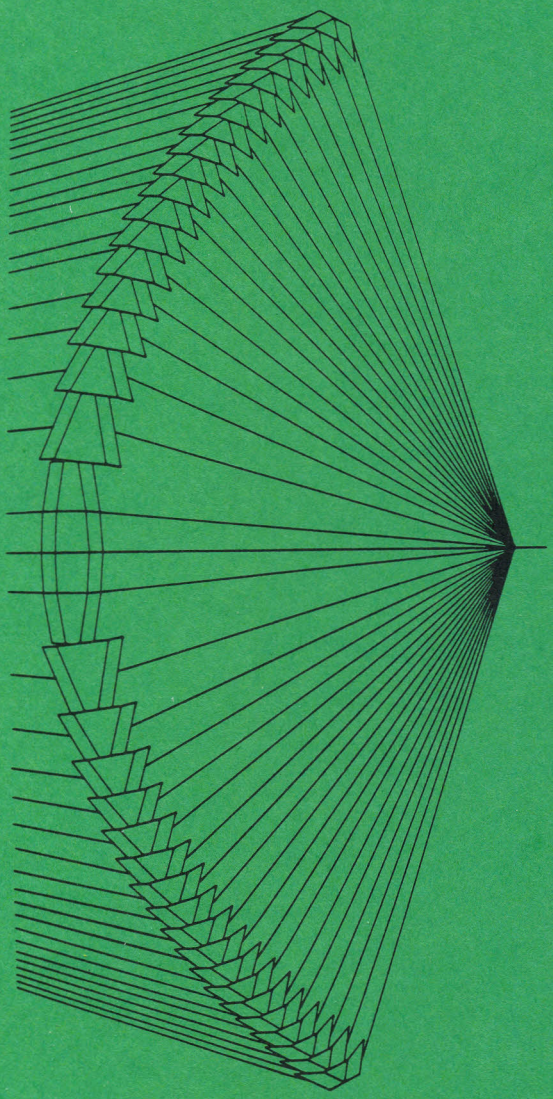
Fra Fysikkens Verden

UTGITT AV NORSK FYSISK SELSKAP



INNHOLD

Harald Wergeland 70 år	1
Professor Hole trekker seg tilbake	2
Professor i fysikk	2
Fra redaktørene	3
Reisestipend	3, 24
4 på 12	3
Bølger i brennpunktet	4
Etterutdanningskurs	16
Teknologisk orienterte studium	16
Ny fagplan	16
Innkalling til årsmøte 1982	16
Solas kjerne ...	17
Radiogalakser og svarte hull	17
Brev fra leserne	18
Fysikkfagets rolle i skole og samfunn	19
Nye medlemmer	24
Nytt fra institusjonene	24
Bøker	24

Bølger i brennpunktet.

Nr. 1 - 1982
44. årgang
ISSN-0015-9247

Institutt for energiteknikk

KURSSENTERET

KURS I DATABEHANDLING VÅREN 1982

19/4-30/4 PASCAL
3/5-14/5, 25/5-28/5 FORTRAN (ekstrakurs)

Nærmere opplysninger og søknadsskjema fås ved henvendelse til
Kurssekretær Gerd Jarrett
Kurssenteret
Institutt for energiteknikk
Boks 40, 2007 Kjeller **Tlf. (02) 712560**

Fra Fysikkens Verden i Tapir:

- BLØTEKJÆR: LASEREN
  1980, 352 sider, kr. 190,-
- BØE: NATURVITENSKAP – SKOLE – SAMFUNN
  1982, 80 sider, kr. 60,-
- KNUTSEN: FORMLER OG DATA I FYSIKK
  1978, 144 sider, kr. 37,-

Ha også for hånden de to publikasjonene fra Norsk fysikkråd:

- FYSIKKENS ROLLE I DAGENS SAMFUNN
  1980, 56 sider, kr. 36,-
- SKOLEUNDERSØKELSE I FYSIKK
  1981, 118 sider, kr. 68,-

TAPIR UNIVERSITETET I TRONDHEIM, 7034 TRONDHEIM–NTH

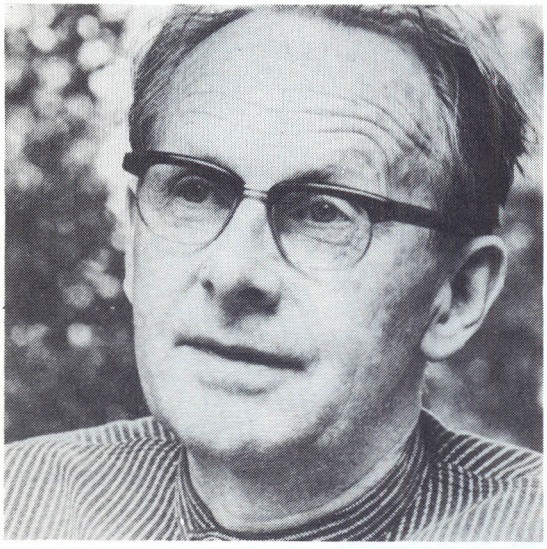
Fra Fysikkens Verden

Utgiver: NORSK FYSISK SELSKAP

Nr. 1 - 1982

Redaktører: KNUT JOSTEIN KNUTSEN og HANS KOLBENSTVEDT
Redaksjonssekretær: HALVARD TORGERSEN

44. årgang
ISSN-0015-9247



Harald Wergeland 70 år

Vår fremste teoretiske fysiker, professor Harald Wergeland fylte 70 år 14. mars i år. Wergeland kom inn i den teoretiske fysikk fra kjemien mot slutten av «gullalderen» i atomfysikken like før krigen. Det er karakteristisk for den bredde i vitenskapen som alltid har preget Wergeland, at han i mange år som teoretisk fysiker holdt kontakten til kjemien ved like. Samtidig som han arbeidet på sin kjernefysiske doktoravhandling, publiserte han arbeider om overflatediffusjon, om lithiumhydrid og lithiumdeuterid og om ioner i oppløsning.

For de mange av oss som etter hvert fikk den glede å være Wergelands elever, studenter og kanskje også medarbeidere, er Wergelands kunnskaper innenfor mange vitenskapsområder alltid imponerende. Hans arbeidsområder innenfor den teoretiske fysikk har omfattet kjernefysikk, strålingsteori, kosmisk stråling, akustikk, termodynamikk og kan hende fremfor alt statistisk fysikk. Foruten at han har gitt mange av oss del i sine betydelige matematiske kunnskaper.

Wergeland har gitt betydningsfulle bidrag til den teoretiske fysikk innenfor sine mange arbeidsområder. Han har på en bemerkelsesverdig måte maktet å følge utviklingen i fysisk tenkning innenfor en disiplin som stadig undergår nye forandringer i takt med utfordringer fra den eksperimentelle fysikk. Han har maktet å destillere klare resultater av varig verdi fra en stadig raskere voksende vitenskapelig litteratur, resultater til å bygge videre på.

Da Wergeland ble professor ved Norges tekniske høgskole i 1946, var Linjen for teknisk fysikk opprettet og den teoretiske fysikk skulle bygges opp fra grunnen av. Og det Institutt for teoretisk fysikk som Wergeland bygget opp, kom etter hvert til å bety så meget for fysikken ved Universitetet i Trondheim og for fysikken i Norge. En hel generasjon av teoretiske fysikere fikk her sin grunnutdannelse for etter hvert å få anledning til å studere ved læresteder i utlandet.

Og det internasjonale vitenskapelige samarbeid ligger Wergelands hjerte nær. Han arbeidet ivrig for opprettelsen av CERN, og det må særlig i jubileumsåret for NORDITA være på sin plass å trekke frem den betydningsfulle innsats Wergeland gjorde

sammen med Holtsmark og Hylleraas for å gjøre de norske myndigheter vennlig stemt overfor dette forslag om nordisk samarbeide innenfor atomfysikken. Og Wergeland fikk rett også her: Medlemsskapet og samarbeidet i NORDITA har hatt enorm betydning for norsk teoretisk fysikk gjennom de 25 år NORDITA har eksistert.

Wergeland har gjort en uforlignelig innsats for norsk teoretisk fysikk, en innsats som vi fysikere og fysikere i fremtiden vil vite å sette pris på. Ikke mindre for oss er Wergelands stadige omsorg for de mange kolleger og venner, for studenter og medarbeidere som i løpet av de mange år har lært Wergeland å kjenne. Vi vet at vi har mange med oss når vi takker han og ønsker han alt godt for de år som kommer.

Per Chr. Hemmer *Haakon Olsen*

Professor Hole trekker seg tilbake

Ein markant person i fysikkmiljøet i Trondheim har nyleg trekt seg tilbake. Professor Njål Hole er kjent av tusenvis av sivilingeniørar som «Fysikkprofessoren ved NTH». Han har i ein mannsalder hatt ansvaret for allmennfysikkundervisninga ved institusjonen. Fram til 1960-åra føregjekk det i store «felleskurs», der alle førsteårsstudentar deltok. Seinare er faget delt opp i mange parallelle kurs, og fleire personar er etterkvart komne med i undervisningsarbeidet.

Professor Hole har bygd opp eit eige institutt for dette formålet, «Institutt for Almen fysikk».

Njål Hole er fødd i Hjørundfjord 15. november 1914. Han tok sivilingeniøreksamen ved Kjemiavdelinga på NTH i 1938, og var vitskapleg assistent ved Fysisk Institutt, NTH i fire år etterpå. I tidsrommet 1942 til 1947 var han medarbeidar hos Professor Manne Siegbahn i Stockholm, til han 1. november 1947 vart tilsett som dosent i fysikk ved NTH. I 1950 tok han graden dr.techn. 1. april 1954 vart han tilsett som professor, ei stilling han altså har hatt til no. Han gjekk av 1. desember 1981.

Professor Hole har vore med å prege norsk fysikkliv gjennom alle desse åra. I tidsrommet 1964-68 var han formann i Norsk Fysisk Selskap.

Emil Samuelsen

Professor i fysikk

Forsker Ola David *Rå Hunderi,* Ph. D. er utnevnt til professor i fysikk med fagområde allmenn fysikk ved Universitetet i Trondheim, Norges tekniske høgskole. Ola Hunderi født i Lærdal i 1939, er sivilingeniør fra Almenavdelingen, NTH, Avdeling for teknisk fysikk, 1963 og tok graden Ph. D. i fysikk ved University of Maryland, College Park, Maryland, USA i 1970. Hunderi var i 1964-65 høgskolestipendiat ved Institutt for anvendt matematikk, NTH, 1965-66 høgskolestipendiat ved Fysisk Institutt, NTH, 1966-70 Research Assistant ved University of Maryland, 1970-72 Postdoctoral Fellow ved Victoria University, Wellington, New Zealand. I 1972-74 hadde Hunderi et forskningsstipendium fra NAVF hvor han oppholdt seg ved CTH, Gøteborg der han i 1974-75 var forskningsassistent. Vårsemesteret 1976 var han vikarierende professor ved CTH, i 1976-77 universitetsstipendiat ved Institutt for fysikalsk metallurgi, NTH, høsten 1977 vikar for professor Njål Hole ved Institutt for almen fysikk, NTH, i 1978 ansatt ved SINTEF - prosjektleder og 1979-80 vikar for professor Ryum, NTH.

Fra redaktørene.

I et leserbrev etterlyser Per Inge Hønnås retningslinjer for redaktørene i FFV. Så vidt vi vet foreligger det ingen skriftlige instrukser. Bladet utgis av Norsk Fysisk Selskap og vi føler oss først og fremst ansvarlige overfor selskapets medlemmer. Dette betyr imidlertid ikke at artiklene i bladet skal være «vanskelige»; vårt inntrykk er at de fleste fysikere setter pris på lettfattelige orienteringer om emner utenfor sine egne spesialiteter.

Vi føler videre et ansvar overfor de mange lærere i ungdomsskolen og i Den videregående skole. For de fleste i denne gruppen er FFV det eneste tilgjengelige fysikk-tidsskrift og vi vil i den grad det er mulig ta hensyn til dette for fremtiden.

Vi forsøker oss fra dette nummer av med en ny «lay-out» og håper dette faller i lesernes smak.

Fysikermøtet i Stavanger 1982

Fysikermøtet 1982 holdes i tiden 14.-17. juni ved Rogaland distriktshøgskole i Stavanger. Det er første gang fysikermøtet holdes i Stavanger.

Programmet er nå langt på vei avklart, og rammen omkring møtet preges av Stavangers stilling som norsk oljehovedstad. Forøvrig mangler på ingen måte innslagene om «vanlig» fysikk. Fysiker og viseadministrerende direktør i Statoil H. Ager-Hanssen åpner møtet. To av innleggene er viet nøytrinofysikk: J. Steinberger CERN, foreleser over eksperimenter med høyenergi nøytrinoer, og P. Gregers Hansen, Aarhus, er bedt om å gjør rede for forsøk på eksperimentell bestemmelse av nøytrinoets masse. tre av innleggene konsentrerer seg om komplekse systemer: B. Gjevik tar for seg emnet «Hydrodynamikk utvikling og anvendelser».P. Cvitanović, NORDITA, orienterer om universalitet ved overgang til kaos, og M.V. Berry, Bristol, vil utdype temaet «regularitet og kaos i klassisk mekanikk». Th. Gold, Cornell, har fremsatt ideer om dannelse av gass i dype jordlag, og setter gassdannelsen i forbindelse med bl.a. jordskjelv. Han vil gjøre rede for denne hypotesen. Skolelaboratoriet presenterer sin virksomhet i et plenumsmøte, med mulighet for utdypning og diskusjon i en påfølgende parallellsesjon.

I løpet av den senere tiden er det presentert to NOU-utredninger om forskning i Norge: den ene utredningen vurderer anvendt forskning/industriforskning, den andre grunnforskning. Begge utredningene har opp temaer av betydelig interesse for norsk fysikk. Tore Olsen var medlem av begge utvalgene, og sitter dessuten sentralt i det norske forskningspolitiske systemet. På fysikermøtet presenterer direktør Olsen et innlegg om forskningspolitiske utfordringer i Norge, med vekt på grunnforskningens vilkår og muligheter. Innlegget etterfølges av en paneldebatt.

Som et nytt innslag i fysikermøtet vil en av faggruppene presentere sin virksomhet og sitt fagområde. Denne gangen er det biofysikk som skal i ilden. Det er meningen at en slik presentasjon av en faggruppe skal bli et fast innslag ved kommende fysikermøter. På programmet er det som vanlig satt av tid til parallellforedrag, og deltagere som ønsker å gi innlegg der sender et sammendrag på engelsk (inntil 2 sider inkl. figurer) sammen med påmeldingen.

Den siste dagen av fysikermøtet er i sin helhet viet oljevirksomheten. Avdelingsdirektør F. Al-Kasim i Oljedirektoratet orienterer om oljen på den norske kontinentalsokkelen. Videre presenteres Rogalandsforskning av direktør K. E. Egeland, og det blir innlegg ved «oljefysikere» knyttet til Rogalandsforskning og Rogaland distriktshøgskole. Denne delen av programmet avsluttes med en omvisning på høgskolen og Rogalandsforskning. Fysikermøtet avsluttes så på Statoil med orientering og omvisning.

Det er planlagt ekskursjon til Trallfa fabrikker, robotdivisjonen, samt en utflukt til Utstein Kloster. Festmiddagen blir den 16. juni på Sola Strandhotell, og det planlegges videre et grillselskap på distriktshøgskolen.

Årsmøtet i Norsk Fysisk Selskap som finner sted den 15. juni, omfatter også utdeling av Norsk datas fysikkpris med etterfølgende prisforedrag.

