlikevekt.

Temperaturstigningen i netthinnen er vanskelig å måle eksperimentelt. Det en kan finne eksperimentelt, er hvilken strålingsflukstetthet som gir irreversibel skade av netthinnen, for forskjellige billedflater og bestrålingstider. Videre kan en teoretisk, ved hjelp av fig. 2, finne ut hvilken temperaturstigning dette gir etter Vos' modell. Dersom denne modellen er god, vil en finne samme temperaturstigning for irreversibel netthinneskade uansett hvordan parametrene endres. Om denne beregnede temperaturstigning ikke er lik den reelle, spiller det liten rolle, da den bare betegner et fast mål på om irreversibel netthinneskade vil inntreffe etter bestråling med en bestemt strålingsflukstetthet, billedflate og bestrålingstid.

Det later til at teoriforutsigelser og eksperiment samsvarer i det minste med hensyn til størrelsesorden (Stigter 6,7). I følge modellen som fig. 2 bygger på, er ophtalmoskopisk synlig skade funnet ved netthinnetemperatur omtrent 15° C over legemstemperatur. Ved finere deteksjonsutstyr kan skade på pigmentepitelet finnes ved temperaturer på 5° C over legemstemperatur. Vi kan kanskje som tidligere nevnt gå ut fra at små «punktkilde»-skader av pigmentcellelaget ikke behøver å gi noen skade av tapper, staver eller nervøse elementer som leder synsimpulsene mot hjernen. Dette skyldes elementenes innbyrdes avstand og avstanden til stedet der strålingen absorberes og omsettes i varme. På den annen side har vi ikke gjort regning med funksjonelle skader som ikke umiddelbart blir synlige. Dertil kommer eventuell kumulativ effekt av gjentatt bestråling med strålingsflukstettheter under terskelverdiene. Derfor skulle en temperaturstigning på 3—4° C i fig. 2 forsøksvis kunne fastsettes som en rimelig sikker terskelverdi inntil sikrere opplysninger om alle akutte og kroniske skademekanismer foreligger.

Fig. 2 viser at for bestrålingstider på mer enn ca. 5 sek. er alle kurvene stort sett horisontale. For bilder på mellom 10 og 1000 μ i diameter kan vi i dette området som en brukbar tilnærmingsformel sette:

$$W_N \times d_N = 1 \qquad (1)$$

med den tillatte strålingsflukstetthet på netthinnen, W_N, i W/cm² og netthinnebildets diameter d_N (for ikke sirkulære overflater betegner d_N den største diameteren) i mm. Denne formelen gir ved utprøving på fig. 2 temperaturstigninger på mellom 1 og 4° C. Ved en billeddiameter på 5 μ ville formelen gi en verdi på W_N som bare svarer til en temperaturstigning på 0,6° C.

Fig. 2 kan også brukes for pulslasere med pulslengder på mer enn 10^{-4} sek. Da diagrammets anvendelse kanskje demonstreres best for et slikt tilfelle, tar vi med et eksempel basert på strålingsforsøk utført av Geeraets et al.[8] Et foto som viser netthinneskadene, er også tatt med hos Stigter.[6]

Et område av netthinnen med diameter 760 μ mottar i løpet av 30 msek. en strålingsenergitetthet på 4 J/cm². På fig. 2 ser vi at kurvene for netthinnebilder med diameter over 500 μ faller sammen for en abscisseverdi på 30 msek. Denne felleskurven har ved abcisseverdien 30 msek. en ordinatverdi på 1,7° C. Det vil si at en strålingsflukstetthet på 1 cal/cm² sek. ≈ 4 J/cm² sek. ved samme billedstørrelse og belysningstid vil gi en temperaturstigning på 1,7° C. Nå har vi imidlertid ikke 4 J/cm² sek., men 4 J/cm² i løpet av 30 msek., dvs. en strålingsflukstetthet på 135 J/cm² sek. Dette svarer da til en temperaturstigning på nærmere 60° C, som er over ti ganger høyere enn den fastsatte terskelverdi. Denne bestrålingen vil altså etter Vos' modell gi irreversibel netthinneskade. Av figur 6 hos Stigter[6] kan vi tydelig se denne netthinneskaden.

Beregning av strålingsflukstetthet på netthinnen

Det som nå gjenstår for at en skal kunne benytte Vos' modell i praksis, er å utlede formler for netthinnebildets utstrekning og for strålingsflukstettheten på netthinnen. Dette er gjort av Makous og Gould[2] og av Stigter[6,7]

A. Direkte bestråling

I et normalt røykfritt arbeidsrom kan en se bort fra atmosfærens innvirkning på strålen. Dette er imidlertid ikke tilfelle ved utendørsmålinger over lange avstander. Her kan foruten absorbsjon også andre fysisk-meteorologiske fenomener ha innflytelse. Ser vi i det følgende bort fra dette, — og da er vi i alle fall på den sikre siden —, er laserstrålens strålingsflukstetthet foran hornhinnen lik:

$$W = P/A_B \qquad (2)$$

der

W = laserstrålens strålingsflukstetthet foran hornhinnen (W/cm²).
P = laserens effekt (W).
A_B = laserstrålens tverrsnittflate foran hornhinnen (cm²).

På netthinnen blir strålingsflukstettheten:

$$W_N = \frac{P \cdot A_E \cdot t_\lambda}{A_B \cdot A_N} \qquad (3)$$

der

A_E = strålebuntens tverrsnittsflate bak pupillen (lik pupilleflaten dersom A_B er større enn denne; ellers lik A_B).
A_N = netthinnebildets overflate.
t_λ = den aktuelle bølgelengdes transmisjonskoeffisient i øyet foran netthinnen.

I det tilfellet at A_E er lik pupilleflaten lik $\pi\ D_E^2/4$ der D_E er pupillediameteren, kan vi med en gang se virkningen av belysningen i rommet der forsøket pågår. En minskning av D_E fra 7 mm i et mørkt rom til 2 mm i et lyst rom vil f. eks. minske strålingsflukstettheten på netthinnen med en faktor 12.

