Fra Fysikkens Verden

Nr. 3 – 2000
62. årgang

Utgiver:
Norsk Fysisk Selskap

Redaktører:
Øivin Holter
Finn Ingebretsen

Redaksjonssekretær:
Karl Måseide

Innhold

Haakon Olsen:
Niels Bohr og komplementaritet 73
Rolf V. Olsen:
Kvantefysikkens status i skolen 79
Christian Callin:
Litt om treghetskrefter 83
Fra Redaktørene 70
FFV Gratulerer 70
Tore Olsen
Asle Sudbø
Konferanser 85
Om fysikkundervisning i Grimstad
Om fysikkutdanning i Barcelona
Bokomtale 89
Nye Doktorer 90
Dr.ing. Berit Margrethe Hasle Falch
Dr.ing. Gudrun Kristine Høye
Dr.ing. Inger Lindseth
Dr.ing. Erlend Rønnekleiv
Dr.scient. Andreas Schiller
Dr.scient. Ingve Simonsen
Dr.scient. Olaf Skjæraasen
Dr.scient. Kjersti Karlsen Tørnkvist
Fysikknytt 94
Første evidens for tau-nøytronet
Trim i FFV 95
Nytt fra NFS 97
Fysikermøtet 2000
Årsmøtet 2000
Nye medlemmer
Hva skjer 99
Bjørn Wiik professorat

Fysikklærere på båttur ved Grimstad
(se referat fra Landskonferansen)

ISSN-0015-9247

Fra Redaktørene

På vegne av Norges forskningsråd, har en internasjonal komité foretatt en evaluering av forskningen innen fysikk ved norske universiteter, høgskoler og forskningsinstitutter. Evalueringsrapporten er nå ute til høring i tillegg til at den er gjort tilgjengelig for media, som i kjent stil har karakterisert norsk fysikk som en klar stryk-kandidat.

Det er ingen grunn til å skjule at rapporten har vakt sterke reaksjoner i de berørte miljøer. Hovedkritikken går på at til dels sterke konklusjoner er trukket uten at forskningsmiljøene er kontaktet direkte. For eksempel er Gardermoen International Airport det nærmeste komitéen kom landets største fysikkinstitutt, ved Universitetet i Oslo. Den manglende direkte kontakt med forskningsmiljøene betrakter vi som et alvorlig brudd på vanlig prosedyre, noe som i vesentlig grad svekker tiltroen til komiteens arbeid.

Komitéen har, tilsynelatende tilfeldig, plukket ut noen enkeltpersoner som er gitt en personlig evaluering etter publikasjonsfrekvens og forøvrig ganske uklare kriterier. Her er det ikke tatt hensyn til alder, prosjektstatus, sykdom og ikke minst annen verdifull innsats innen universitetssystemet. For enkelte blir dette nærmest å oppfatte som en form for avansert mobbing. En kan også spørre hvor grensen går for lovligheten av en slik fremgangsmåte i et offentlig dokument.

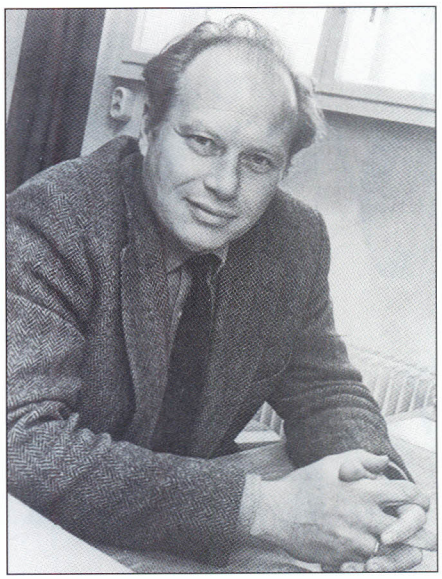
For mange grupper foreslås en til dels radikal omlegging av den faglige profil. For flere av disse forslag skinner komitémedlemmers personlige preferanser tydelig igjennom. Ett faktum, som ikke er berørt, men som har vært understreket i alle tidligere evalueringer, er at ressursrammene for norsk fysikk er så trange at innen sentrale deler av fysikken representerer Norge et ressursmessig bunnivå i Europa. Komitéen vil generelt at aktiviteten skal rettes inn mot "mainstream physics". Disse forslagene krever langt større ressurser enn dagens rammer. Komitéen har ikke kreditert norske fysikeres kreativet og evne til å etablere meningsfylte og aktuelle nisjer med begrensede ressurser.

Nei, forskningsråd, dette er for svakt!

∞

FFV Gratulerer

Tore Olsen 70 år



Tore Olsen har vært en sentral person i norsk fysikk og har satt varige spor på mange plan: som lærer og forsker i fysikk, som universitetspolitiker og -administrator ved Universitetet i Oslo, og som forskningspolitiker- og administrator i Forskningspolitisk råd og i Kirke-, utdannings- og forskningsdepartementet. Han fratrådte sin stilling som ekspedisjonssjef ved Forskningsavdelingen i KUF høsten 1999 og fylte 70 år 6. juni i år.

Tore Olsen tok cand.real.-eksamen ved Fysisk institutt i 1955 og dr.philos.-graden i 1963, ved UiO. Hans videre karriere er i korte trekk: forskningsstipendiat NAVF i 1955, amanuensis (vikar) ved UiO i 1956, NTNF-stipendiat og utenlandsopphold ved Brown University, USA, i 1957, universitetslektor og førsteamanuensis ved Fysisk institutt, UiO, i 1960, professor i fysikk ved NTH i 1966 og professor i fysikalsk elektronikk ved UiO i 1968. Han var bestyrer ved Fysisk institutt i 1969 og 1970, og dekanus ved Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet ved UiO 1975–1980. Fra 1981 til 1987 var han direktør i Forskningspolitisk råd og ekspedisjonssjef i Kirke-, utdannings- og forskningsdepartementet fra 1987 til 1999.