Påmeldingsskjema til fysikermøtet finnes på annet sted i dette nummer av Fra Fysikkens Verden. Skjemaet må være innsendt innen 1. mai.

Forespørsler angående Fysikermøtet kan rettes til Erik Leif Eriksen, Rogaland distriktshøgskole, Postboks 2540 Ullandhaug, 4001 Stavanger, Telefon 04-558000.

Vel møtt i Stavanger til Fysikermøtet 1982.

Arrangementskomiteen

Reisestipend til Fysikermøtet i Stavanger for lærere i den videregående skole.

Styret i Norsk Fysisk Selskap har bevilget inntil kr. 4.000,- i reisestipend for medlemmer som arbeider i den videregående skole og som ønsker å delta på Fysikermøtet i Stavanger 14.-17. juni 1982. Søknad sendes Selskapets sekretariat innen 1. mai.

4 PÅ 12

Det lille amerikanske månedsskriftet «Bulletin of The Atomic Scientist» ble grunnlagt i 1945 av en gruppe vitenskapsmenn, som ville advare mot fortsatt bruk av atomvåpen og videre utvikling av den nuklære teknologi. På forsiden har «Bulletin» en urskive, hvis visere symbolsk er stilt til å vise noen minutter på 12. I dag står de på 4 minutter på 12. Så tett på katastrofen har uret ikke vært siden i 1950-årene, da den kalde krigen raste.

Bølger i brennpunktet

Halvor Heier og Jakob J. Stamnes *

De fleste mennesker kjenner linser fra dagliglivet, i forbindelse med fotoapparater, kikkerter, briller, luper eller brennglass. Ut fra erfaringer med f.eks. kikkerter eller brennglass er de fleste også klar over at linser kan brukes til å danne bilder eller til å konsentrere lysenergi.

Spør man imidlertid om hvordan en linse virker, er det ikke så lett å gi et svar basert på dagliglivets erfaringer. Dette har sammenheng med at lysets bølgenatur som oftest ikke er fremtredende i dagliglivet. Det er heller ikke mulig på noen direkte måte å demonstrere hva en linse gjør med en lysbølge som passerer gjennom den.

Linsen som bølgefrontomformer.

For å demonstrere hvordan en linse virker, skal vi derfor bruke et eksempel fra vannbølger. Figur 1 viser et fokuseringseksperiment med vannbølger. I bassengets bakerste kant befinner det seg en bølgegenerator som sender ut en divergerende sirkelbølge. Linsen midt på bildet omformer den divergerende sirkelbølgen til en *konvergerende* sirkelbølge som forplanter seg inn mot fokalområdet, hvoretter den igjen omdannes til en divergerende bølge som brer seg videre mot forkanten av bassenget.

Linsens evne til å endre formen på bølgefronten, slik som i eksemplet ovenfor, har sin årsak i at bølgens hastighet inne i linsen er en annen enn den er utenfor linsen. I optiske instrumenter kombinerer man linser av forskjellig form og av ulike materialer for å oppnå den ønskede totalendring av lysbølgefronten idet lyset passerer gjennom instrumentet.

Linsen for vannbølger i figur 1 virker på tilsvarende måte som beskrevet ovenfor, ved at bølgen forsinkes når den passerer over linsen, fordi vannbølger går saktere på grunt enn på dypt vann. Ved å avpasse form og dybde på de forskjellige linseelementene oppnår man den tilsiktede transformasjon fra en divergerende til en konvergerende bølge.

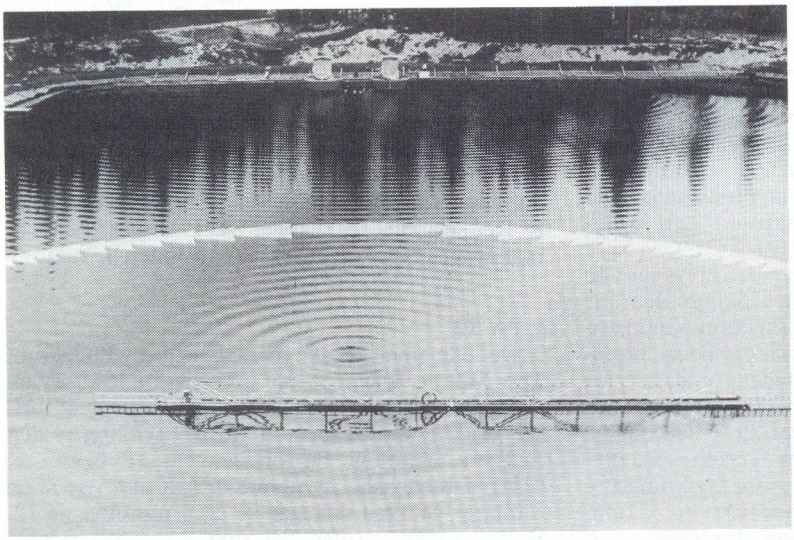
Linsen som strålebryter.

Vi har hittil forklart linsers virkemåte ved å snakke om bølger, til tross for at linsekonstruktører overhodet ikke bruker bølgeteori i sitt arbeid, men istedenfor bruker geometrisk optikk. Årsaken til dette skal vi komme tilbake til senere. La oss først kort repetere hva den geometriske optikk går ut på.

Den geometriske optikk stammer fra 1600 tallet, og ble grunnlagt av bl.a. Snell og Newton. Ifølge Newtons teori består lyset av partikler som forplanter seg langs rette linjer (stråler) i homogene medier. Som en konsekvens av denne teorien skal det på skyggegrensen være en skarp overgang fra lys til mørke, slik som illustrert i figur 2. Når lyset passerer fra et medium til et annet endres retningen til strålene ifølge Snells brytningslov. Som vi skal komme tilbake til senere, er det denne brytningsloven linsekonstruktøren benytter seg av. Man kan si at linsekonstruktøren betrakter linsen som en «strålebryter».

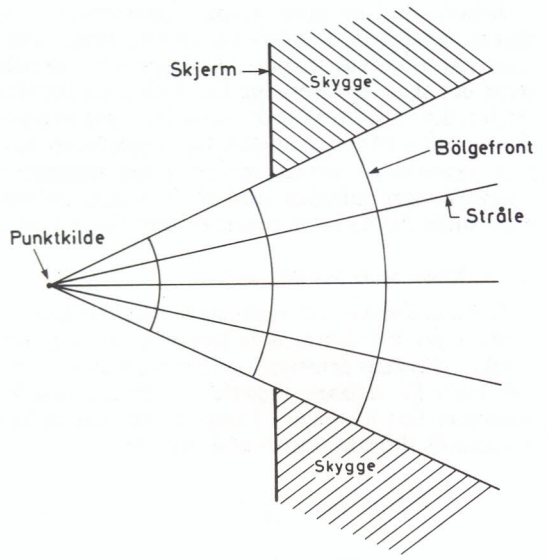
Stråleteoriens gyldighet.

Sammenhengen mellom stråleteorien og bølgeteorien er, som antydet i figur 2, at strålene er normaler til bølgefronten. Fordelen med stråleteorien er at den er vesentlig enklere enn bølgeteorien. Dens svakhet ligger i at den bryter sammen i områder hvor flere stråler møtes, f.eks. i fokalområder.



1. Fokuseringseksperiment med vannbølger utført av Sentralinstitutt for industriell forskning ved Elnes forsøksanlegg i Hakadal. Bølgegeneratoren i bakkanten av bassenget sender ut en divergerende sirkelbølge. Denne bølgen omformes av linsen midt i bassenget til en konvergerende sirkelbølge, som forplanter seg gjennom fokalområdet.

* Sentralinstitutt for industriell forskning.



2. Bølgeforplantning ifølge geometrisk optikk. Strålene er normaler til bølgefrontene, og der er en skarp overgang mellom lys og mørke.

Det er vanlig å definere den geometriske optikks gyldighetsområde ved å si at den geometriske optikks lover gjelder i grensen når bølgelengden går mot null ($\lambda \longrightarrow 0$). Denne definisjonen er uheldig av minst to grunner. For det første er bølgelengden en endelig størrelse, f.eks. ca. 0,5 μm for synlig lys. For det andre kan man med fordel bruke geometrisk optikk eller stråleteori til å studere bølgeforplantning selv ved meget store bølgelengder, f.eks. havdønninger, hvor bølgelengden kan være flere hundre meter.

Huygens prinsipp: Ved å ta utgangspunkt i Huygens prinsipp[1], som ble formulert på slutten av 1600 tallet, kan man presist definere gyldighetsområdet for den geometriske optikk. Ifølge dette prinsipp fremkommer bølgen i punktet P i figur 3 som en sum av uendelig mange sekundærbølger: Hvert punkt på primærbølgefronten sender ut en divergerende kulebølge, og interferensen mellom alle disse sekundærbølgene danner bølgen i P. Matematisk uttrykkes Huygens prinsipp ved hjelp av Kirchhoffs diffraksjonsintegral[1]; man integrerer over alle sekundærbølgene innenfor aperturen i figur 3.

Kantdiffraksjonsteorien: På begynnelsen av 1800 tallet la Young fram en hypotese som går ut på at man kan tenke seg bølgen i punktet P i figur 3 satt sammen av to bidrag. Det ene bidraget skal være i henhold til geometrisk optikk, det vil si det skal være exp (ikR)/R, hvis P ligger i det geometrisk belyste området og null ellers. Det andre bidraget skal ta hensyn til at det på kanten av aperturen oppstår sekundærkilder som sender ut en diffraktert bølge. Den matematiske formulering av Youngs hypotese ble utviklet først av Maggi i 1880, og senere av Rubinowicz i 1917. Ifølge deres teori kan Kirchhoffs diffraksjonsintegral omformes på følgende måte[1]

$$u(P) = u_G + u_D \qquad (1)$$

hvor u_G er det ovenfor nevnte geometriske bidrag, og u_D er kantdiffraksjonsbølgen. Matematisk uttrykkes u_D som et *linjeintegral* rundt aperturkanten. For det tilfelle som er illustrert i figur 3, hvor den innfallende bølge er en kulebølge, er omformingen fra Kirchhoffintegralet til (1) eksakt.

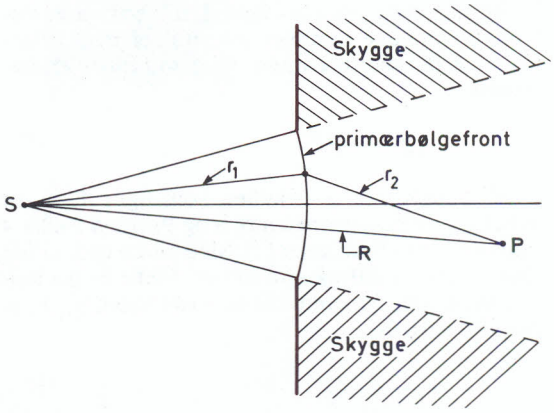
Merk at omformingen fra Kirchhoffintegralet til (1) innebærer at mesteparten av sekundærbølgene i Huygens prinsipp interfererer destruktivt og gir null bidrag til bølgen i P. Vi står igjen med et geometrisk bidrag, som skyldes en direkte geometrisk stråle fra S til P, samt et diffraksjonsbidrag som skyldes sekundærbølger fra aperturkanten.

Ny definisjon av geometrisk optikk:

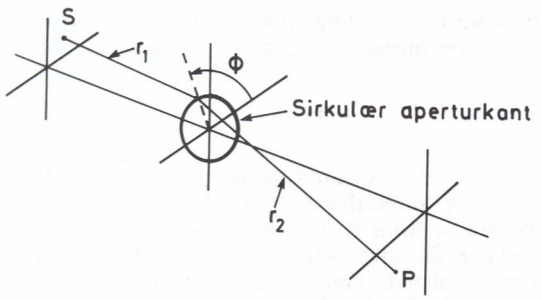
Ved å ta utgangspunkt i ligning (1) kan vi på en presis måte definere hva vi mener med geometrisk optikk:

> Geometrisk optikk er den approksimasjon som fremkommer ved at kantdiffraksjonsbidraget u_D i ligning (1) neglisjeres i forhold til det geometriske bidrag u_G.

Denne nye definisjonen av geometrisk optikk har flere klare fordeler. For det første gjelder den uansett bølgelengdens størrelse. For det andre bibeholder vi egenskapene til stråler og skarpe skyggegrenser, slik som i vanlig geometrisk teori. For det tredje fremgår det klart hva som ligger i utsagnet $\lambda \longrightarrow 0$, med andre ord den geometriske approksimasjon er god når $u_G >> u_D$. Sist, men ikke minst, det fremgår også klart av ligning (1) hvordan geometrisk optikk kan korrigeres, nemlig ved å addere u_D til u_G.



3. Illustrasjon av Huygens prinsipp: Bølgen i observasjonspunktet P er sammensatt av uendelig mange sekundære divergerende kulebølger, en fra hvert punkt i aperturen.



4. Illustrasjon av Kellers geometriske teori for diffraksjon i det tilfelle at en divergerende kulebølge fra punktet S diffrakteres gjennom en sirkulær apertur. Bidrag til bølgen i P fås bare av diffrakterte stråler som oppfyller det krav at veilengden fra S til P via aperturkanten er stasjonær.

Geometrisk teori for diffraksjon

Som vi allerede har nevnt, innebærer omformingen fra Kirchhoffintegralet til (1) at mesteparten av sekundærbølgene i Huygens prinsipp interfererer destruktivt og gir null bidrag til feltet. Ifølge (1) står vi, i tillegg til det geometriske bidrag u_G, igjen med et diffraksjonsbidrag u_D som skyldes sekundærbølger fra alle punkter på aperturkanten. Det spørsmål som derfor naturlig reiser seg, er følgende: Er det mulig at noen av disse sekundærbølgene fra aperturkanten også interfererer destruktivt og gir null bidrag til bølgen?

Svaret på ovennevnte spørsmål finner man i den såkalte geometriske teori for diffraksjon, som ble utviklet av Keller [2]. Ifølge denne teorien vil en vanlig geometrisk stråle som treffer en kant, gi opphav til uendelig mange diffrakterte stråler. Retningen til de diffrakterte strålene oppfyller en slags generalisert refleksjonslov, og kan utledes fra et generalisert Fermats prinsipp, som sier at veilengden *fra kildepunktet S via aperturkanten til observasjonspunktet P skal være stasjonær.* Anvender vi dette prinsippet på difraksjonsproblemet i figur 4, finner vi at de diffrakterte strålene stammer fra punkter med polarvinkel ϕ på aperturkanten, som tilfredsstiller ligningen

$$\frac{d}{d\phi}(r_1+r_2)=0. \qquad (2)$$

Hvis aperturen er sirkulær, som figur 4, er det avhengig av beliggenheten til S og P, enten 2 eller 4 punkter som tilfredstiller (2). Med andre ord, vi har enten 2 eller 4 diffrakterte stråler. Ved å bruke Kellers teori, kan nå kantdiffraksjonsbidraget u_D i ligning (1) skrives

$$u_D = \sum_{j=1}^{J} u_{Dj}, \qquad (3)$$

hvor J er enten 2 eller 4 og hvor u_{Dj} er gitt ved enkle analytiske formler.

Kellers teori er, som nevnt, meget enkel, men den er beheftet med svakheter. Teorien bryter sammen når observasjonspunktet ligger i et område hvor det skjer en overgang fra 4 til 2 diffrakterte stråler, det vil si tre av strålene nærmer seg hverandre og faller tilslutt sammen. Dessuten bryter teorien sammen på skyggegrensen. Dette sammenbruddet henger sammen med at en vanlig geometrisk stråle der faller sammen en diffraktert stråle.