Vi betrakter så fig. 3 der:

D_L = laserstrålens diameter ved utgangen
Φ = laserstrålens åpningsvinkel
θ = laseråpningens vinkel sett fra øyelinsen
α_{min} = øyets angulære oppløsningsevne
R = avstand mellom øye og laseråpning
f = øyelinsens brennvidde.

Den angulære oppløsningsevne vil avhenge av pupilleåpningens diameter, men som en sikker verdi kan vi sette:

$$\alpha_{min} = 0{,}3 \text{ mrad}$$

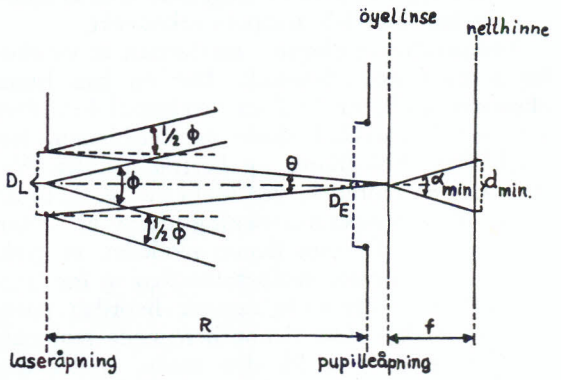


Fig. 3. Strålegangen fra laseren inn på øyet.

som gir en minste billeddiameter $d_{min} = 5\,\mu$ ved f = 1,7 cm. Vi betegner videre den minste av vinklene Φ, Θ og α_{min} med Min (Φ, Θ, α_{min}).
Vi ser på de størrelsene som inngår i formel (3).

Her er:

$$A_B = \pi (R\,\Phi + D_L)^2 / 4 = \pi (R\,\Phi + R\,\theta)^2 / 4 = \pi R^2 (\Phi + \theta)^2 / 4$$

A_N har av Solon et al.[9] vært betraktet som den største av:

$$\pi (f \cdot \theta)^2 / 4 \quad \text{og} \quad \pi (f \cdot \alpha_{min})^2 / 4$$

Som en *sikker* verdi kan derved W_N uttrykkes som:

$$W_N = \frac{4 \cdot t_\lambda \cdot P \cdot D_E^2 \cdot [\mathrm{Min}\,(\Phi\,,\,\theta\,,\,\alpha_{min})]^2}{\pi \cdot R^2 \cdot f^2 \cdot \Phi^2 \cdot \theta^2\,\alpha^2_{min}} \qquad (4)$$

dersom A_B er større enn pupilleåpningen. Denne formelen er også brukt av senere forfattere, Makous and Gould[2] og Stigter[6,7]. Den vil bli nærmere drøftet i neste avsnitt. At vi i formel (4) har erstattet ($\Phi + \Theta$) fra uttrykket for A_B med den største av disse to vinklene, gjør bare at vi derved har fått inn en ekstra, liten, sikkerhetsfaktor.

Dersom A_B er mindre enn pupilleåpningen, blir $A_B = A_E$, og :

$$W_N = \frac{P \cdot t_\lambda}{A_N} = \frac{4 \cdot t_\lambda \cdot P \cdot [\mathrm{Min}\,(\Phi\,,\,\alpha_{min})]^2}{\pi \cdot f^2 \cdot \Phi^2 \cdot \alpha^2_{min}} \qquad (5)$$

Denne formelen (5) vil også forklares nærmere i neste avsnitt.

I formel (4) blir det gjort en liten feil ved bare å ta med den del av strålen som forlenget treffer pupilleåpningen, mens den sterkeste brytningen i virkeligheten allerede finner sted ved hornhinnen. Denne feilen ligger på maksimalt mellom 0,5 og 1 mm. En kan imidlertid ved sikkerhetsberegninger kompensere for dette ved å sette D_E lik 0,4 cm i et godt opplyst rom, og 0,7 cm i et mørkt rom.

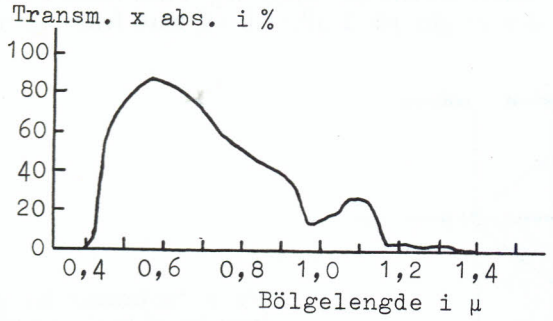


Fig. 4. Produktet av lystransmisjonen i øyet og absorbsjonen i pigmentcellelaget og årehinnen, i % som funksjon av bølgelengden.

Transmisjonskoeffisienten t_λ ligger i bølgelengdeområdet 0,45 til 0,9 μ nesten alltid over 0,75 (fig. 1). Det som imidlertid har betydning, er hvor stor del av strålingen som treffer netthinnen som blir absorbert. Av fig 4 ser vi at produktet av transmisjon og absorbsjon i dette området ligger over 0,40. Da dette tallet gjelder et «gjennomsnittsøye», er det likevel sikrest å sette $t_\lambda = 1$ i hele området.