Asymptotisk teori for diffraksjon

For å komme rundt svakhetene i Kellers geometriske teori for diffraksjon kan man ta utgangspunkt i Huygens prinsipp, og gjør bruk av asymtotisk teori for dobbeltintegraler, nærmere bestemt stasjonær fase-metoden[3]. I følge denne teorien kan Kirchhoffs diffraksjonsintegral skrives

$$u(P) \sim u_G + \sum_{j=1}^{J} u'_{Dj} \qquad (4)$$

hvor det geometriske bidraget u_G er som i ligning (1) og stammer fra en geometrisk stråle.

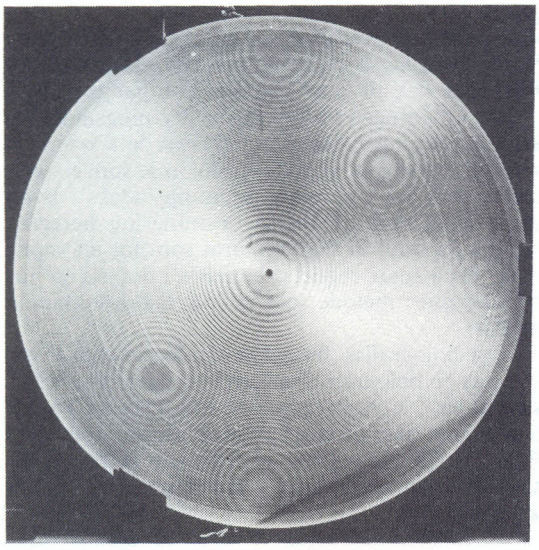
J i ligning (4) er, som i ligning (3), enten lik 2 eller 4, kantbidragene u'_{Dj} er igjen gitt ved enkle analytiske formler og stammer fra stråler som er identiske med de diffrakterte strålene i Kellers teori.

Den enkle asymptotiske teorien, hvis resultater er skissert ovenfor, besitter de samme svakheter som Kellers teori. Det er imidlertid mulig å konstruere såkalte *uniforme* asymptotiske utviklinger som er gyldige enten over skyggegrensen eller i overgangsområdet mellom 2 og 4 diffrakterte stråler. En enkel og lettfattelig teori for slike utviklinger er gitt i ref. 4.

Poenget med de forskjellige teoriene.

Siden Huygens prinsipp, uttrykt ved Kirchhoffs diffraksjonsintegral egentlig gir svar på alle spørsmål, er det naturlig å spørre om hva vitsen er med alle disse forskjellige teoriene.

Hensikten er for det første å oppnå økt fysikalsk forståelse for hva som skjer i diffrakjsonsprosessen. Vi har sett at ved å bruke kantdiffraksjonsteorien til å bringe Kirchhoffintegralet på formen i ligning (1), blir vi i stand til å definere gyldighetsområdet for geometrisk optikk på en enkel og presis måte. Dessuten gjør kantdiffraksjonsteorien det klart at mesteparten av sekundærbølgene i Huygens prinsipp interfererer destruktivt, slik at bare bidrag fra sekundærbølger som svarer til geometriske stråler og fra sekundærbølger fra aperturkanten teller. Videre har vi lært fra Kellers geometriske teori for diffraksjon at mesteparten av sekundærbølgene fra aperturkanten også interfererer destruktivt, slik at bare sekundærbølger som svarer til diffrakterte stråler bidrar. Sist, men ikke minst, har vi lært at vi kan bruke *uniforme* asymptotiske utviklinger til å analysere hva som foregår i situasjoner hvor to eller



5. Holografisk linse for lydbølger. Linsen er 0.75 m i diameter, og er konstruert for en bølgelengde på 0.75 mm.

flere stråler møtes og derfor Kellers teori eller enkle asymptotiske formler bryter sammen.

Det andre hovedpoenget med å benytte asymptotiske metoder er å redusere regnetiden. Ved små bølgelengder er diffraksjonsintegraler meget tidkrevende å evaluere numerisk, fordi integranden oscillerer svært hurtig. Vi skal illustrere dette poenget med et eksempel fra akustisk avbildning. Figur 5 viser en holografisk linse for lydbølger. Den er 0.75 m i diameter, er konstruert for en bølgelengde på 0.75 mm, og betår av 200 soner som man må integrere over for å finne bølgen i billedplanet. Selv ved å benytte en spesialutviklet numerisk integrasjonsmetode [5] som er 10-15 ganger raskere enn vanlige metoder (Simpson, Romberg, etc.) tar det flere timer å beregne feltet fra en punktkilde i noen få utvalgte snitt i billedplanet.

Kombinasjon av geometrisk optikk og diffraksjonsteori

Når man skal behandle avbildende systemer som består av flere linser, må man kombinere geometrisk optikk og diffraksjonsteori. Det er to grunner til dette. Selv om man i prinsippet kunne bruke diffraksjonsteori *alene,* ville en slik fremgangsmåte bli håpløst tidkrevende for systemer bestående av flere linser. På den annen side kan man heller ikke bruke geometrisk optikk alene, fordi den bryter sammen i fokalområdet.

I den sammensatte metoden bruker man geometrisk optikk til å bestemme hvordan bølgefronten forplanter seg gjennom det optiske systemet. På denne måten kan man finne ut hvordan fasen til den virkelige bølgen i utgangsplanet avviker fra fasen til en perfekt kulebølge med sentrum i fokalpunktet. Med utgangspunkt i den geometrisk konstruerte fase i utgangsplanet bruker man så diffraksjonsteori, som beskrevet foran, til å beregne feltet i fokalområdet.

Som nevnt tidligere, bruker linsekonstruktøren vanligvis utelukkende geometrisk optikk i sitt arbeid. Som en forklaring på hvorfor det forholder seg slik, og som en introduksjon til de praktiske konstruksjonsprinsipper og eksempler som nå følger, kan følgende sitat fra pioneren H. H. Hopkins[6] være passende:

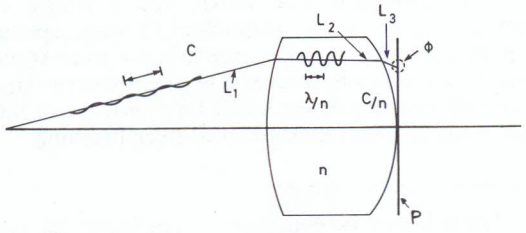
> «One reason for the neglect of the wave aspects of image formation lies in the more difficult mathematical and physical concepts required in diffraction theory compared with those of traditional lens design, which required merely what the old examination syllabus used to describe as elementary tringonometry and algebra 'up to and including the binomial theorem'. Indeed, many of the best lens designers in the past can have had very little formal education in physics and mathematics, whilst - it is only fair to add - those armed with very formidable mathematical equipment seem usually to have been singularly unproductive of practical designs».

Bølgens amplitude og fase i utgangsplanet

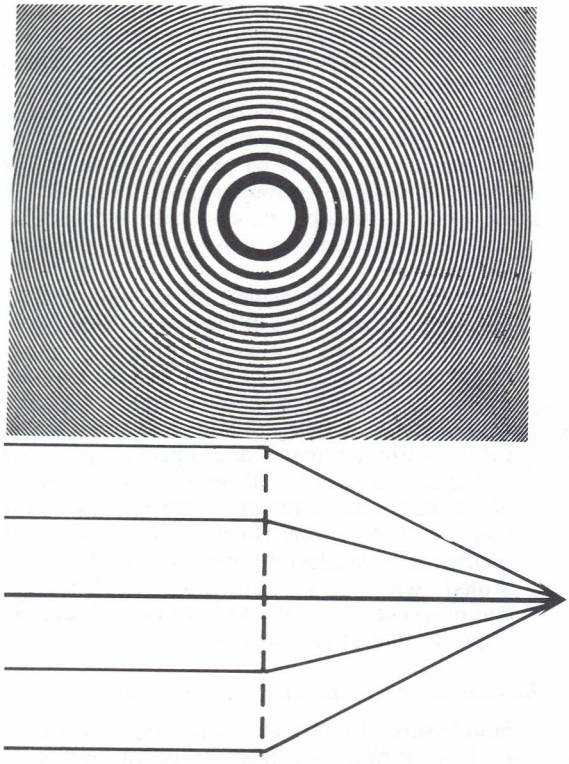
Som beskrevet foran kan man beregne intensiteten i fokalområdet ved hjelp av diffraksjonsteori, dersom bølgens amplitude og fase er kjent i utgangsplanet for linsesystemet. Dessuten kan fase og amplitude i nevnte plan finnes ved hjelp av geometrisk optikk. Dette er av stor betydning fordi det fører til en dramatisk reduksjon av det regnearbeidet som er nødvendig.

Figur 6 viser hvorledes fasen beregnes[7]. Fasen er det samme som avstanden, målt i bølgelengder, langs strålen fra objektpunktet til utgangsplanet, det vil si

$$\phi = \frac{L_1}{\lambda_1} + \frac{L_2}{\lambda_2} + \frac{L_3}{\lambda_1} \cdot \qquad (5)$$



6. Bølgefeltets fase o i utgangsplanet P finnes ved å beregne den optiske veilengde langs strålen fra objektpunktet til det aktuelle sted i utgangsplanet. Den optiske veilengde finnes ved å addere lengden av strålestykkene i hvert medium multiplisert med mediets brytningsindeks.



7. En holografisk linse kan betraktes som et gitter av spesiell form. Avbøyningen i et gitter er gitt av gitterformelen. I et rotasjonssymmetrisk gitter vil strålene avbøyes mot aksen (a), og dersom gitterkonstanten avtar ut mot kanten av linsen vil en kunne få en fokusering (b).

Inni glasset er hastigheten og dermed bølgelengden redusert til 1/n av verdien i det omgivende medium. Tallet n er en materialkonstant, brytningsindeksen for glasset. Vi har altså at

$$\phi = \frac{1}{\lambda_1}(L_1 + nL_2 + L_3) = \frac{OPD}{\lambda_1}, \qquad (6)$$

hvor størrelsen OPD kalles den optiske veilengde.

Utgangsbølgens fase finnes ved å trekke en mengde stråler fra objektpunktet til utgangsplanet og beregne den optiske veilengde for hver stråle. Amplituden kan finnes ved å se på tettheten av strålene, og dessuten bruke kjente formler for hvor meget stråling som reflekteres ved hver brytning.

Beregning av strålebaner

For å kunne beregne fase og amplitude for bølgen i utgangsplanet må vi vite hvor vi skal trekke strålene. Prinsippene for beregning av stråler avhenger av hvilken type linse vi har med å gjøre.

Strålegangen i vanlige linser beregnes ved at vi trekker en rett linje (stråle) fra objektpunktet i en valgt retning. Denne strålen treffer første flate i et punkt som finnes ved vanlig romgeometri. Retningen til den brutte strålen finnes så ved hjelp av Snells brytningslov. denne prosedyren gjentas for hver flate helt til vi er kommet til utgangsplanet.

I en inhomogen linse varierer brytningsindeksen kontinuerlig med stedet, og strålene blir krumme. vi kan i prinsippet betrakte en slik linse som en serie tynne skall med konstant brytningsindeks i hvert skall. Ved hjelp av Snells brytningslov beregnes strålen fra skall til skall akkurat som for en vanlig linse. for å spare regnetid benyttes i praksis en noe mer avansert metode som vi ikke skal komme inn på her[8].

I en holografisk linse blir strålene avbøyd ved hjelp av en hologram som kan betraktes som et spesielt gitter [9]. Gitterstripene er sirkulære og har en tetthet som øker ut mot kanten av linsen, som vist i figur 7a. Beregning av geometriske strålebaner i slike gitterstrukturer skjer ved å benytte den vanlige gitterformelen

$$\sin v = \frac{\lambda}{a} \qquad (7)$$

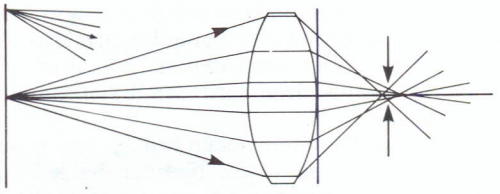
Her er v avbøyningsvinkelen for strålen, og a er den lokale verdi for gitterkonstanten.

Som en ser i figur 7b vil de ytterste strålene avbøyes mer enn strålene nærmere sentrum fordi gitterstripene ligger tettere i kanten av linsen. Ved å gi variasjonen av gitterkonstanten er riktig forløp, kan en få alle strålene fra en punktkilde til å gå mot det samme fokalpunkt.

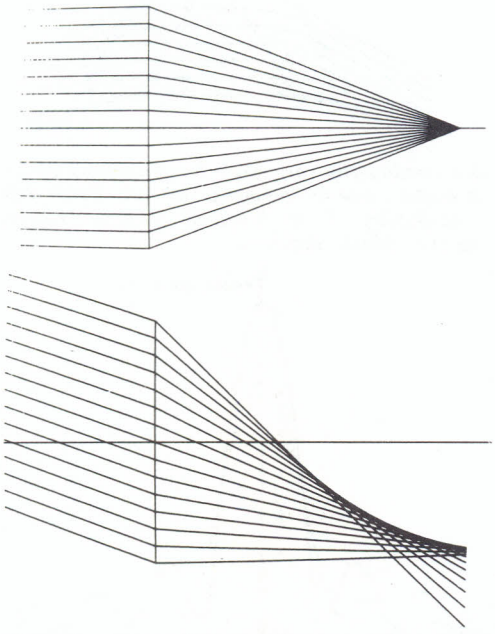
Prinsipper for konstruksjon av linser

Når man skal konstruere et system av linser, pleier man først å grovkonstruere ved hjelp av geometrisk optikk. I denne delen av arbeidet benyttes ikke diffraksjonsteori til å beregne skarpheten av bildet, vi bare forlenger strålene fra utgangsplanet til de passerer i nærheten av fokus, figur 8. Avstanden mellom strålene i fokalområdet gir oss et brukbart mål for kvaliteten i avbildningen. Hvis linsesystemet skal brukes til å avbilde et utstrakt objekt, gjøres samme beregning for flere kildepunkter i objektet.

Konstruksjonsarbeidet foregår ved at en datamaskin foretar en serie gjetninger på de parametre som inngår i systemet, f.eks. krumningsradier for lin-



8. For «grovkonstruksjon» av linsesystemer benyttes ikke diffraksjonsteori. En forlenger isteden strålene slik at de passerer fokalområdet. Avstanden mellom strålene benyttes som kvalitetskriterium.



9. Beregning av strålebaner for en enkel holografisk linse for akustiske bølger i vann. Et punkt midt i synsfeltet avbildes perfekt (a), mens avbildingen av et punkt i kanten av et synsfelt på 20° derimot er svært dårlig (b).

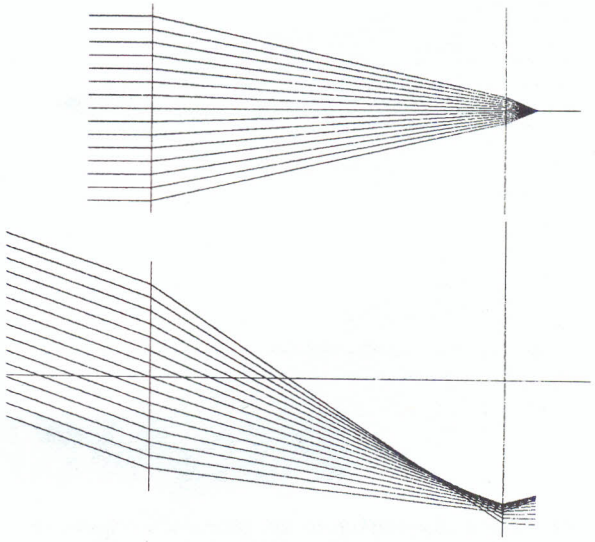
sene, stripetetthet i hologrammene, etc. vi får på denne måten dannet en serie ulike linsesystemer.

Gjetningsprosessen er ikke helt tilfeldig, men har et sterkt innslag av prøving og feiling. Maskinen benytter det forrige systems egenskaper til å bestemme parametrene for det neste. Som regel vil neste system være bedre enn det forrige. Til slutt finner ikke maskinen noen forbedring, vi er kommet frem til et optimalt system. Prosessen kalles optimalisering. Den første gjetningen må konstruktøren foreta selv ut fra egen eller andres erfaring, eller ved hjelp av forenklede beregninger.

Konstruksjonseksempler

Vi skal vise noen eksempler på beregning av stråler i forskjellige typer systemer. Ingen av disse linsesystemene er konstruert for lys. For selv om konstruksjon av optiske systemer er den viktigste anvendelsen for våre metoder, vil vi nå heller prøve å utvide leserens oppfatning av hva linser kan brukes til.

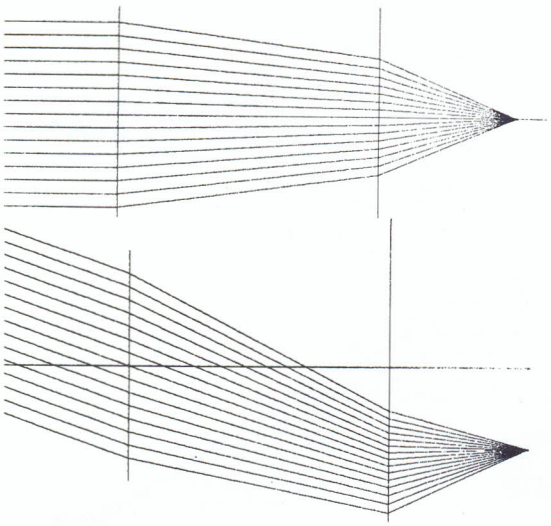
Figur 9 viser en holografisk linse konstruert for akustiske bølger i vann, frekvens ca. 2 MHz. Linsen virker perfekt for et objektpunkt midt i synsfeltet (a), men dårlig for et punkt 20° fra aksen (b). Vi prøver å rette på dette ved å konstruere et system av to holografiske linser. Strålegangen i systemet etter første gjetning på systemparametre er vist i figurene 10a og b, for et objektpunkt henholdsvis midt i synsfeltet og ved 20°. Midt i synsfeltet er strålegangen perfekt, men den er langt fra god ved 20°. Etter at datamaskinen har gjennomført optimaliseringsprosessen er systemet perfekt både ved 0° og ved 20°, figur 11a og b. Vi legger merke til at avstanden mellom linsene er forandret. Ringmønsteret er også forandret, men det kommer ikke frem på figuren. Dette systemet er laget for å utprøve holografiske linser for et akustisk undervannskamera.



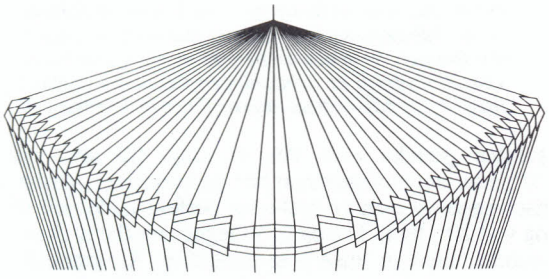
10. Ved å lage et system av to holografiske linser kan man forbedre avbildningen i kanten av synsfeltet. Dette system er en første gjetning basert på korreksjon av 3de ordens aberrrasjoner ved hjelp av analytiske formler. Systemet er perfekt midt i synsfeltet (a). Ved 20° synsfelt er avbildningen fremdeles dårlig til tross for at 3de ordens aberrasjoner er korrigert (b).

Man kan også benytte holografiske linser til å fokusere havdønninger. Prinsippet for dette er vist i figur 1. Skalaen for dette eksperimentet er 1:100. En tilsvarende linse i full skala kan bestå av plater som ligger på 10-15 meters dyp. Oppgrunningen av vannet over linsen fører til en lavere hastighet på dønningene, og dermed til forandring i retningen. Siden det er en holografisk linse, har den en gitterlignende struktur. Hologrammet i figur 1 ligger imidlertid ikke på en rett linje, men på en sirkel for å korrigere avbildningsfeil.

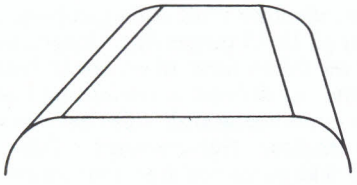
I figur 12 ser vi i detalj hvordan den holografiske struktur ugjøres av en serie med trapesformede plater som er lagt langs en sirkel. Hver plate er laget som vist i figur 13. Langs kanten er det satt på sylindriske skjørt for å få en gradvis overgang fra dypt vann til grunt vann. Dette er gjort for å minske refleksjonstap. Beregningen av strålebanene over skjørtene er gjort ved hjelp av formler for inhomogene medier, fordi den varierende dybden gir en variasjon i brytningsindeksen. Figur 14 viser strålebanene over en av platene. Vi ser tydelig hvorledes strålene krummer seg over sylinderskjørtet.



11. Etter at datamaskinene har optimalisert systemet er avbildningen fremdeles perfekt midt i synsfeltet (a), og dessuten ved 20° (b).

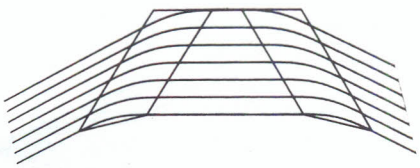


12. Den holografiske linsen for vannbølger i figur 1 er her vist i detalj. Den består av en serie trsirkel. På sidene av trekantene er laget «sylinderskjørt» for å hindre refleksjon.

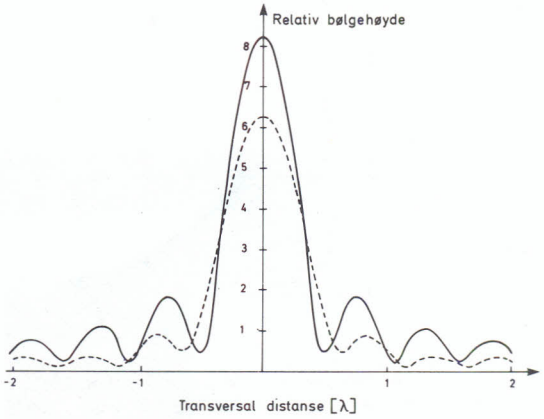


13. Vi ser her hvorledes sylinderskjørtene er montert på en av trekantplatene i figur 12. Skjørtene gir et gradvis varierende dyp som tilsvarer en kontinuerlig forandring av brytningsindeksen.Dette gir svært liten refleksjon.

For denne linsen har vi beregnet bølgehøyden i fokus ved hjelp av diffraksjonsmetoder. Data for amplitude og fase ved utgangen av linsen er funnet ved hjelp av geometrisk optikk som beskrevet foran [10]. Figur 15 viser resultatet av beregningene. Den heltrukne kurven viser bølgehøyden for en perfekt linse, og den stiplede kurven gjelder for linsen i figur 1. Ved hjelp av våre datamaskin-programmer har vi funnet ut at forskjellen mellom kurvene skyldes diffraksjonsbidrag fra de skyggesoner som oppstår ved overgangen fra en linseplate til den neste.



14. Den kontinuerlig varierende brytningsindeksen gjør at strålebanene må beregnes ved hjelp av en differensialligning. Vi ser hvorledes strålene krummer seg over sylinderskjørtene.



15. Figuren viser bølgehøyden i fokus for linsen i figur 1. En har beregnet fase og amplitude i utgangsplanet ved hjelp av geometrisk optikk, og så brukt diffraksjonsteori for å finne amplituden langs fokallinjen. Den heltrukne kurven viser resultatet for en perfekt linse. Den stiplede kurven gjelder for den aktuelle linse. Forskjellen skyldes skyggesoner mellom trekantplatene.

Referanser:

1. M. Born and E. Wolf, *Principle of Optics,* 4th ed. (Pergamon, New York, 1970), Chap. 8.
2. J. B. Keller, Geometrical Theory of Diffraction, J. Opt. Soc. Am. *52,* 116-130 (1962).
3. J. Focke, Ber. Verh. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, *101,* 1 (1954); G. Braun, Acta Phys. Austriaca *10,* 8 (1956); D. S. Jones and M. Kline, J. Math. Phys. *37,* 1 (1958); N. Chako, J. Inst. Maths Applics. *1,* 372 (1965).
4. J. J. Stamnes, Diffraction, Asymptotics and Catastrophes, submitted to Optica Acta.
5. J. J. Stamnes and T. Gravelsæter, Methods for Efficient Computation of the Image Field of Holographic Lenses for Sound Waves, in P. Alais and A. F. Metherell (eds), *Acoustical Imaging,* Vol. 10, (Plenum Press, 1981).

forts. side 17

Fra Fysikkens Verden

43. årgang
1981

NORSK FYSISK SELSKAP
Trondheim 1981

Fra Fysikkens Verden.

Redaktører:
Høgskolelektor Knut Jostein Knutsen,
Granlivn. 24, Ugla, 7000 Trondheim

Førsteamanuensis Hans Kolbenstvedt,
Fysisk institutt, NLHT
Universitetet i Trondheim, 7055 Dragvoll

Redaksjonssekretær:
Lab. ing. Halvard Torgersen, Fysikkseksjonen,
Norges Tekniske Høgskole, 7034 Trondheim-NTH

Redaksjonskomite:
Førsteamanuensis Ove Bratteng, Nordlysobservatoriet, 9000 Tromsø.

Førsteamanuensis Alf Halsteinslid, Fysisk institutt, Universitetet i Bergen, 5014 Bergen.

Førsteamanuensis Kjell Mork, Fysisk institutt NLHT, Universitetet i Trondheim, 7055 Dragvoll

Forsker Jan Myrheim, NORDITA, NBI, Blegedamsvej 17, 2100 København Ø., Danmark.

Forskningsstipendiat Svein Sjøberg, Skolelaboratoriet, Fysisk institutt, Universitetet i Oslo, Oslo 3.

Forsker Olav Steinsvoll, Institutt for engergiteknikk, Boks 40, 2007 Kjeller.

Sekretær:
Gudrun Græsmann.

Ekspedisjonens adresse:
Fra Fysikkens Verden, Fysisk Institutt,
Norges lærerhøgskole, Universitetet i Trondheim,
7055 Dragvoll.

Norsk Fysisk Selskap

Formann: Dosent E. Osnes, Fysisk Institutt, Universitetet i Oslo.

Styre: Dosent R. S. Sigmond, NTH, Trondheim
Amanuensis Noralv Bjørnå, Universitetet i Tromsø.
Førstelektor T. Engeland, Universitetet i Oslo, Blindern.
Førstelektor K. Myklebost, Universitetet i Bergen.

Sekretær: Gerd Jarrett, Fysikkavdelingen, Institutt for engergiteknikk, Boks 40, 2007 Kjeller.

INNHOLD

Hefte 1

Frå redaktøren ... 1
Reisestipend til EPS's generalkonferanse ... 1
Reisestipend til Fysikermøtet ... 1
Fysikermøtet i Trondheim 1981 ... 2
Nye medlemmer ... 2,16
Bli med til EPS General Conference ... 2
Innkalling til årsmøte 1981 ... 2
Fargeisomere i kvarkmaterie? *Hallstein Høgåsen* ... 3
Generell relativitetsteori med spinn og torsjon
Henning Knutsen ... 6
Opplæring i problemløsningsmetodikk gjennom laboratorieforsøk. *Anita Mendelsohn Ytrehus* og *Birger Haave* ... 9
European Journal of Physics. *K. J. Knutsen* ... 10
Kvantefenomener i molekylarbiologien. del 2
Jan A. Pappas ... 18
Havbølger og fysikk. Del 2
Kristian Barstad Dysthe ... 20
Bøker ... 2,8,16
E. A. Spiegel & J. P Zahn (eds): Problems of Stellar Convections
J. M. Blatt & V. F. Weisskopf: Theoretical Nuclear Physics.
Lars Gårding: Encounter with Mathematics.
S. F. Dermott (ed): The Origin of the Solar System.

Hefte 2

Redaktørskifte ... 25
Fra redaktøren ... 25
Bli individuell medlem i EPS ... 26
Gir kvarker opphav til kjernekreftene?
F. Myhrer ... 27
Plasmafysikk i ionosfæren - ionosfæren i plasmalaboratoriet. *Jan Trulsen* ... 32
Nøytrinoet og dets betydning for astrofysikken.
Magne Guttormsen ... 36
TOKAMAK *Knut H. Alfsen* ... 40
Bøker ... 26,35,39,46
D. F. Barbe (ed): «Very Large Scale Integration» - VLSI.
C. K. Rhodes (ed): Excimer Lasers.
J. A. de Santos: «Ocean Acoustics».
Peter Robertson: The Early Years. Niels Bohr Institute 1921-1930.
Ø. Holter, G. Berge, J. Falnes & J. Løvseth: Alternative engergiresurser.
A. Brekke & A. Egeland: Nordlyset - fra mytologi til romforskning.
Astronomi. Det internasjonele standardverket om vårt univers.
H. Hora: Nonlinear Plasma Dynamics at Laser Irradiation.
K. L. Kompa & S. D. Smith (eds): Laser-Induced Processes in Molecules.

Hefte 3

Fra redaktørene ... 49
Norsk Fysisk Selskaps årsmøte ... 49
Årsmelding for Norsk Fysisk Selskap 1980-81 ... 51
Nato Advanced Study Institute, Geilo.
Omtale ved *O. Steinsvoll* ... 53
Rapporter fra de faglige gruppers utvalg (styrer) til NFS årsmøte 1981 ... 54
SIMRAD's pris i elektro-optikk for 1981 ... 55
Norsk Data's fysikkpris 1981 ... 55
Norsk Fysikkråds årsmelding juni 1980 - juni 1981.
T. Henriksen ... 56
Nobelprisen 1980: Oppdagelsen av bruddet på CP-symmetri. *Jon Magne Leinaas og Kåre Olaussen* ... 57
Fra «molekylære halvlederkomponenter» til «Large scale integrated circuits». Mikroelektronikk gjennom 20 år ved SI. *Leif Halbo* ... 62
Plasmafysikk i ionosfæren - ionosfæren i plasma-laboratoriet. Del 2. *Jan Trulsen* ... 67
Havbølger og fysikk. Del 3. *Kristian Barstad Dysthe* ... 71
Svensk høstmøte om fysikk og industri ... 72
Bøker innkommet til redaksjonen ... 72
Bøker ... 56,66,72
H. Dachs (ed): Neutron Diffraction.
F. Mezei (ed): Neutron Spin Echo.

Hefte 4

Fra redaktørene ... 73
Professor i fysikk ... 73
Fysikkens jantelov ... 73
Forklaring av finstrukturkonstanten? ... 73
Nye medlemmer ... 73,95
Nobelprisen i fysikk 1981. *K. Razi Naqvi* ... 74
Universet inneholder et kjempemessig tomrom ... 76
Observasjon av elektrisk ladning e/3? ... 76
Förändringar av atomofärens sammansättning och deras betydelse för jordens klimat. *Bert Bolin* ... 77
Referat av Kjell Johnsens prisforedrag. Ved *Olav Steinsvoll* ... 83
Læreplan i fysikk for den videregående skole ... 84
Thomsons-spredning og Eiscat-laboratoriet.
K. Folkestad ... 88
Referat fra paneldebatt om fysikkens framtid i Norge. Ved *Olav Steinsvoll* ... 92
Bøker ... 82,91
S. W. Lovesey & T. Springer (eds): Dynamics of Solids and Liquids by Neutron Scattering.
C. Nordling & J. Østermann: Physics Handbook.
M. D. Scadron: Advanced Quantum Theory.
R. K. Bullough & P. J. Caudrey (ed): Solitons.