I virkeligheten varierer strålingsflukstettheten gausisk over stråletverrsnittet, og enkelte lasere har i tillegg vilkårlige variasjoner i strålingsflukstetthet over tverrsnittet. Vi har her regnet laserstrålens tverrsnitt mellom de punkter der intensiteten er sunket til $1/e^2$ av sentrumsverdien og antatt at strålingsflukstettheten er jevnt fordelt over denne tverrsnittsflaten. På grunn av disse tilnærmelsene burde kanskje formelen til slutt korrigeres med en sikkerhetsfaktor. Imidlertid vil det være vanskelig å fastsette en slik sikkerhetsfaktor. En kan vise at den gjennomsnittlige strålingsflukstetthet ved en gaussisk fordeling er omtrent halvparten av den maksimale. På den annen side virker denne maksimale strålingsflukstetthet over et minimalt areal, og er derfor ikke så kritisk. Dessuten har strålingstverrsnittets randområde atskillig mindre strålingsflukstetthet enn den vi har regnet med. En sikkerhetsfaktor på 2 skulle sett på denne bakgrunn være unødig stor. På den annen side er det vanskelig å si hvilken vekt en skal legge på de vilkårlige variasjoner i strålingsflukstetthet over tverrsnittet.

Formlene (4) og (5) brukes også dersom laserstrålen først passerer et linsesystem. Da er Φ og Θ de tilsvarende vinkler i forhold til den siste utgangslinsen, og R er avstanden til denne linsen. For plane speil i strålegangen kan også formel (4) brukes med R som avstanden fra observatøren til speilet pluss avstanden fra speilet til laseren. Formel (5) brukes eventuelt som før.

Drøfting av formlene for strålingsflukstetthet

Netthinnebildet ved laserstråling kan konstrueres ved å betrakte strålen som om den inneholdt flere strålebunter med parallelle stråler. De ytre strålebunter og midtstrålen er vist på fig. 5 (overdrevet, da Φ alltid er meget min-

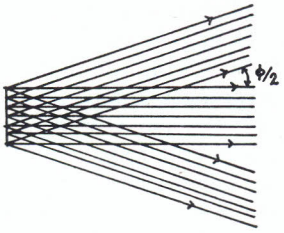


Fig. 5. Skjematisk bilde av laserens lysutsending.

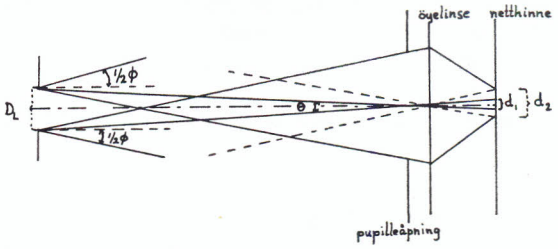


Fig. 7. Strålegangen fra laseren inn til netthinnen slik den tidligere har vært konstruert, d_1, med korreksjon for den ytre strålegang, d_2.

dre enn her). Denne metoden er brukt av Stigter[10].

La oss først betrakte det tilfellet at laserstrålen akkurat dekker pupilleåpningen. Dette er grensetilfellet for både formel (4) og (5) i forrige avsnitt, og begge formlene skulle derfor gjelde her. Netthinnebildet blir som vist ved konstruksjonen på fig. 6. Dersom $\Phi > \alpha_{min}$, ser vi at netthinnebildets diameter (når aberrasjoner og andre linsefeil neglisjeres) blir lik $f \cdot \Phi$. Dette gjelder også om pupilleåpningen er større, dvs. om laserstrålen ikke dekker hele pupilleåpningen. Dersom $\alpha_{min} > \Phi$, blir netthinnebildets diameter lik $f \cdot \alpha_{min}$. Alle disse tilfellene passer med formel (5). Imidlertid stemmer ikke formel (4). Under utledningen av denne formelen var netthinnebildets diameter satt som den største av $f \cdot \Theta$ og $f \cdot \alpha_{min}$, mens vi her har sett at den skal være lik $f \cdot \Phi$ når $\Phi > \alpha_{min}$ og laserstrålen akkurat dekker pupilleåpningen.

Hva denne uoverensstemmelse skyldes, går frem av fig. 7, der vi går ut fra at $\Phi > \Theta > \alpha_{min}$. Konstruksjonen er foretatt på tilsvarende måte som på fig. 6. Solon et al.[9] har brukt den konstruksjonen som gir netthinnebildets diameter $d_1 = f \cdot \Theta$, mens vi i virkeligheten også får stråling i området mellom d_1 og d_2. Imidlertid vil strålingsflukstettheten på netthinnen variere i området mellom d_1 og d_2, og $W_N \rightarrow 0$ i d_2's randområde. Denne variasjonen er vanskelig å beregne, og beregninger vil dessuten kompliseres ved at en har Fraunhofersk diffraksjon ved randen av pupilleåpningen. Dessuten vil det være vanskelig å sammenligne et netthinnebilde der strålingsflukstettheten er ujevn, med teorien (Vos' modell) som forutsetter jevnt belyste netthinnebilder.

I området mellom d_1 og d_2 vil ikke hele laserstrålen bidra til strålingsflukstettheten som derved her vil være mindre enn innenfor d_1. Men etter hvert som mer av laserstrålen faller på pupilleåpningen, vil samtidig også mer av laserstrålen gi bidrag til dette mellomområdet. Denne prosessen vil foregå kontinuerlig inntil hele laserstrålen faller på pupillen og hele laserstrålen da også vil bidra til hele strålingsflukstettheten innen d_2. d_2 vil da ha nådd verdien $f \cdot \Phi$, og ved denne verdien vil formlene (4) og (5) falle sammen. Her vil vi også ha den største feilen i formel (4) dersom den opprinnelige verdi for netthinnebildets diameter, $f \cdot \Theta$, blir brukt — kan den komme opp i en faktor av størrelsesorden 100.