FORFATTER-REGISTER

Alfsen, Knut H.: TOKAMAK 40
Bolin, Bert: Förändringar av atmosfärens sammansättning och deras betydelse för jordens klimat 77
Dysthe, Kristian Barstad: Havbølger og fysikk. Del 2. ... 20
Dysthe, Kristian Barstad: Del 3 71
Dysthe, Kristian Barstad: (bokanm.) Ocean Acoustics. J. A. de Santos 39
Folkestad, K.: Thomson-spredning og Eiscat-laboratoriet 88
Guttormsen, Magne: Nøytrinoet og dets betydning for astrofysikken 36
Haave, Birger og A. M. Ytrehus: Opplæring i problemløsningsmetodikk gjennom laboratorieforsøk..... 9
Halbo, Leif: Fra «molekylære halvlederkomponenter» til «Large scale integrated circuits». Mikroelektronikk gjennom 20 år ved SI 62
Halbo, Leif: (bokanm.) Very Large Scale Integration. D. F. Barbe (ed)..... 26
Henriksen, T.: Norsk Fysikkråds årsmelding juni 1980-juni 1981 56
Høgåsen, Hallstein: Fargeisomere i kvarkmaterie? 3
Jensen, Eberhart: (bokanm.) Problems of Stellar Convection. E. A. Speigel & J. P. Zahn (ed)..... 2
Johnsson, Anders: (bokanm.) Alternative energiressurser. Ø. Holter, G. Berge, J. Falnes, J. Løvseth..... 46
Kildal, Helge: (bokanm.) Excimer Lasers. C. K. Rhodes (ed) 35
Kildal, Helge: (bokanm.) Laser-Induced Processes in Molecules. K. L. Kompa & S. D. Smith (eds) 48
Knutsen, Henning: Generell relativitetsteori med spinn og torsjon 6
Knutsen, K. J.: European Journal of Physics..... 16
Leinaas, Jon Magne, og K. Olaussen: Nobelprisen 1980: Oppdagelsen av bruddet på CP-symmetri 57
Myhrer, F.: Gir kvarker opphav til kjernekreftene?..... 27
Naqvi, K. Razi: Nobelprisen i fysikk 1981 74
Olaussen, Kåre og J. M. Leinaas: Nobelprisen 1980: Oppdagelsen av bruddet på CP-symmetri 57
Olsen, Haakon: (bokanm.) The Early Years. The Niels Bohr Institute 1921-1930. Peter Robertson 46
Osnes, Eivind: Redaktørskifte 25
Osnes, Eivind: Årsmelding for Norsk Fysisk Selskap 1980-81 51
Pappas, Jan A.: Kvantefenomener i molekylarbiologien. Del 2..... 18
Ravndal, Finn: (bokanm.) Advanced Quantum Theory. M. D. Scadron..... 91
Rohlena, Karel: (bokanm.) Nonlinear Plasma Dynamics at Laser Irradiation. H. Hora..... 48
Singstad, Ingar: (bokanm.) Optical and Infrared Detectors. R. J. Keyes (ed) 17
Søreng, Jan: (bokanm.) Encounter with mathematics. Lars Gårding 16
Steinsvoll, Olav: (ref.) NATO Advanced Study Institute, Geilo 1981 53
Steinsvoll, Olav: (ref.) Kjell Johnsens prisforedrag..... 83
Steinsvoll, Olav: (bokanm.) Nordlyset - fra mytologi til romforskning. A. Brekke & A. Egeland 47
Steinsvoll, Olav: (bokanm.) Neutron Diffraction. H. Dachs..... 56
Steinsvoll, Olav: (bokanm.) Neutron Spin Echo. F. Mezei (ed)..... 66
Steinsvoll, Olav: (bokanm.) Theoretical Nuclear Physics. J. M. Blatt & V. F. Weisskopf..... 8
Steinsvoll, Olav: (bokanm.) Dynamics of Solids and Liquids by Neutron Scattering. S. W. Lovesey & T. Springer..... 82
Steinsvoll, Olav: (bokanm.) Physics Handbook. C. Nordling & J. Østermann..... 91
Steinsvoll, Olav: (bokanm.) Solitons. R. K. Bullough & P. J. Caudrey (ed)..... 91
Steinsvoll, Olav: (ref.) Paneldebatt om fysikkens framtid i Norge..... 92
Trulsen, Jan: Plasmafysikk i ionosfæren - ionosfæren i plasmalaboratoriet. Del 1 32
Trulsen, Jan: Del 2..... 67
Trulsen, Jan: (bokanm.) The Origin of the Solar System. S. F. Dermott (ed)..... 16
Ytrehus, Anita Mendelsohn, og B. Haave: Opplæring i problemløsningsmetodikk gjennom laboratorieforsøk.... 9
Østgaard, Erlend: (bokanm.) Astronomi. Det internasjonale standardverket om vårt univers 47

Påmelding til Fysikermøtet i Stavanger 14.-17. juni 1982.

Navn.....

Adresse.....

Arbeidssted.....

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

for nettene 13.-14/6..... 14.-15/6..... 15.-16/6.....

16.-17/6.....i

enten

studenthybler, enkeltrom kr. 130 pr. døgn ☐

eller

hotell, enkeltrom kr. 505 pr. døgn ☐

dobbeltrom kr. 445-615 pr. døgn ☐

De oppgitte prisene inkluderer frokost. Det tas forbehold om prisstigning.

Jeg anmelder..... personer til festmiddag den 16/6. Pris pr. person ca. kr. 175.

Jeg ønsker å delta i grillselskap den 14/6 med..... personer. Pris ca. kr. 80 pr. person.

Jeg anmelder..... personer til utflukt til Utstein Kloster (båttur). Prisen for utflukten er ikke avklart.

Jeg ønsker å delta med.....personer i ekskursjon til Trallfa fabrikker (robotdivisjonen).

Anmelder innlegg til parallellsesjonen: Ja/nei.

Hvis ja, antatt varighet i min.:.....

Sammendrag på engelsk (inntil 2 sider inkl. figurer) må følge påmeldingen.

Registreringsavgift kr. 150,-.

Påmelding må sendes innen 1. mai til:

Fysikermøtet
v/Eriksen
Rogaland distriktshøgskole
Ullandhaug
4000 Stavanger

ETTERUTDANNINGSKURS VED SKOLELABORATORIET FOR NATURFAGENE, FYSIKK. UNIVERSITETET I OSLO I 1982.

Følgende kurs vil bli arrangert dersom det melder seg nok søkere:

1. Fysikk for lærere i grunnskolen. Kurset omfatter korte forelesninger over temaene: energi, optikk, ellære, mekanikk og elevenes forståelse og oppfatninger. Det blir lagt stor vekt på arbeid med øvinger som elevene kan gjøre.
   Tid: 30. august - 3. september 1982.
   Søknadsfrist: 10. juni 1982.
2. Grunnkurs i elektronikk. Deltakerne bygger, gjennomgår og bruker enkle elektroniske kretser.
   Tid: 20. september - 24. september 1982.
   Søknadsfrist: 23. august 1982.
3. Fysikk for lærere i videregående skole. Kurset omfatter ovesiktsforelesninger over nyere deler av fysikken og drøfter sentrale begrepsdannelser i klassisk og moderne fysikk. I laboratoriet vil det bli arbeidet med nyere utstyr og hjelpemidler.
   Tid: 22. november - 26. november 1982.
   Søknadsfrist: 20. september 1982.

Nærmere opplysniger kan fås ved henvendelse til:

Anders Isnes, tlf. 02/456444 eller 02/456428.

TEKNOLOGISK ORIENTERTE STUDIUM (TOS)

Framlegget til statsbudsjett frå Kyrkje- og undervisningsdepartementet har eit nytt kapittel, 0333 TEKNOLOGISK ORIENTERTE STUDIUM på i alt kr. 29.177.000. Dette er meint som ei hjelp til departementet med å byggje ut den teknologiske utdanninga i landet.

Arbeidet vil femne om ingeniørhøgskolane, nokre distriktshøgskolar og universiteta, som kvar for seg har område som skal byggjast ut. Arbeidet med å planleggje ekspansjonen er i gang. Men det var ikkje råd for alle institusjonane kort tid etter stortingsdebatten å få innarbeidd alle tiltak på dei aktuelle områda i dei vanlege framlegga til departementet. Det er derfor tenleg i denne fasen å ha eit eige kapittel for teknologisk oreinterte studium (TOS) som ein kan fordele frå i 1982 etter å ha vurdert nærare dei einskilde tiltaka, seier departementet.

Det er elles innarbeidd midlar i dei einskilde budsjettkapitla der desse klart kunne vurderast. Dei nye stillingane ein har øyremerkt til slike studium er fordelte. På kapitlet står da att framlegg om midlar som vil gi departementet høve til å setje i gang tiltak gjennom året etter som planane blir ferdige. Fordelinga vil såleis skje i samråd med dei einskilde institusjonane.

Under det vidare arbeidet med å styrkje den høgre tekniske utdanninga vil departementet ha nytte av ei utvalstilråding som vart lagt fram våren 1981. Utvalet, med direktør Gudleiv Harg som formann, og med representantar frå industri og lærestader, og for Rogaland og Telemark-distrikta, har i særleg grad arbeidd med utbyggingsplanene for sivilingeniørutdanning i Porsgrunn og Stavanger. Det vil vere ein føresetnad for sivilingeniørutdanning desse stadene at ein finn fram til eit solid fundament i ei 3-årig grunnutdanning ved ingeniørhøgskolen i Porsgrunn, og ved samarbeid mellom distriktshøgskolen og ingeniørhøgskolen i Stavanger. Først når dette 3-årsstudiet er etablert, blir det grunnlag for ei vidare utbygging til sivilingeniørnivå. Det er såleis ikkje i dette budsjettframlegget stillingar spesielt for dette steget.

Posten 0333 har med 8 mill. kr. til byggjetiltak, som er meint som startløyving til nybygg i Stavanger som skal gi rom for verksemd både for Rogaland distriktshøgskole og Stavanger ingeniørhøgskole, truleg og for Stiftelsen Rogalandforskning.

NY FAGPLAN

Forslag til Ny fagplan for fysikk i den videregående skole, studieretning for almenne fag, ble sendt til skolene i november 1981. Fagplangruppa har fått henvendelser med ønsker om en mere fyldig redegjørelse for forslaget. En slik redegjørelse er sendt ut i slutten av januar med ny høringsfrist satt til 1. mars 1982.

INNKALLING TIL ÅRSMØTE 1982

Det innkalles herved til årsmøte i Norsk Fysisk Selskap tirsdag 15. juni kl. 15.15 ved Rogaland Distriktshøgskole, Ullandhaug, Stavanger.

Saker som skal tas opp under eventuelt må være innkommet til styret innen 1. juni.

Sakliste

1. Referat fra årsmøtet 1981 (se FFV nr. 3, 1981)
3. Årsmelding
3. Selskapets engasjement i menneskerettighetsspørsmål
4. Rapport fra de faglige grupper
5. Rapport fra Norsk Fysikkråd
6. Fra Fysikkens Verden
7. Regnskap for 1981 for NFS og FFV
8. Budsjett for 1982 og 1983 for NFS og FFV
9. Valg:
   a) viseformann og 1 styremedlem
   b) revisorer og valgkomité, 2 varamenn
   c) Norsk Fysikkråd
10. Fysikermøtet 1983
11. Eventuelt

Kjeller, 5. februar 1982
Styret

forts. fra s. 10.

6. H. H. Hopkins, The Development of Image Evaluation Methods, Proc. SPIE *46*, 2-18 (1974).
7. W. T. Welford, *Aberrations of the symmetrical optical system*. (Academic press, 1974).
8. Lucian Montagnino, Raytracing in inhomogeneous media, J. Opt. Soc. A. *58*, 1667-68 (1968).
9. W. T. Welford, A vector raytracing equation for hologram lenses of arbitrary shape, Opt. Commun. *14*, 322-323 (1975).
10. H. Heier, Interactive Lens Design Program. Users Manual, SI-Rapport 78 01 44 - 3, Jan. 1980.

Solas kjerne roterer hurtigere enn overflaten.

Solas sentralområde roterer mye hurtigere enn overflatelagene, er den konklusjon man kan trekke ut fra de første definitive målingene av solas indre rotasjon. Mens vi observerer at solas overflate roterer én gang i løpet av 25 dager, kan det være slik at kjernen trenger bare 3 dager pr. omdreining. Målingene er blitt utført av en gruppe fra Birmingham University under et opphold på Tenerife, hvor himmelen sagtens er klarere enn i Birmingham (Nature **293,** 443 (1981)).

Nå er det ikke mulig å måle solas indre rotasjon direkte, så man må ty til indirekte metoder. Birminghamgruppens metode var å gjøre seg bruk av det faktum at et roterende legemes vibrasjon er avhengig av dets rotasjonsmønster. Sola vibrerer ved flere forskjellige frekvenser, hvorav den mest typiske ligger ved 3300 mikrohertz (periode 5 minutter). Dersom ikke sola var i rotasjon, ville et diagram over vibrasjonen som funksjon av frekvensen vise en serie av ekvidistante topper, hver topp tilsvarende en viss harmonisk overtone. Rotasjonen forårsaker imidlertid at det oppstår nye overtoner. Oppsplittingen av disse er den observerbare effekt som kan gi oss informasjon om solas indre rotasjon.

Birminghamgruppen, som ble ledet av G. R. Isaak, gjorde sine observasjoner i løpet av sommeren 1980. Man valgte å studere spektrallinjen fra nøytralt kalium (769,9 nm), i den hensikt å registrere små dopplerforskyvninger fra solas vibrasjon eller «åndedrett». Observasjonsresultatene er nå blitt analysert, og er klart uforenlige med antagelsen at solas rotasjon er uniform i alle lag. Det er ikke helt sikkert hvorvidt rotasjonsperioden for solkjernen er så liten som 3 dager. Denne verdien baserer seg på at kjernen strekker seg bare ut til 1/6 av solradien. Hvis kjernen derimot strekker seg omtrent ut til overflaten, vil kjernens periode være omtrent 12 dager.

Disse resultatene kan virke overraskende, men de strider ikke imot gjeldende teori på området. Astronomer har vært av den oppfatning at sola roterte mye hurtigere i sin ungdom enn nå, men at den etter hvert har mistet dreieimpuls på grunn av emisjon av partikler i den solare vind. Det er ikke urimelig at denne prosessen har bremset rotasjonshastigheten av solas ytre lag, og at de indre lag har bevart sin opprinnelige rotasjonshastighet intakt.

Henvisning: New Scientist 12. november 1981, s. 434.

I.B.

Radiogalakser og svarte hull.

En fet smultring som stråler ut til begge sider fra hullet i midten - dette er ifølge den velkjente astronom Martin Rees i Cambridge sannsynligvis det beste intuitive bilde som vi kan danne oss av en radiogalakse. Sammen med Rees har astronomer fra University of California og Caltech nylig vært med på å utvikle modellen. Smultringen er en «ion-supported torus», strålingen er radiobølger, og hullet er selvfølgelig ikke noe annet enn et svart hull.

Modellen er blitt utviklet ut fra den opprinnelige ideen at kvasarer og radiogalakser kan være drevet energimessig ved at stoff virvler i skiver omkring sentrale svarte hull. Etter hvert som beregningene er blitt forbedret har man kommet til at slike skiver nødvendigvis må være temmelig tykke. Karakteristisk for radiogalakser er at sentralområdet, som er sentrum for all aktivitet, er relativt rolig ved høyere frekvenser. Så en tilførsel av energi i sentralområdet må kunne overføres til radiobølger på en eller annen måte, tilsynelatende uten vesentlig energitap.