På den annen side vil imidlertid likevel ikke netthinnens likevektstemperatur bli så forskjellig om en har større bestrålt flate og større W_N. Derfor gjør en neppe så svært stor praktisk feil med hensyn til sikkerhet mot strålingsskader dersom en bruker W_N i den formen (4) den er gitt på. I alle fall vil bare feilen gjøre

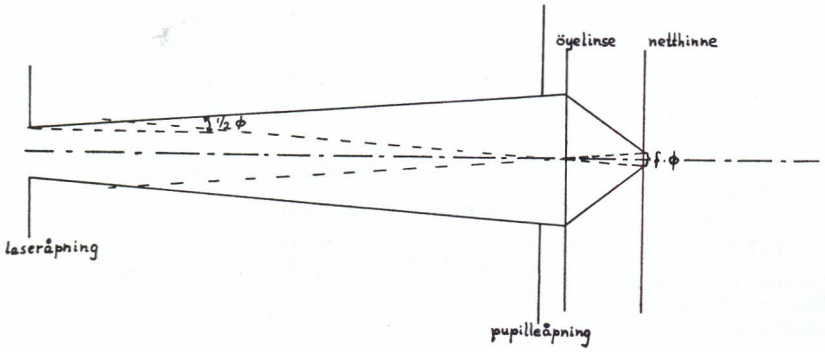


Fig. 6. Strålegangen fra laseren inn til netthinnen når laserstrålen akkurat dekker pupilleåpningen.

seg utslag i en ekstra sikkerhetsfaktor. Vi ser nemlig at ved de forhold der formel (1) gjelder, er bestrålingen mindre kritisk jo større areal av netthinnen den fordeler seg på, og samme tendens vil en ha selv om formel (1) ikke gjelder eksakt. I regneeksemplet nedenfor viser det seg at en strålingsflukstetthet som er ca. 65 ganger for høy, gir seg utslag i en temperaturstigning på netthinnen som er ca. 2,8 ganger for høy.

Makous og Gould[2] har også undersøkt hvilken virkning øyets akkomodasjonsevne har på størrelsen av α_{min}, i og med at f_a/f (der f_a er det akkomoderte øyets brennvidde) aldri er mindre enn 0,8. Akkomodasjonen influerer også på netthinnebildet slik at dersom bildet ved akkomodasjon ikke er fokusert på netthinnen, vil dette føre til større netthinnebilde og mindre W_N. På samme måte som i det foregående vil dette bare gi en ekstra sikkerhetsfaktor, som vil være begrenset av øyets akkomodasjonsevne.

(Forts. neste hefte)

Bøker

Konopinski, Emil Jan: Classical Descriptions of Motions. 504 s. Utgiver: W. H. Freeman and Company ltd. Publisert februar 1970.

Som tittelen sier, inneholder boken en beskrivelse av den klassiske mekanikk. De første 100 sidene behandler ordinær partikkeldynamikk og de neste 50 sidene beskriver klassisk støt- og spredningsteori. I de derpå følgende 170 sider føres den mekaniske beskrivelsen over på Lagrange — Hamilton — Jacobi's form, og dette avsnittet ender opp med matrise-framstilling av rotasjonsbevegelse. Resten av boken fortsetter på samme nivå, og gir en avansert klassisk beskrivelse av svingnings- og bølgelære. Alle avsnittene i boken ender med øvingsoppgaver.

I forordet til boken står bl. a. følgende: «This book is addressed to students who wish to arrive at the frontiers of present-day Physical Theory as expeditiously as possible». Denne karakteristikken som forfatteren selv har gitt, dekker også anmelderens syn på boken. På grunn av den raske framdriften i starten av boken blir den noe for spinkel til bruk som lærebok for den elementære mekanikkundervisningen. Derimot skulle boken egne seg godt som oversiktsbok på et mer avansert undervisningsnivå.

Anmelderen har ikke funnet noen vesentlige mangler eller feil i boken. Tekst, indekser og figurer er i klart trykk.

Asbjørn Solheim.

J. Fox, Ed.: Proceedings of the Symposium on Turbulence of Fluids and Plasmas, New York, 1968.

Boken inneholder de fleste foredragene ved et symposium om turbulens i væsker og plasma som ble holdt 16.–18. april 1968 ved Polytechnic Institute of Brooklyn. Ved dette institutt holdes det årlig symposier med tilknytning til mikrobølgeteknikk.

Turbulens i plasma omfatter en videre klasse av fenomener enn den vanlige hydrodynamiske turbulens. Dette skyldes de mange forskjellige oscillasjoner som kan eksiteres i et plasma, og som ved endelige amplityder vekselvirker og gir opphav til turbulens. De fleste artiklene omhandler turbulens i plasma, men for å ha utbytte av artiklene i denne bok bør man nok på forhånd ha et visst kjennskap til dette område.

Artikkelutvalget virker noe tilfeldig, og det er neppe forfatternes beste arbeider som er tatt med. Det er en viss overvekt av artikler om mikrobølgeforplantning i turbulente medier, men det er også artikler av nokså generell karakter. Ett av foredragene som kunne egnet seg som en presentasjon av aktuelle problemstillinger innen f. eks. svak plasma turbulens er imidlertid bare representert ved sammendraget. Noen spesialiteter som turbulens i den solare vind og i fast stoff plasma er også tatt med.

Man bør merke seg bokens innledning hvor representanter for de militære forskningsorganisasjoner som støttet symposiet gir uttrykk for sitt syn på samarbeidet. Spesielt interessant er det å merke seg brigadegeneral C. D. Y. Ostrom jr.'s entusiasme for den forsvarsorienterte grunnforkning ved universitetene, som sammen med den militære R(esearch) & D(evelopment) kan bidra til å gi «.... our troops sufficient advantage over an enemy who is operating in his own environment but equipped with fairly unsophisticated, often primitive, hardware»!

Ø. Holter.

H. H. Aly (editor): Lectures on particles and fields. Gordon and Breach, 1969. 377 sider. Pris $ 14.40.

Tittelen synes å indikere at det her dreier seg om et referat fra en sommerskole, hvilket imidlertid ikke er tilfelle. Boken er en samling av oversiktsartikler over utvalgte deler av elementærpartikkelfysikken og er beregnet på forskere og viderekomne studenter som ønsker å holde seg orientert om fremskritt på fagområdet.

Boken inneholder fire artikler om summeregler i elementærpartikkelfysikken; videre behandles Venezianomodellen for mesoner, fenomenologiske hadronkoblinger, feltteori med ubestemt metrikk, singulære vekselvirkninger i urelativistisk kvanteteori og kvantefeltteori, optisk modell for virtuelle mesoner, indre struktur for leptoner samt desintegrasjon av K-mesoner.

Forfatterne av de forskjellige artiklene er alle eksperter på de respektive fagområder, og det synes som om de har lagt mye arbeid i å gi en så nøyaktig, men samtidig klar og lettlest, fremstilling som mulig. Det må nok likevel sies at en skal være temmelig vel bevandret i teoretisk elementærpartikkelfysikk for å kunne lese alle artiklene i boken med utbytte og moderate anstrengelser.

Arne Reitan.

Chopra, K. L.: Thin film phenomena. 844 sider. 235 s. Mc Graw-Hill 1969.

Denne boken har i følge omslaget som målsetting å gi en «comprehensive, up-to-date, exhaustively referenced and critical account» om fysiske fenomener som er typiske for tynne filmer. Det generelle inntrykket er at dette har lykkes uten at boken har vokst ut over en urimelig ramme, og forfatterens eget innledende sitat fra Shakespeare's «Romeo og Julie» kan i grunnen passe godt også for en anmelder:

> No, 'tis not so deep as a well, nor so wide as a churchdoor, 'tis enough, 't will serve.

Tynne filmer har stor interesse både fra et fundamentalt synspunkt (som to-dimensjonale systemer) og for en rekke anvendelser (diverse elektroniske komponenter, magnetiske hukommelser, filtere, antirefleksjonsbelegg etc., etc.), og det turde derfor være et stort behov for en bok av denne typen. Det eksisterer en rekke oversiktsverker for forskjellige aspekter av tynne filmers fysikk og teknologi, men ingen samlet oversikt som er tilnærmelsesvis så up-to-date som denne boken.

Forfatteren starter med en gjennomgåelse av metoder for fremstilling og preparering av filmer samt med en diskusjon av filmers mekaniske og strukturelle egenskaper. Videre er transportegenskaper til forskjellige typer filmer diskutert, spesielt er supraledning og tunnelingsfenomener behandlet i et eget kapittel. Til slutt er ferromagnetisme og optiske egenskaper behandlet.

Det er vanskelig å gi en rettferdig faglig vurdering av alle sider ved en slik bok siden så mange områder av fysikken blir berørt, men bedømt etter kapitlene om elektron-transport og supraledning gir boken greie og oversiktlige innføringer med en lang rekke referanser (ajourført til 1968) og data. Forfatteren har lagt stor vekt på enkle fysiske forklaringer uten å gå i detaljer med teoretiske problemer, og dette sammen med en oversiktlig presentasjon av en mengde eksperimentelt arbeid, gjør boken til et verdifullt hjelpemiddel for alle som arbeider med tynne filmer. Trykk, tabeller og illustrasjoner er meget tiltalende.

Tore Amundsen.

Thomas L. Swihart: Astrophysics and Stellar Astronomy, 299 pp. John Wiley & Sons, Inc., New York, 1969.

Boken er beregnet som tekst til et kurs i astrofysikk på universitetsnivå. Den må nødvendigvis kun konsentrere seg om hovedtrekkene og de viktigste prinsippene i astrofysikken. Som nevnt i sitt forord har forfatteren bestrebet seg mer på å skrive en lærebok enn å gi en oversikt over de siste data og de nyeste spekulasjonene. Disponeringen av stoffet har vært vanskelig, men er løst tilfredsstillende, og fremstillingen er meget klar.

Boken er delt i 5 kapitler. Det første behandler grunnleggende strålingsteori, exitasjon og ionisasjon av atomer. Kjernereaksjoner som energikilde i stjerner blir også kort beskrevet. De to neste kapitlene dekker en del elementære emner innen astronomien, som for eksempel måling av avstand, lysstyrke og bevegelse av vanlige stjerner. og dessuten de mere spesielle informasjoner vi kan få fra dobbeltstjerner og variable stjerner. Denne første del av boken er ment å være en innledning til de to siste og viktigste kapitlene. Det første av disse gir blant annet en oversikt over stjernenes oppbygning og deres utvikling i tid. Her er også en beskrivelse av interstellar materie og dens innvirkning på lys som passerer. Det andre gir først en oversikt over galaxer: deres stjerneinnhold og struktur, avstand, masse og utvikling; og til slutt diskuteres teorier for universet som et hele.

Verdiene av de vanligst benyttede konstanter samt endel tabeller er samlet i appendix. Etter hvert kapittel finner man en rekke problemer og referanser. Løsningene på problemene pluss et godt index finnes bakerst.

Boken vil egne seg bra som lærebok til et kurs i astrofysikk for den som ønsker noe mer enn bare en beskrivende innføring i astronomi. Forkunnskaper i matematikk og fysikk vil være en fordel ved lesning av boken.

Rolf Stabell.

A. Schawlow (ed.): Lasers and light, Readings from Scientific American, Freeman & Co. 1969. 376 pp. $ 5.95.

Blaserte fysikere imellom oppfattes kombinasjonen opptikk-Scientific American som en bastard av to mindreverdigheter. Her fins få, om noen, av de krypter som preger litteraturen forøvrig, og qua vitenskap regnes jo optikken til de mer astmatiske. I ly av slike betraktninger — som er basale for fysikkundervisningen ved våre universiteter — har optikken gjennomgått en renessanse etter krigen. Det begynte for alvor i 1950-årene med utviklingen av Fouriermetoder og korrelasjonstekniker til henholdsvis billeddannelse og spektralanalyse, og har foreløpig kulminert i 1960-årene som følge av at koherente lyskilder (lasere) er blitt tilgjengelige.