Rees og hans kolleger forklarer denne oppførselen ved at der er et sentralt svart hull, med masse omkring 10^8 solmasser, omgitt av en toroidal sky av ionisert stoff. Når hullet roterer, vil elektriske strømmer generert på skyens overflate produsere magnetfelter innrettet slik at de kan lede stråler av relativistiske partikler ut fra «polene». Disse partiklene stråler i radiobølgeområdet, og produserer det karakteristiske dobbel-lobe mønsteret som man observerer. Mesteparten av energien kommer fra selve det roterende hullet, som tidligere i sitt liv, kanskje da det var en kvasar, slukte solmasser med god appetitt.

Modellen kan skaleres både oppover og nedover. Skalerer vi den oppover, får vi en mulig strålingsmekanisme for kvasarer. Ved skalering nedover får vi et objekt som muligens finnes i sentrum av vår egen galakse. Det skulle da medføre en smultring av lokal karakter, med et svart hull av størrelse omkring én million solmasser, i midten.

Produksjonsmekanismen av radiostråling via relativistiske partikler ville være den samme som ovenfor.

Henvisning: New Scientist 21. januar 1982, s. 156.

I. B.

Brev fra leserne.

Hr. redaktør!

Jeg vil med dette be om at mitt abonnement på «Fra Fysikkens Verden» opphører.

Årsaken til dette er kort og godt at jeg gjennom lang tid synes jeg har forstått svært lite av artiklene i bladet. Jeg har følt at stadig flere av artiklene har holdt et stadig høyere rent faglig nivå med svært så avansert matematikk innebygget. Også selve emnene synes jeg ofte virker meget spesielle. Kort sagt: Dette er ikke noe for meg!

Her er det sikkert meg selv det er noe «galt» med. Det er nå omlag 10 år siden jeg studerte fysikk og avla min hovedfagseksamen. De siste årene har jeg arbeidet i den videregående skolen og undervist i fysikk der. Men jeg har ikke hatt muligheter for faglig oppfølging og utvikling innen faget. Dette er vel egentlig årsaken til at jeg forstår såpass lite av det som presenteres i FFV? Men kanskje er det flere - ja til og med mange - som føler dette omlag som jeg gjør? Jeg tror at svaret er ja. Iallfall vet jeg at mange fysikklærere i den videregående skolen har liknende tanker omkring tidsskriftet og dets innhold som jeg har antydet ovenfor.

Nå kan det sikkert sies at tidsskriftet ikke er skrevet for oss «ikke-fysikere» som heller ikke er medlemmer av Norsk Fysisk Selskap. Likevel synes jeg redaktøren(e) av FFV bør tenke gjennom hvem de ønsker å nå med tidsskriftet. Er det først og fremst fagfysikerne som gjennom bladet skal henvende seg til hverandre via «avanserte» artikler og bokanmeldelser. Eller er det også «ikke-fysikeren» som har en viss interesse for faget og som gjerne vil holde seg litt orientert om det som skjer eller har skjedd på fagområdet? Ettersom studenter og skoleelever tilbys rabatt ved tinging av bladet, antar jeg at redaksjonen også ønsker å nå denne store gruppen. Jeg frykter imidlertid at skoleelever som leser bladet skremmes bort fra videre fysikkstudier i stedet for å få inspirasjon og interesse for faget: Fysikk ser jo så vanskelig, matematisk og teoretisk ut!

Selve tittelen på tidsskriftet er egentlig så god og interessant at den skulle kunne fange interesse hos personer uten fysikkstudier bak seg. Med litt omlegging av innholdet skulle en kunne nå nye store lesergrupper.

Når jeg til nå har vært ensidig kritisk i min omtale av tidsskriftet, burde jeg vel også ha noen forslag til forbedringer. Her er i allefall noen typer av stoff jeg savner:

A. Generelt naturvitenskapelig stoff med hovedvekt på fysikk skrevet i en mer popularisert form enn tilfellet stort sett har vært til nå. Avanserte matematiske formuleringer bør utgå. En må heller tillate noe lavere presisjonsnivå. Dersom en virkelig ønsker at skoleelever skal lese bladet, må en tenke alvorlig over hva disse er i stand til å fatte.

B. «Fysikk i hverdagen» kunne være en spalte som presenterer litt av fysikken bak noen av de apparater og det utstyr vi bruker i dagliglivet. Jeg tror kanskje at selv fagfysikere kunne finne ting av interesse i en slik spalte. Og for alle oss andre ville det opplagt være behov for en spalte som kunne gi større forståelse for en del av det kompliserte utstyr som omgir oss (eksempler finnes det mange av f.eks. innen stereo, video, bilannonser etc.) Her vil jeg også nevne at fysikkpensa i skolen inneholder så godt som ingen henvisninger til bruk av fysiske prinsipper, lover eller teorier i dagliglivet. Hvilken nyttig samling av interessante eksempler for en fysikklærer kunne ikke dette bli?

C. «Fra forskningsfronten» kunne i form av korte, populærvitenskapelige meldinger gi oversikt over de siste nyvinninger innen faget. Fagfysikere som følger med i internasjonale fagtidsskrifter må da kunne bidra med noe her.

D. «Fysikkundervisning i andre land» kunne være en spalte som omtaler fysikkundervisningen på ulike nivå i flere land både i vest og øst. Nye ideer om fysikkundervisning her hjemme, f.eks. kommentarer til nye fagplaner burde også være med. Både fagfysikere og pedagoger burde ha ideer her.

E. «Fysikkhistorie- og fysikkhistorier» kunne gi en omtale av tidligere og nålevende fysikere og deres arbeider. Artiklene måtte igjen være skrevet så popularisert og «uvitenskapelig» at alle grupper av lesere som er antydet foran kunne ha utbytte av dem. Artikler krydret med «historier» eller anekdoter om den aktuelle fysiker ville være fint. Det er ofte slikt som huskes av skoleelever og gjør at fysikernavn også forbindes med sentrale emner innen faget (f.eks. Joules bryllupsreise til Sveits og hans temperaturmålinger i fossefall).

F. «Fysikere på nye veier» kunne være hovedoverskrift for en type artikler der en presenterer nye arbeidsområder for fysikere. Det er nærliggende å tenke på fysikeres samarbeid med medisinere, fysikere i oljebransjen osv. Intervjuer og arbeidsplassbesøk ville vært flott. Kankje kunne også dette være med på å gi faget større prestisje enn det har fått i dag?

Dette er noen raske forslag for min side gitt i nokså generelle vendinger. Det finnes sikkert mange andre. Hvorfor ikke be leserne sende inn forslag? Nå ser jeg heller ikke bort fra at tidsskriftet også vel skal tjene som et meldingsblad for Norsk Fysisk Selskap. Og kanskje er det et eller annet vedtak i NFS som sier at tidsskriftet skal være omlag som det har vært i det siste, slik at redaktørene ikke kan gjøre så mye fra eller til?

Inntil det skjer en viss forandring i innhold, velger jeg iallfall å være «ikke-abonnent».

Per Inge Hønnås

Fysikkfagets rolle i skole og samfunn

Noen tanker omkring to skrifter fra Norsk fysikkråd

*Svein Lie**

Norsk fysikkråd har nylig gitt ut to skrifter som fortjener stor oppmerksomhet hos alle som er interessert i naturfagenes plass i skole og samfunn. Det er prisverdig at rådet på denne måten bidrar til økt kommunikasjon mellom de akademiske miljøer og skolefolk innen faget fysikk. På en måte kan de to skriftene sees i sammenheng fordi de begge springer ut av ønsket om å skape en mer positiv holdning til faget og derved øke rekrutteringen.

Jeg håper at de to skriftene blir lest av alle som er er opptatt av fysikkens stilling i vårt land. Til sammen gir de verdifull informasjon om hvordan elever, fysikklærere og universitetsfysikere ser på faget. Og de gir et interessant grunnlag for debatt om fagets framtid.

Skoleundersøkelsen i fysikk.

Det ene skriftet presenterer resultatene fra en omfattende spørreundersøkelse fra 263 ungdomsskoler og 137 videregående skoler (vesentlig almenfaglig studieretning). Elevene ble spurt om hvor vanskelig og hvor interessant de synes fysikk er, sammenlignet med kjemi og biologi. Læreren skulle besvare en rekke spørsmål for å belyse hvordan fysikkundervisningen foregår, og på hvilken måte den eventuelt burde endres. Og resultatene av spørreundersøkelsen som presenteres er virkelig tankevekkende.

Hvordan ser elevene på naturfagene?

For på en enkel måte å kunne anskueliggjøre tendensen i svarene har jeg illustrert på en figur (fig. 1) hvordan interessen for fagene er på de skoletrinn som er med i undersøkelsen. Elevene skulle avgjøre om de synes faget var «interessant», «mindre interessant» eller «lite interessant». «Interesseindeksen» som jeg har brukt som mål er så framkommet ved at jeg har tatt prosenttallet som syntes faget var interessant, minus prosenttallet som fant det lite interessant.

På tilsvarende måte har jeg beregnet en «forståelighetsindeks» for fagene og vist på fig. 2 hvordan den varierer med klassetrinnet. Hovedtrekkene i diagrammene kan forenklet sammenfattes i noen punkter:

1. Fysikk er både det vanskeligste og det minst interessante av naturfagene i skolen. Av andre undersøkelser vet vi også at naturfagene vurderes som svært vanskelige i forhold til andre skolefag. Det ser ut til å være en klar sammenheng mellom muligheten til å forstå et fag og elevenes interesse for faget. Ut fra disse enkle betraktningene er det derfor nærliggende å anta at en viktig grunn til den lave interessen for fysikk er at faget presenteres på en for abstrakt og teoretisk måte.
2. Også kjemi regnes som et vanskelig fag i ungdomsskolen. Kjemi og fysikk ser ut til å bli vur-

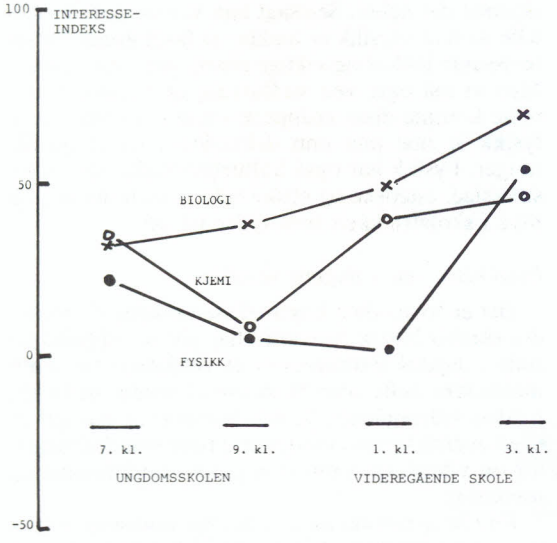


Fig. 1. Elevenes interesse for naturfagene i skolen.

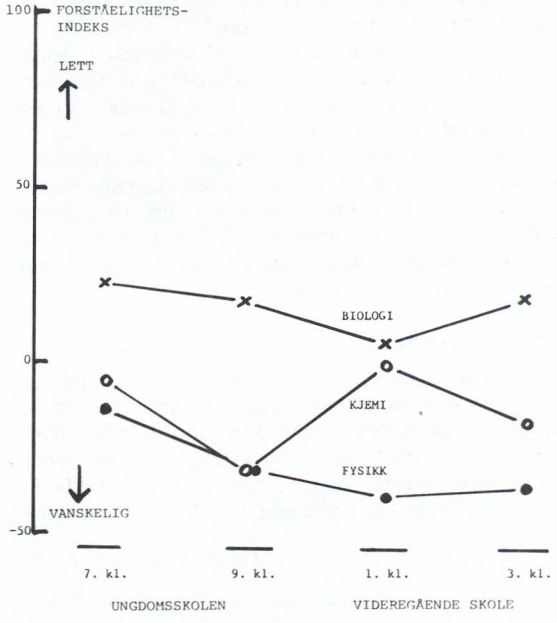


Fig. 2. Elevenes vurdering av hvor vanskelige naturfagene er.

* *Skolelaboratoriet, Universitetet i Oslo.*

dert så likt at elevene bare i liten grad har skilt de to fagene. Så er de da også slått sammen som fysikk/kjemi i Mønsterplanen og i lærebøkene. I videregående skole skiller elevene tydeligvis klart mellom fysikk og kjemi, noe som viser seg ved at kjemidelen er mye mer populær enn fysikkdelen i naturfag i 1. klasse.

3. Biologi framstår både som det mest forståelige og mest populære naturfaget på skolen.
4. Det er i 1. klasse elevene gjør sitt linjevalg, og det er nettopp på dette klassetrinnet at fysikkfaget har dårligst ord på seg. *Den ene timen med fysikk ser ut til å bidra effektivt til å skremme vekk elever fra fysikk linjefag.*

Hvis vurderingene fra gutter og jenter studeres hver for seg, kommer i tillegg følgende bilde klart fram:

5. *Fysikk er et ekstremt guttefag,* i den forstand at guttene både liker det mye bedre og synes faget er mindre uforståelig enn jentene gjør. Kjemi framstår også først som et guttefag, men dette endrer seg i kjemi linjefag, der jentene er mest interessert. Biologi er det feminine naturfaget, best likt av jentene.

Høyt over hodet på elevene?

Som nevnt tidligere, ligger det nær å påstå følgende. Den fysikken som presenteres i ungdomsskolen og i 1. klasse, videregående skole, går høyt over hodet på de fleste elevene. En rekke undersøkelser[1]) teoretiske så vel som empiriske, foretatt ved Skolelaboratoriet i Oslo de senere år, bekrefter denne påstanden. Det går her igjen som en rød tråd at det er et alvorlig misforhold mellom fagplanenes og lærebøkenes ambisjoner og elevenes faktiske forutsetninger for å mestre stoffet.

Jeg vil hevde at det teoretisk/akademiske fagstoffet står sterkt i strid med alle de fine (og viktige!) ordene om at elevene har krav på å få arbeide med meningsfylt stoff som de kan mestre.

Studerer vi Mønsterplanens utvalg av fagstoff i fysikk, ser vi at det er preget av det akademiske synet på faget. Emnelista kunne da også like gjerne vært tatt fra universitetskurs i fysikk. Det er i hvert fall ikke elevenes modningsnivå og interesser som har bestemt dette utvalget!

Hva sier lærerne?

Også lærerne vurderte fysikk som et vanskelig fag, men svarene er ikke relatert til andre fag så de er derfor vanskelige å tolke. Men andre undersøkelser samt inntrykk fra en rekke aktive lærere tyder på at lærerne er enige med elevene i at fysikkfaget er for abstrakt og vanskelig for de fleste elevene. Skoleundersøkelsen har med et viktig spørsmål om hva lærerne mener bør endres i fagplanene. Her vil jeg peke på de helt entydige reaksjonene som gjelder ungdomsskolen og 1. klasse videregående skole:

Bort med likninger og formler generelt, og bort med Newtons mekanikk spesielt! Inn med flere enkle forsøk, fysikk i dagliglivet og i hjemmet!

På dette punktet er forfatterne befriende klare når de etterlyser en snarlig revisjon av fagplanene.

Fysikerne - og de andre

Det paradoksale ved skoleundersøkelsen er at den avdekker et upopulært fag som velges av svært mange i videregående skole. Hvordan henger så dette sammen?