Den foreliggende samling artikler, fra årene 1958-68, er en mektig gjenspeiling av de optiske vitenskaper av idag, og antyder hvilken forbredning optikken har opplevd såvel faglig som spektralt. Artiklene er samlet i syv kapitler: Lys, Billeddannelse og deteksjon, Kjemiske og biologiske virkninger av lys, Lys og syn, Usynlig lys, Lasere, Anvendelser av lasere. Emnevalget er vidtfemnende, med forfattere som nyter internasjonal anerkjennelse. Navn som Feinberg («Lys»), Weisskopf («Hvordan lys vekselvirker med materie»), Bloom («Optisk pumping»), L. Bragg («Røntgenkrystallografi»), Murray og Westphal («Infrarød astronomi»), Schawlow («Lasere»), Hartmann («Fotonekko»), Leith og Upatniehs («Holografi») o. a. vil være kjente for mange. Redigeringen gir boken en viss tråd, i og med at redaktøren gir en samlende oversikt foran hvert kapittel. Til tross for åpenbare hull, man savner f. eks. totalt en presentasjon av lysets statistiske egenskaper og disses anvendelser i korrelasjonseksperimenter (Hanbury Brown–Twiss effekten o. l.) og stellar interferometri, ligger bokens styrke fremfor alt i bredden, samt i en klar og billedlig presentasjon. For den som en gang har latt seg fascinere av diffraksjonsringer fra gatelykter observert gjennom et dugget bussvindu vil boken være en gullgruve.

Svein Otto Olsen.

R. E. Marshak, Riazuddin and C. P. Ryan: Theory of weak interactions in particle physics. Wiley — Interscience, 1969. 761 sider. Pris 285 s.

Denne boken om svake vekselvirkninger danner bind 24 i serien «Monographs and Texts in Physics and Astronomy». Allerede på grunnlag av forfatternes navn kan en slutte seg til at det her foreligger et verk av høy kvalitet, og som antallet av sider i boken indikerer, gis det en meget grundig behandling av emnet.

Som tittelen viser, er boken av teoretisk art, men den er også skrevet med henblikk på eksperimentalfysikere som arbeider på dette forskningsfelt. Av den grunn er de to første kapitler i boken lagt opp som en slags oppvarming for de problemer som er bokens hovedemner. Det ene av disse første kapitler inneholder en del historisk stoff og setter de svake vekselvirkninger i sammenheng med resten av partikkelfysikken, det andre er en innføring i det matematiske apparat som benyttes i resten av boken.

Den vesentligste del av boken er viet de forskjellige aspekter av teorien om en universell vektor- og aksialvektorkobling for svake vekselvirkninger. Denne benyttes først for rene leptonprosesser, som ikke forstyrres av sterke vekselvirkninger. Dernest behandles prosesser hvor både leptoner og hadroner er involvert, og endelig de rene hadronprosesser. Det er hva de siste prosesser angår at de alvorligste teoretiske problemer oppstår, og forfatterne har vært meget omhyggelige med å diskutere både suksesser og begrensninger for de forskjellige teoretiske modeller som betraktes. I det hele tatt er det ett av de mest tiltalende trekk ved denne boken at forfatterne over alt foretar en konfrontasjon mellom teori og eksperimenter og synes å være lite interesserte i såkalt «ren» teori.

Bokens siste kapittel behandler den nå ikke lenger så nye idé om at de svake vekselvirkninger bæres av en partikkel (W-bosonet), på samme måte som at fotonet bærer de elektromagnetiske vekselvirkninger. Som kjent er denne bærer av de svake vekselvirkninger ennå ikke observert, men forfatterne diskuterer en del eksperimenter som kan gjøres i den forbindelse.

Det må antas at denne boken i mange år blir stående som den viktigste lære- og oppslagsbok når det gjelder svake vekselvirkninger, og at ingen annen forfatter vil ha mot til å skrive en lignende før det eventuelt foreligger viktige nye oppdagelser innen dette forskningsfelt.

Arne Reitan.

Bradley, C. C.: High Pressure Methods in Solid State Research, 176 sider, pris £3, Butterworths 1969.

Eksperimenter under høyt trykk er attraktive i faststoffysikken fordi en av forandringene i materialenes gitterstruktur, ledningsevne, osv., kan få bedre forståelse av bindingsmekanismer og elektronstruktur. Verdifulle materialer så som diamant av grafitt kan også syntetiseres under trykk. Denne boka gir en grei oversikt over de eksperimentelle metoder som brukes til å oppnå ekstra høye trykk. Trykk opp til ca. 10 Kb (1 Kilobar ≈ 1000 atmosfærer) er forholdsvis kurant. Men flytegrensen for godt stål ligger på 10–15 Kb slik at høyere trykk bare kan oppnås i apparatur der konstruksjonen er forspent eller der belastning bare over en liten del av en stempelflate hindrer flyting. Ca. 30 Kb er grensen for hydrostatisk trykk. Over det må salter brukes til trykkoverføringsmedium, og det gir inhomogene og vanskelig målbare krefter. Trykk-«rekorden» er av størrelsesorden 500 Kb. Diamantsyntese er gjort ved 60 Kb og 2000 °C.

Jeg tror ikke det gjøres fysikalske eksperimenter ved så høye trykk som 10 Kb i Norge, men denne vesle boka vil være til god nytte for dem som overveier å gå inn i dette interessante feltet.

Ivar Svare.

Alf Modvar: Slaget om solen. Gyldendals Fakkel, kr. 12,50.

Dette er en morsom og interessant bok. Forfatteren har studert det tilgjengelige materiale om kjetterprosessen mot Galilei, kanskje under sitt studieopphold ved Vatikanbiblioteket i Roma. Han har også studert og siterer over 30 arbeider som henger sammen med hans emne, utviklingen gjennom århundrene frem til det såkalte kopernikanske verdensbilde: Solen er midtpunktet og planetene beveger seg omkring den.

Han kommer da til mange, i alle fall for anmelderen, nye og oppsiktsvekkende resultater, som har røtter helt tilbake til 1100-tallet, da Aristoteles' skrifter ble kjent i latinsk oversettelse og vakte en bølge av begeistring i Europa. Men mange av Aristoteles' påstander er «hedenske» og stemmer ikke med den kristne lære, og det skapte strid. Det skyldes Thomas Aquinas at striden ble løst på den måten at han modifiserte den aristoteliske filosofi så den passet til de kristne dogmer.

I tiden til Copernicus i 1543 publiserte sin teori om det heliosentriske verdensbilde, skjedde det meget som banet veien. Skjønt dette var i strid med både Arisoteles og med kirkens lære, vant det allikevel tilhengere i mange kretser. Copernicus unngikk inkvisisjonen, fordi hans venn Osiander, som hadde overtatt ansvaret for trykningen av hans bok, for egen regning hadde satt inn et ekstra, anonymt forord, hvor det hele ble betegnet som en hypotese, underforstått at det ikke var sant. Selv paven viste stor interesse for teorien, og det var bare mulig, fordi den var en «hypotese».

Da Galilei publiserte sin bok Sidereus Nuncius i 1610, som inneholder hans observasjoner med teleskopet, var Copernicus' «hypotese» fullt legalt diskusjonsstoff og forfatteren spør seg: Hvorfor ble Galilei anklaget, når Copernicus gikk fri? Her er det interessant å følge forfatterens beretning om hvordan venner og fiender arbeidet. Til og med paven støttet Galilei. Inntil Galilei selv ødela for seg ved å sette inn i sin bok: Dialogo sopra i due massimi sistemi del Mondo-Tolemaico, e Copernicano, 1632, noen bemerkninger som åpenbart latterliggjorde paven. Galilei ble så innstevnet for inkvisisjonen, etter pavens initiativ, mener forfatteren, og dømt 1633 til å avsverge troen på det heliosentriske system og til å erklære at han var en tilhenger av Ptolemaios.

Forfatterens konklusjon er at denne prosess og dommen ikke skyldes kirkens hevdelse av dogmatikken, men er mere en personlig hevnakt av paven mot Galilei.

Boken er, som nevnt, morsom og interessant, og den den kan anbefales på det beste.

J. Holtsmark.

Konferanser 1971

29 June - 1 July
25th Anniversary Meeting of the Electron Microscopy and Analysis Group
Cambridge, UK
The Meetings Officer, IPPS, 47 Belgrave Square, London SW1

29 June - 2 July
3rd International Symposium on Molecular Beams
Cannes, France
F. M. Devienne, Laboratorie de Physique Moléculaire des Hautes Energies, B.P. 2, F-06 Peymeinade

30 June - 6 July
Amsterdam Internasjonal Conference on Elementary Particles
Amsterdam, The Netherlands
Miss E.W.D. Steel, Conference Secretary, CERN, CH-1211 Geneva 23, Switzerland

3 - 10 July
4th International Conference on Science and Society — Man and his Environment
Herceg-Novi, Yugoslavia
Konferencija Nauka i Drustvo, Organizacioni odbor, POB 163, Belgrade

5 - 10 July
7th International Conference on General Relativity and Gravitation
Copenhagen, Denmark
C. Møller, Nordita, Blegdamsvej 17, DK-2100 Copenhagen Ø

6 - 9 July
3rd Annual Conference of the Atomic Spectroscopy Division (EGAS)
Reading, UK
G.W. Series, J.J. Thomson Physical Laboratory, Whiteknights, Reading RG6 2AF, Berkshire

7 - 9 July
Rutherford Centennial Symposium on The Structure of Matter
Christchurch, New Zealand
B. G. Wybourne, Physics Department, University of Canterbury, Christchurch

7 - 11 July
Nucleons and Weak Interactions Zagreb, Yugoslavia
D. Tadic, Institute «Ruder Boskovic» POB 1016, Zagreb

8 - 11 July
Nuclear Three Body Problem
Budapest, Hungary
Eötvös Lorand Physical Society, Szabadsag-tér 17, Budapest V

9 July
Photon-Phonon Interactions
York, UK
The Meetings Officer, IPPS, 47 Belgrave Square, London SW1

19 - 23 July
2nd International Conference on Light Scattering in Solids
Paris, France
M. Balkanski, Laboratoire de Physique des Solides, Tour 13, Faculté des Sciences, 9 quai Saint-Bernard, F-75 Paris 5e

21 - 23 July
Visual Performance When Using Optical Instruments
Munich, Federal Republic of Germany
H. A. W. Schober, Institut für Med. Optik, Universität München, Barbarastrasse 16, D-8 Munich 13

26 - 31 July
7th International Conference on the Physics of Electronic and Atomic Collisions
Amsterdam, The Netherlands
J. Kistemaker, FOM-Instituut voor Atoom- en Molecuulfysica, Kruislaan 407 Amsterdam-Watergraafsmeer

31 July - 13 August
Aurora and Airglow
Moscow, USSR
A. Omholt, Institute of Physics, University of Oslo, Posthops 1048, Blindern, Oslo, Norway

2 - 6 August
International Seminar on Statistical Mechanics and Field Theory
Haifa, Israel
R. N. Sen, Department of Physics, Technion - Israel Institute of Technology, Haifa

Sommerskoler 1971

28 June - 10 July
International Summerschool on Low Temperature Physics
Grenoble, France
B. Dreyfus, Centre de Recherches sur les Très Basses Températures, Cedex 166, F-38 Grenoble

July
Interaction of Energetic Charged Particles with Solids
Ankara, Turkey
E. Inonü, Middle East Technical University, Ankara

4 July - 28 August
Particle Physics
Les Houches, France
Ecole d'Eté de Physique Théorique F-74 Les Houches

5 - 17 July
Material Properties of Solids
Varerna, Italy
Società Italiana di Fisica, Via L. degli Andalò 2, I-40124 Bologna

19 - 31 July
Development and Boundaries of Nuclear Physics
Varenna, Italy
Società Italiana di Fisica Via L. degli Andalò 2, I-40124 Bologna