Mye av forklaringen ligger i kompetansereglene for videre studier. Når så mye som 25 % av elevene på fysikk linjefag svarer at de tar fysikk bare fordi de trenger det (uten å være interessert i faget), er det grunn til å være bekymret. Mange trekkes til fysikken fordi faget har så høy prestisje og i stor grad brukes som utsilingsmekanisme, også i yrker en skulle tro hadde liten direkte nytte av fysikk. Det gir studiet prestisje å forutsette det vanskeligste linjefaget. Men jeg tviler på at fysikkfaget er tjent med det.

For medaljen har også en bakside: Ved at fysikk framstår som et så vanskelig, abstrakt og lite relevant fag for de fleste elevene, skapes det en negativ holdning til faget. Dette fører igjen til en dyp mistillit til fagfolkene, både akademikerne og teknokratene.

Samfunnsengasjert ungdom - og særlig mange jenter - vender i dag fysikkfaget ryggen. Ikke skjønner de det - og ikke skjønner de vitsen med å skjønne det heller. Selvsagt kan vi - og bør vi - fortelle dem at «fysikk er makt», at faget åpner for interessante jobber og viktige posisjoner i samfunnet. Men vi må også ved stoffutvalg og presentasjonsmåte komme disse gruppene i møte. Vi må vise at fysikk er noe mer enn definisjoner og lange likninger. Fysikk har også kulturhistoriske, samfunnsmessige, estetiske og etiske sider - men det er ikke mye i skolefysikken som tyder på det!

Fysikkens rolle i dagens samfunn

Det er fristende å knytte disse tankene til det andre skriftet Norsk fysikkråd har gitt ut. «Fysikkens rolle i dagens samfunn» er et velskrevet og svært interessant hefte som blant annet sendes ut til alle landets videregående skoler. Forfatterne har gitt en bred oversikt over fysikkfagets rolle som kulturfaktor og vitenskap, samt dets plass i undevisning og forskning.

En viktig hensikt med heftet har utvilsomt vært å øke rekrutteringen til faget både i skolen og på universitetsnivå. Det sies f.eks. klart (på side 44) at:

«for å stimulere elevenes interesse for fysikk og

[1]) Hovedoppgavene til T. Flugsrud (78), R. Tveit (78), S. R. Lien (79).
S. Sjøberg: Naturfag i søkelyset. Tanum-Norli, Oslo 1979.
S. Lie og S. Sjøberg: Fart og kraft. En empirisk undersøkelse og noen pedagogiske synspunkter. 1981.

for å sikre rekrutteringen til de teknisk-naturvitenskapelige studieretningene i framtiden, må fysikken gis en betydelig mer sentral plass i grunnskolen enn den har i dag».

Men fullt så enkelt er det vel ikke? Etter det som er sagt foran, tror jeg det er mye viktigere med en fullstendig omvurdering av fagets innhold. De fleste elevene synes det er for mye fysikk som det er, skal vi dømme ut fra skoleundersøkelsens resultater.

Lengre nede på samme side står det:

«Det (økt timetall) ville også muliggjøre en mer praktisk rettet undervisning, der dagliglivets fysikk og teknikk gis en sentral plass».

Her er jeg helt enig i målet, men hvorfor i all verden kan vi ikke arbeide for dette målet selv med det timetallet faget har i grunnskolen i dag?

Fysikerens ansvar for samfunnsutviklingen

En annen hensikt ved heftet har vel vært å skape et mer positivt syn på - og bedre kjennskap til fysikkfaget blant «ikke-fysikere». Og et stykke på vei tror jeg forfatterne vil lykkes med det (i den grad heftet vil bli lest). Men jeg frykter at mange som på forhånd er kritisk innstilt til den «umenneskelige» teknologien, vil bli styrket i sin mistillit til fysikerne. I kapittel IV om fysikk og samfunn behandles flere av vår tids store problemer: global utjevning, energiknapphet, teknologiens bivirkninger og våpenproduksjonen. Mange er glødende opptatt av disse spørsmålene, og mange er svært kritiske til myndighetenes holdning. Etter min mening er det viktig at fysikkfaget også trekker til seg disse samfunnskritiske ungdommene, men da må kritikken tas alvorlig. Fysikk er også et viktig fag for dem som ønsker å forandre samfunnet. Men det virker som hensikten med dette kapitlet først og fremst har vært å imøtegå og avvise den utbredte bekymringen for samfunnsutviklingen.

Om rustningsvanviddet skriver forfatterne slik (s 41):

«Både under annen verdenskrig og senere har mange mennesker følt at de sto overfor totalitære makter med aggressive hensikter. De har derfor ønsket å støtte sine lands offisielle politikk i den hensikt å forsvare demokratiet så godt som mulig. Ut fra en slik målsetting har mange fysikere foreslått nye våpen og deltatt i utviklingen av dem. De har sett det som en naturlig ting å utnytte fysikken for å skaffe fedrelandet en strategisk fordel.»

Er det slik fysikrådet vil komme ungdommen i tale om tidens mest skremmende problem?

Behovet for en bevisst styring av teknologien blir understreket slik (s. 39):

«Det blir stadig mer nødvendig å bygge opp aktive og uavhengige ekspertisegrupper som på et *nøytralt grunnlag* kan vurdere framtidige samfunnsmessige konsekvenser av den naturvitenskapelige og teknologiske utviklingen». (Min understrekning).

Dette høres jo fint ut. Men folk flest har jo nettopp en økende skepsis til de såkalte objektive eksperter. Fagfysikere har etter min mening like lite som andre mennesker forutsetning for å vurdere samfunnsspørsmål på «nøytralt grunnlag». Denne oppfatningen er blitt styrket etter at jeg har lest fysikkrådets hefte.

Norsk fysikkråd:

Skoleundersøkelse i fysikk. Tapir 1981, 118 s, kr. 68.

Fysikkens rolle i dagens samfunn. Tapir 1980, 56 s, kr. 36.

LÆRERPLAN I FYSIKK

EMNELISTE

FAGPLAN A

Første årskurs (2FY),
Kjernestoff.

Mekanikk: Grunnbegrepene lengde, tid og masse. SI-systemet. Størrelse og størrelseslikninger. Bevegelseslikninger. Newtons lover. Vektoriell framstilling av bevegelseslovene. Anvendt på kast og sirkelbevegelse. Friksjon, arbeid, energi, effekt. Bevegelsesmengde. Gravitasjonsloven. Trykk i væsker og gasser.

Termofysikk: Temperatur. Utvidelse. Indre energi. Varme. Varmelærens 1. hovedsetning. Varmekapasitet for væsker og faste stoffer. Faseoverganger. Smelte- og fordampningsvarme. Egenskaper for gasser. Kinetisk gassteori. Tilstandslikningen for ideale gasser. Varmekapasitet for gasser. Isoterme og adiabatiske prosesser. Tilstandsdiagram.

Elektrisitet: Coulombs lov. Elektrisk felt og potensial. Litt om kapasitans. Elektrisk strøm. Ohms lov. Energiomsetning. Litt om ems. Kopling av elementer og motstander.

Øvinger: Minst 8 timer øvinger, herunder enkel usikkerhetsregning.

Forslag til tilvalgsstoff.

Mekanikk: Statikk. Rotasjon. Mekanikk i væsker og gasser. Romfartens mekanikk.

Termofysikk: Overflatehinne. Osmose. Diffusjon. Litt om varmelærens 2. hovedsetning.

Elektrisitet: Brokoplinger. Elektrolyse. Galvaniske elementer. Kontaktspenning. Termoelement.

Øvinger: Flere øvinger, eventuelt et større teoretisk eller eksperimentelt arbeid.

Annet årskurs (3FY), fagplan A.
Kjernestoff.
Elektromagnetisme: Magnetisk felt (Permanente magneter og strømledere). Ladningsbærere i magnetfelt. Elektromagnetisk induksjon. Litt om induktans. Vekselstrøm. Litt om elektromagnetiske bølger.

Bølgefysikk: Harmoniske svingninger. Bølger. Refleksjon. Interferens. Fysikalsk optikk. Stasjonære svingninger. Resonans.

Moderne fysikk: Bohrs atommodell. Enkel kvantemekanikk. Plancks konstant. Energinivåer og -overganger. Radioaktivitet. Fisjon. Enkel relativitetsteori.

Øvinger: Minst 8 timer øvinger, herunder usikkerhetsregning.

Forslag til tilvalgsstoff.

Elektromagnetisme: Måleinstrumenter. Transformator. Ferromagnetisme. Elektriske svingekretser. Elektronrør. Halvlederfysikk. Elektroniske komponenter. Tekniske anvendelser, f.eks. oscilloskop, forsterkere, radio, TV.

Bølgefysikk: Akustikk. Geometrisk optikk(!!).

Moderne fysikk: Erkjennelsesmessige og filosofiske konsekvenser av moderne fysikk. Strålingens biologiske virkninger. Akseleratorer. Enkel kjerne- og elementærpartikkelfysikk. Kjerneenergi. Laser med enkel teori.

Astrofysikk: Fusjonsprosesser. Stjerneutvikling og stjernetyper. Hvite dverger. Pulsarer. Nøytronstjerner. «Svarte hull». Kosmisk stråling. Kvasarer. Kosmologiske teorier.

Øvinger: Flere øvinger, gjerne med usikkerhetsregning og enkel statistikk. Et større teoretisk eller eksperimentelt arbeid.

FAGPLAN B

Første årskurs (2FY).
Mekanikk: Mål for lengde, tid, masse og kraft. Sammenheng mellom størrelse, enheter og måltall. Størrelseslikninger og dimensjonslikninger. Måleusikkerhet.

Hastighet og vei som funksjon av tiden ved konstant hastighet og ved konstant akselerasjon. Bevegelseslikningene. Lovene for fritt fall.

Skalare størrelser og vektorer. Addisjon, subtraksjon og dekomponering av vektorer illustrert ved fysikalske eksempler.

Vertikalt, vannrett og skrått kast.

Treg masse og tung masse. Newtons bevegelseslover. Spesifikk tyngde, tetthet og relativ tetthet for faste legemer og væsker. SI-systemet.

Arbeid, effekt og energi. Mekaniske energiformer.

Friksjon. Friksjonsarbeid. Friksjon og rullemotstand.

Statisk moment. Tyngdepunkt.

Trykk i væsker og gasser. Oppdrift i væsker. Lufttrykk.

Varme: Temperaturbegrepet. Temperaturskala. Utvidelse av faste stoffer og væsker ved oppvarming. Endring av tettheten.

Varme som energitransport. Varmekapasitet. Kalorimetermålinger.

Smelting og frysing. Smeltevarme. Smeltepunkt og trykk. Fordamping og koking. Litt om mettet og umettet damp. Fordampingsvarme.

Gasslovene. Boyle-Mariottes lov. Gay-Lussacs lover. Daltons lov. Tilstandslikningen. Absolutt temperatur. Tetthetens avhengighet av temperatur og trykk.

Kinetisk gassteori. Ideal gass. Tilstandslikningen. Avogadros lov. Molekylenes kinetiske temperatur og gasstrykket. Molekylenes kinetiske energi og temperatur. Indre energi.

Forbindelse mellom arbeid og varme. Gassers arbeid ved volumforandring. Isoterme og adiabatiske prosesser. Termodynamikkens 1. hovedsetning. Varmekapasitet for gasser.

Elektrisitet: Elektrostatikk. Kraftvirkning mellom ladninger. Elektroskopet. Ledere og isolatorer. Polarisasjon. Influens. Ladningsfordeling på en leder.

Coulombs lov.

Det elektriske felt. Feltstyrke. Feltlinjer. Arbeid og potensiell energi i et homogent felt. Potensial og spenning. Ekvipotensialflater.

Elektrisk strøm. Strømkilder. Enhet for elektrisk strømstyrke og elektrisitetsmengde. Kirchhoffs 1. lov. Måling av strømstyrke.

Joules lov. Spenning. Ohms lov. Resistans. Kopling av motstander. Kirchhoffs 2. lov. Kopling av elementer. Måling av resistans. Elektrisk arbeid og effekt.

Øvinger: Minst 8 elevøvinger, hver svarende til en times arbeid. Flere mindre øvinger kan erstatte en slik 1-timers øving.

Annet årskurs (3FY), fagplan B.

Loven om bevaring av bevegelsesmengde. Massemiddelpunktsatsen. Elastiske og uelastiske støt.

Sirkelbevegelse med konstant banefart. Sammenheng mellom akselerasjon og sentripetalkraft.

Gravitasjonsloven. Tyngdefeltet rundt jorda. Arbeid og potensiell energi i tyngdefeltet.

Referansesystemet. Treghetskrefter i akselererte systemer.

Lineære harmoniske svingninger. Svingeenergien.

Bølger, lyd, lys: Bølgebevegelse. Bølger i en partikkelrekke. Transversale og longitudinelle bølger. Overlagring. Refleksjon.

Stående bølger. Egensvingninger.

Overflatebølger i vann. Refleksjon. Brytning av bølger som går fra dypt til grunt vann. Interferens av vannbølger fra to koherente punktkilder. Bøyning av bølger som går gjennom en åpning. Huygens prinsipp. Lyd, årsak og egenskaper. Styrke, høyde, klangfarge. Svingninger i strenger og luftsøyler.

Resonans. Lydhastigheten i gasser og faste legemer.

Lys. Lyshastigheten. Refleksjonslovene. Plant speil. Brytningslovene. Brytning i prismer. Omvendingsloven. Totalrefleksjon. Optisk tetthet.

Linser. Konstruksjon av bilder. Linseformelen.

Lyset som bølgebevegelse. Sammenlikning med bølger i vann. Youngs interferensforsøk. Fargespredning. Legemenes farger.

Elektrisitet og magnetisme: Kontaktspenning. Termostrøm. Ledning i væsker. Faradays lover. Elektromotorisk spenning. Galvanisk polarisasjon. Energiomsetning ved elektrolyse. Ledning i gasser.

Magnetisme. Permanente magneter. Strømspoler. Det magnetiske felt omkring strømledere. Feltet i en spole. Kraftvirkning på rett strømførende leder i et magnetfelt. Magnetisk kraft og magnetisk flukstetthet. Kraftvirkning mellom parallelle strømledere. Jern i magnetfelt. Permeabilitet. Elektriske måleinstrumenter. Det jordmagnetiske felt.

Partikkelbaner i magnetfelt og i elektriske felt. Oscilloskopet. Massespektrografen.

Kondensator. Kapasitans. Dielektrikum. Permittivitet.

Elektromagnetisk induksjon og lovene for den. Selvinduksjon. Selvinduktans.

Vekselstrøm i en krets som bare inneholder motstand. Effektiv strømstyrke og spenning.

Elektriske svingninger og elektromagnetiske bølger i enkel kvalitativ form.

Relativitetsteori. Relativistisk lengde, tid og masse. Energi og masse.

Bølger og partikler. Den fotoelektriske effekt. Einsteins tydning. Fotonets masse og bevegelsesmengde. Materiebølger. Kvantemekanikk.

Røntgenstråling.

Rutherfords atommodell. Bohrs postulater. Energinivåer og spektralserier. Emisjonsspektra. Absorpsjonsspektra. Solspektret.

Kjernefysikk. Tåkekammer. Radioaktiv stråling. Partikkeltellere. Halveringstid. Radioaktive serier. Atomkjernen. Nøytronet. Isotoper. Atomets masse og energi. Massedefekt. Bindingsenergi.

Kjernereaksjoner. Kunstig radioaktivitet. Fisjon. Kjedereaksjoner. Uranreaktor. Fusjon. Solenergien. Kosmisk stråling.

Øvinger: Som for 2FY.

Kommentarer til emnelistene.

Emnelistene er lite detaljerte og gir både lærebokforfatter og den enkelte lærer stor frihet. Hvis pedagogiske eller faglige hensyn tilsier det, kan emnene gjerne tas i en annen rekkefølge enn den listene angir. Det er imidlertid en forutsetning at en stadig har fagets målsetting klart for seg. Det må også være et krav at undervisningen må være tilpasset alderstrinnet og bygge på tidligere undervisning i fysikk.