24 - 28 July
Summerschool on Nuclear Physics
Joensuu, Finland
E. Riihimäki, Research Institute for Theoretical Physics, Siltavuorenpenger 20 B, 00170 Helsinki 17

25 - 30 July
Statistical Mechanics and Field Theory
Haifa, Israel
R. N. Sen, Department of Physics, Technion - Israel Institute of Technology, Haifa

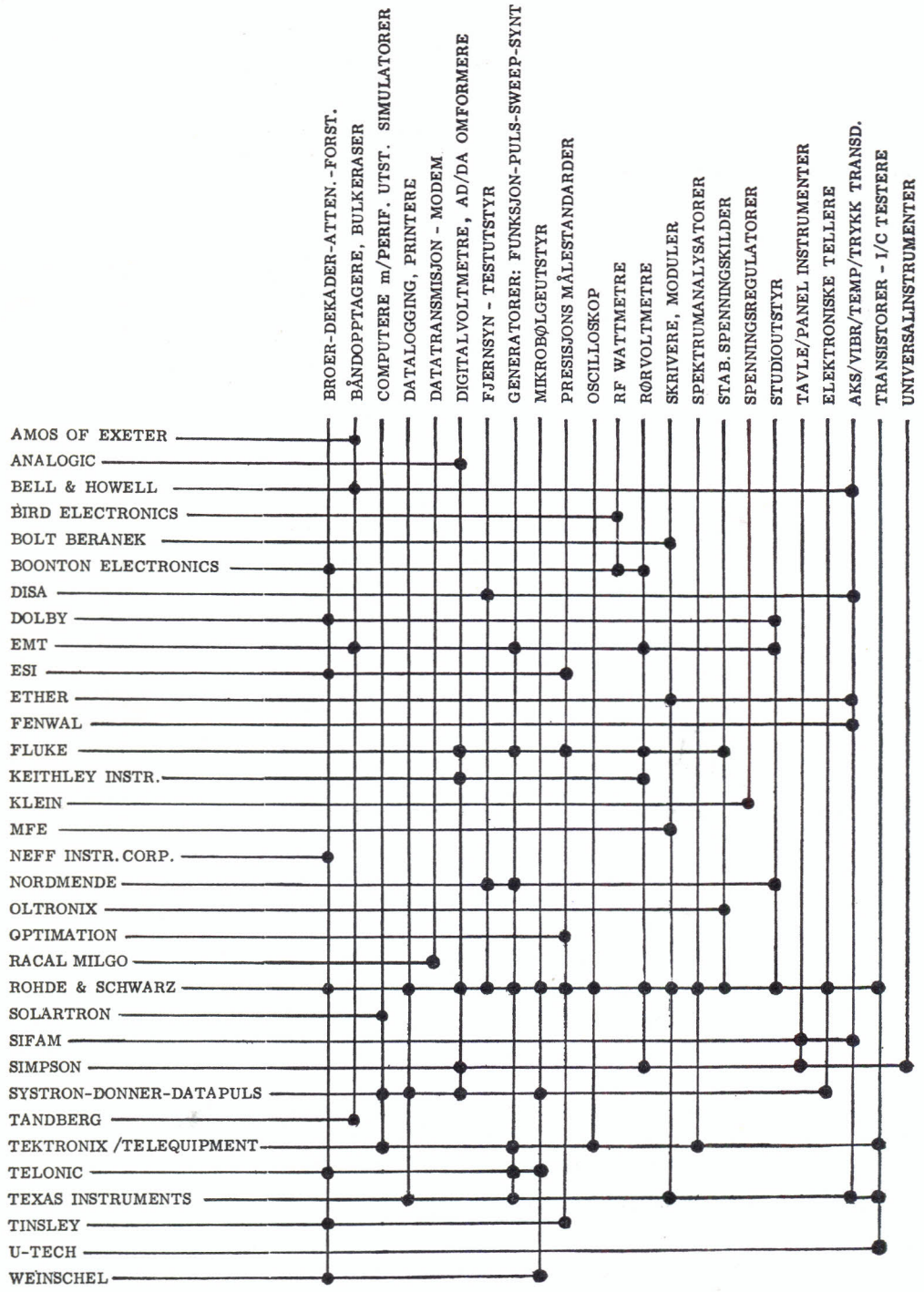
2 - 14 August
Developments in High Energy Physics
Varenna, Italy
Sicietà Italiana di Fisica Via L. degli Andalò 2, I-40124 Bologna

2 - 20 August
Atoms and Molecules in Astrophysics
Stirling, Scotland, UK
A.S. Dickinson, Department of Physics, University of Stirling, Stirling

2 - 20 August
Seminar Course on Computing as a Language of Physics
Trieste, Italy
The Deputy Director, International Centre for Theoretical Physics, POB 586, I-34100 Trieste

Instrumentprogram

Vennligst kontakt oss hvis De ønsker tilsendt kataloger eller datablader.



M&CO

MORGENSTIERNE & CO A/S

INGENIØRFIRMA

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

Fra Fysikkens Verden

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

Redaksjonskomite:
Rektor Finn Berntsen, Strinda Høg. Almenskole, Trondheim.
Universitetslektor Wilhelm Løchstøer, Universitetet, Blindern.
Forsker dr. philos. Olav Steinsvoll, Institutt for Atomenergi, Kjeller.
Dosent Leif Owren, Ph. d., Universitetet i Bergen.
Dr. techn. Helge Øverås, CERN Genéve.

Norsk Fysisk Selskap

Formann: Dr. philos. Tormod Riste

Styre: Dosent Arnfinn Graue
Cand. real. Gunnar J. Kvifte
Dosent Thormod Henriksen
Dosent Ivar Svare

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

Postgirokonto: 88388 Bankgirikonto: 8601 - 236880

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

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

Sekretær: Gudrun Græsmann
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