Emnelistene omfatter i første rekke helt sentrale og grunnleggende begreper, lover og teorier. F.eks. er «bevegelsesmengde» satt opp, men ikke «støt», selv om det nok vil være naturlig å bruke støt for å anskueliggjøre begrepet bevegelsesmengde. Generelt vil lærebøker eller lærere fritt kunne velge hvordan et emne skal presenteres og belyses.

Som nevnt er emnevalget konsentrert om begrepet og prinsipper som kan regnes som fundamentale, og som kan brukes til å beskrive og forstå store grupper av fenomener. Emner som i og for seg er viktige nok, men ikke bringer noe kvalitativt nytt, er stort sett satt opp som tilvalgsstoff. Her ligger det rike muligheter til å velge stoff ut fra elevenes interesser eller ut fra ønsket om sterkere å underbygge undervisningen i andre fag.

En tenker seg at tilvalgsstoffet ikke samles til en bestemt tidsperiode, f.eks. slutten av skoleåret. En mulighet er å stoppe underveis der hvor lærer og elev finner det hensiktsmessig å utdype et bestemt emne.

Generelle prinsipper kan da belyses med flere og andre eksempler enn de som regnes som kjernestoff.

På tilsvarende måte som fysikkundervisningen skal støtte opp under andre fag, forutsettes det at den bygger på det som er lært i andre fag, spesielt matematikk.

Emnelista for naturfag (1NA) inneholder noen av de samme stikkordene som emnelista i fysikk, f.eks. de Mekanikk som behandles i naturfag, er knyttet til lineær bevegelse. Forståelsen kan neppe bli særlig dyp, men bør danne en nyttig bakgrunn for den utdyping som må finne sted i 2FY. I 2 FY må en vektoriell framstilling av bevegelseslovene stå sentralt.

På samme måte må emnene fra termofysikk, elektrisitetslære og atomteori bli behandlet mye grundigere i fordypningskursene 2FY og 3FY enn de kan bli behandlet i det obligatoriske naturfagkurset som alle elever i studieretning for allmenne fag skal gjennomgå.

En bør legge vekt på at øvinger og demonstrasjoner bygger videre på det som er gjort i naturfaget 1NA, og ikke bare blir gjentakelser. Dette gjelder i like stor grad i forholdet til fysikken på ungdomsskoletrinnet.

Reisestipend for hovedfags/diplomstudenter til Fysikermøtet i Stavanger.

Styret i Norsk Fysisk Selskap har bevilget kr. 4.000.- til reisestipend for hovedfags/diplomstudenter til Fysikermøtet i Stavanger 14.-17. juni 1982. Pengene skal fordeles med inntil kr. 1.000,- på hvert av stedene Bergen, Oslo, Tromsø, Trondheim. Søknad sendes innen 1. mai til:

I Bergen: Førstelektor K. Myklebost, Fysisk Institutt.
I Oslo: Førstelektor T. Engeland, Fysisk Institutt.
I Tromsø: Førsteamanuensis N. Bjørnå, Nordlysobservatoriet.
I Trondheim: Dosent R. S. Sigmond, Fysikkseksjonen.

Nye medlemmer opptatt på styremøtet 22.1.82:

Vit.ass. Arne Graue, Fysisk Institutt, 5014 Bergen-U.
Systemkonsulent Rolf Lervik, A/S Computas, Boks 310, 1322 Høvik.
Cand.real. Harald Solheim, Solheims Tverrgt. 28, 5000 Bergen.

Studentmedlem

Steinar Arve Gundersen, Fysisk Institutt, Blindern, Oslo 3.

NYTT FRA INSTITUSJONENE

Ved Fysisk institutt NLHT/UNIT har 12 kandidater avlagt hovedfagseksamen i fysikk i året 1981. Tittel på de vitenskapelige undersøkelsene er som følger:

Biofysikk:

Åshild Bergh Nilssen: «Protoplaster fra spalteåpninger. Fremstillingsmetoder og biofysikalske undersøkelser».

Kjell Dalløkken: «Transpirasjon og CO_2-regulering hos byggplanter. Biofysikalske undersøkelser og modellsimuleringer».

Hilde Hemmer: «Analyse av råolje ved hjelp av fluorescensspektroskopi».

Berit Kjeldstad: «Studier av variabel fluorescens hos høyerestående planter ved bruk av pulset eksitasjonslys».

Gro Reisæter: «Fluorescens fra porfyriner. En studie av spektrene fra reine stoffer og fra P.acnes bakterier.»

Miljøfysikk:

Klaus Livik: «En undersøkelse av vindforholda langs Trøndelagskysten med vekt på tidsstruktur».

Jan Edvard Sandberg: «En undersøkelse av vindforholda langs Trøndelagskysten med vekt på høydefordelinger».

Teoretisk fysikk:

Rolf Lervik: Parproduksjon i elektronfelt. Bindingskorreksjoner».

Skolerettet fysikk:

Klaus Trygve Andreasssen: «Energi fra vindmøller».

Kai Myrvang: «Energi - med spesiell vekt på utnyttelsen av solenergi».

Einar Thomassen: «Entropi og varmelærens 2. hovedsetning. Varmekraftmaskiner og varmepumper».

Henry Wikanes: «Solsystemet».

Bøker

J. L. Martin. Basic Quantum Mechanics. Clarendon Press: Oxford University Press (1981), 241 sider, pris £ 7.95 uinnbundet.

Denne boken gir som tittelen sier en introduksjon i kvantemekanikk. Basisreglene innføres i de 3 første kapitlene, så følger 8 kapitler med anvendelser og 6 kapitler om approksimasjonsmetoder. I sluttkapitlet diskuteres interpretasjonen av kvantemekanikken nærmere.

Martin har valgt å introdusere kvantetilstander ved å bruke fotonpolarisasjon som gjennomgående eksempel og å bygge opp matrisemakanikken før Schrødingerligningen. Dette gir en god og direkte vei til de mest fundamentale prinsippene, men den er relativt abstrakt og det er et spørsmål om den vil føre frem hos vanlige begynnerstudenter. Mange vil nok savne den vanlige diskusjonen av materiebølger, deres bevegelse og interferens, og f.eks. at relasjonen $p = h/\lambda$ overhodet ikke er nevnt. Innholdet er for øvrig forholdsvis konvensjonelt med behandling av standard en- og tredimensjonale problemer med en- eller to partikler, og med perturbasjons- og variasjonsmetoder. Anvendelsene er i alt vesentlig innenfor atomfysikk, og bortsett fra litt om van der Waals krefter fins ingenting om molekyler eller mangepartikkelsystemer, heller ikke partikkel- eller kjernefysikk.

Boken er skrevet i en knapp stil og nødvendig matematisk stoff som spesielle funksjoner må hentes fra annet hold, uten at en får noen hjelp av referanser. Når forfatteren f.eks. også bruker betafunksjoner og relasjoner mellom dem uten å bruke navnet, eller standard symbol, gjør han det unødvendig vanskelig for leseren. Totalt sett er det nok få som vil finne denne boken velegnet for selvstudium. Men det betyr ikke at den ikke kan være meget velegnet i forbindelse med undervisning om en vil bruke opplegget. I så fall har den også fordelen av å være billig og av hendig størrelse. Boken anbefales som et av de alternativer som bør vurderes av de som jakter på en god kursbok i dagens overflod av bøker i kvantefysikk.

Kjell Mork

R Reisfeld og C K Jørgensen: Lasers and Excited States of Rare Earths. Inorganic Chemistry Conceps Vol 1. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1977, 226 sider. Pris innbundet DM 68,00.

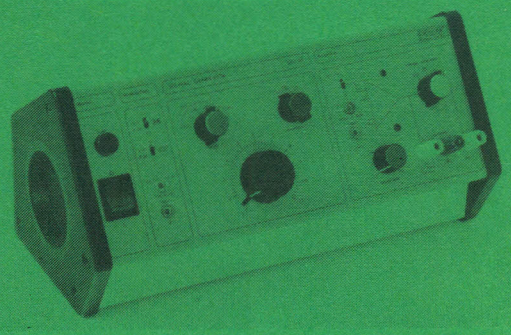
Jeg kan ikke anbefale denne boka. Den trenger sårt en kritisk redigering. I sin nåværende form er boka meget uoversiktlig. Leseren blir stadig avsporet av uvesentlige detaljer samtidig som vesentlig informasjon mangler.

Helge Kildal

SIGNALGENERATOR nr. 30150

Denne signalgeneratoren er unik m.h.t. funksjoner og kvalitet.

* SINUS-, firkant- og trekantsignal 0-6 Vrms
* Frekvens 0,1 Hz - 110 kHz på 6 områder
* Forsterker opp til 5W for DC- 110 kHz, inngang 1MΩ
* Amplitudemodulasjon (100% modulasjon av 3 Volts signal med ± 160 mV)
* Frekvensmodulasjon
* Utgang 1 Ω med 5 W over 5 Ω belastning
* Utgang 100 Ω med bryter for spenningsdeling med faktor 0,1 og 0,01
* Forvrengning: mindre enn 0,5% ved 1 kHz



Pris kr. 2071,- ekskl. mva.

Et godt oscilloskop hører med til utstyret rundt en signalgenerator.

2-stråle oscilloskop 0C215 nr. 30610

OC 215 er et teknisk avansert nykonstruert 15 MHz dobbeltstråle oscilloskop.
Instrumentet har elektroniske omkoblere med lysdiodeindikatorer som gjør betjeningen enkel og oversiktlig.

Spesifikasjoner:

FØLSOMHET:
5mV div. 20V div. i 12 steg. Nøyaktighet 3%. Inngangsimpedans 1MΩ, 25pF

FUNKSJONER:
Y_A eller Y_B hver for seg. Y_A og Y_B samtidig; alternerende eller choppret svep. X - Y funksjon.

TIDSBASIS:
0,1μs div. - 100ms div. i 19 steg. Ukalibrert, kontinuerlig kontroll. 1 - 5 x innstilt hastighet. Nøyaktighet 3%.

FREKVENSOMRÅDE:
DC - 15MHz

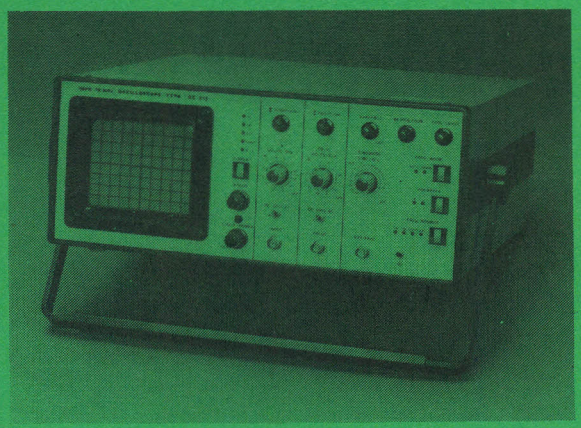
TRIGGING:
Y_A, Y_B, Composit eller Extern AUTO (automatisk). NORM; kontinuerlig innstilling av triggnivå. Omkobler for trigging på positivt eller negativt signal både for Auto og Norm.

BILLEDSKJERM:
8 x 10 ruter med 1 div. = 1 cm. Akseinndeling 2 mm.

TILBEHØR:
2 stk. målekabler, BNC-banankontakt. Bruksanvisning.

DIMENSJON:
38 x 17 x 41 cm^3

VEKT:
9 kg.



Pris kr. 3434,- ekskl. mva.

KPT A/S
KNUDSENS PED.TEKNISKE A/S ☎ (073)73622
FOSNAGATEN 22 P.B. 386, 6501 KRISTIANSUND N.
Avd. kontor: BROCHMANNS GT. 9 - OSLO 4 ☎(02)226360

Utgiverpoststed: 7034 Trondheim - NTH.

Norsk Fysisk Selskap

Formann: Dosent E. Osnes, Fysisk Institutt, Universitet i Oslo

Styre: Dosent R. S. Sigmond, NTH, Trondheim.
Amanuensis Noralv Bjørnå, Universitetet i Tromsø.
Førstelektor T. Engeland, Universitetet i Oslo, Blindern.
Førstelektor K. Myklebost, Universitetet i Bergen.

Selskapets sekretær:
Gerd Jarrett, Fysikkavdelingen,
Institutt for energiteknikk, Boks 40, 2007 Kjeller.

Postgirokonto: 5 88 38 89.
Bankgirokonto: 5102.20.16001.

Fra Fysikkens Verden

Redaktører:
Høgskolelektor Knut Jostein Knutsen
Granlivn. 24, Ugla, 7000 Trondheim
Førsteamanuensis Hans Kolbenstvedt
Fysisk institutt, NLHT,
Universitetet i Trondheim, 7055 Dragvoll

Redaksjonssekretær:
Lab.ing. Halvard Torgersen, Universitetet i Trondheim, Norges Tekniske Høgskole, 7034 Trondheim-NTH.

Redaksjonskomite:
Førsteamanuensis Ove Bratteng, Nordlysobservatoriet, 9000 Tromsø.
Førsteamanuensis Alf Halsteinslid, Fysisk institutt, Universitetet i Bergen, 5014 Bergen.
Førsteamanuensis Kjell Mork, Fysisk institutt, NLHT, Universitetet i Trondheim, 7055 Dragvoll.
Forsker Jan Myrheim, NORDITA, NBI, Blegdamsvej 17, 2100 København Ø, Danmark.
Forskningsstipendiat Svein Sjøberg, Skolelaboratoriet, Fysisk institutt, Universitetet i Oslo, Oslo 3.
Forsker Olav Steinsvoll, Institutt for energiteknikk, Boks 40, 2007 Kjeller

Fra Fysikkens Verden utkommer kvartalsvis. Abonnement kan tegnes gjennom postverket eller direkte fra ekspedisjonen. Årsabonnement kr. 50,00. Årsabonnement for studenter og skoleelever kr. 25,-.

Sekretær:
Gudrun Græsmann.

Ekspedisjonens adresse:
Fra Fysikkens Verden
Fysisk Institutt, Universitetet i Trondheim
Norges lærerhøgskole
7055 Dragvoll

Postgirokonto: 5 10 47 24
Bankgirokonto: 8601.36.12279

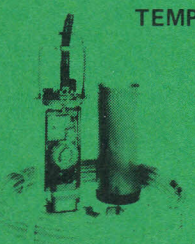
Data Collection.....

AANDERAA INSTRUMENTS has been developing and manufacturing oceanographical and meteorological data recording instruments since 1966.

The PRODUCTS are designed for long term unattended operation and are known for high quality and reliable performance.

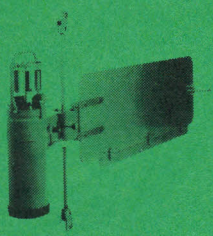
WEATHER STATION

This solar powered station is designed for automatic recording/telemetering of data. A total of 10 different sensors can be employed.



TEMPERATURE PROFILER

for recording of temperature profiles in the sea or lakes, consisting of a recording unit and an 11 point thermistor string. The string is available in lengths up to 100 meters.



CURRENT METER

for recording speed, direction and water temperature of the ocean currents. Provided with sensors for pressure and conductivity when required.

WATER LEVEL RECORDER

for determining water level by precise measurement of the hydrostatic pressure at the sea bed.

Request datasheets for detailed information.

AANDERAA INSTRUMENTS
DATA COLLECTING INSTRUMENTS FOR LAND SEA AND AIR

FANAVEIEN 13
P.O. BOX 160
5051 BERGEN NORWAY
TEL. (05) 27 40 30
TELEX 40049

N.T.H.-Trykk
Trondheim