Hans vitenskapelige innsats har vært innenfor materialvitenskap/faste stoffers fysikk. Etter oppholdet i USA, der han studerte metallers elektronstruktur (Fermi-flater) med ultralyd, var han pådriver i etablering av et lavtemperatur-

laboratorium ved Fysisk institutt i Oslo, der han fortsatte disse studiene. Dette resulterte i doktoravhandlingen "Ultrasonic attenuation studies in normal and superconducting tin", i 1963. Tore var en dyktig eksperimentator, og etter hvert ble ultralydstudiene utvidet med andre studier av elektroner i metaller, konsentrert om vekselvirkninger mellom elektroner og gittersvingninger i metallene. Disse vekselvirkningene er bestemmende for metallenes egenskaper, bl.a. for hvordan metallene leder varme og elektrisitet, hvordan ultralyd dempes og om metallet er superledende eller ikke – den gang som nå, et aktuelt tema. Gruppen studerte flere metaller og legeringer i laboratoriet, og en tid var den blant de internasjonalt ledende når det gjaldt de elektroniske egenskapene til meget rent aluminium.

Lavtemperaturlaboratoriet er fortsatt en aktiv del av Fysisk institutt. Selv om problemstillingene nå har endret seg, må det være tilfredsstillende for en som senere har konsentrert seg om ikke-faglige oppgaver, å vite at han har lagt grunnlaget for en viktig aktivitet ved instituttet.

Tore Olsen ble tidlig opptatt av universitetspolitiske spørsmål – ja, etter hvert ble han mer opptatt av politikk enn av fysikk. I 1975 ble han valgt til dekanus ved Det matematisk-naturvitenskapelige fakultetet, som "den unge radikale"; og han tok opp viktige saker: først gradsaken, hvor cand.real. og mag.scient. ble erstattet med cand.scient. og dr.scient., og senere fikk han innført teknologiske studier som viste at forskjellen på et realfagstudium og et sivilingeniørstudium var mye mindre enn hva mange trodde. Med gradsaken ble endelig et organisert forskerstudium innført i Norge; og de teknologiske studiene var et godt mottrekk mot dem som mente at det eneste saliggjørende var flere studieplasser ved NTH, eller flere tekniske høyskoler.

Tore Olsen har også gjort en stor innsats på kollegieplan. Han kom inn i kollegiet da en epoke i universitetets historie var over: Professorveldet skulle avsluttes. Ordningen hvor kollegiet besto av dekanene, alle professorene var *ex officio* medlemmer av fakultetsrådet, og hver professor var bestyrer av sitt institutt eller avdeling, en ordning som universitetet var styrt etter fra opprettelsen i 1811, skulle erstattes av valgte organer. Det var en kjempeoppgave som det nå er vanskelig å forstå hvor arbeidskrevende den var. Det var mange spørsmål som måtte avklares, og Tore spilte en hovedrolle i flere. Sin største samlete innsats gjorde han som formann i Organisasjons- og administrasjonskomiteen ved UiO, som i 1979 avga en innstilling om "forholdet mellom den valgte og administrative ledelse og rammen for den administrative struktur", med forslag som først ble satt ut i livet etter at hans periode som dekanus var over. De mange sakene gjorde at haugen av papirer til kollegiets møter vokste. Men Tore møtte vel forberedt. Det var et stort kompliment når nye studenter til kollegiet fikk det rådet fra de avtroppende, at om de var i tvil, så stem med Tore!

I 1981 forlot Tore Olsen universitetet for å arbeide med forskningspolitiske oppgaver på det nasjonale plan. Han ble direktør i Hovedkomiteen for norsk forskning, som et par år senere ble erstattet av Forskningspolitisk råd (FR). Som direktør var Tore sekretariatleder, men han brukte ikke for mye av sin tid som ren administrator. Han virket først og fremst som en kunnskapsrik og erfaren forskningspolitisk rådgiver. Han er meget dyktig og arbeidsom, og har evnen til å få gjennomslag for de operative grep som skal til for å oppnå resultater. Den respekt Tore Olsen viste for de ansatte i sekretariatet førte til frie og skapende diskusjoner.

Tore Olsen arbeidet i denne tiden for å få en kraftig satsing på norsk grunnforskning. Han foreslo at den skulle konsentreres på noen utvalgte områder, men slik at både realfag, samfunnsfag og humaniora var representert. Gjennom Stortingsmelding nr. 60 fra 1985, "Om forskningen i Norge", som i hovedsak ble utarbeidet av FR, ble det derfor foreslått fem hovedsatsingsområder: informasjonsteknologi/telematikk, bioteknologi, forskning knyttet til olje og gassvirksomheten, organisasjon, ledelse og styringssystemer samt tradisjons- og kulturformidlende forskning. Dette førte til betydelig økt optimisme og innsats på disse områdene. Økte midler, f.eks. til informasjonsteknologi, styrket landets forskning og utdanning på dette området. Som et nytt utdanningstilbud ble Universitetsstudiene på Kjeller (UniK) opprettet.

Men Tore Olsen forlot ikke forskningspolitikken. I 1987 ble han ekspedisjonssjef i Forskningsavdelingen (den gang i Kultur- og vitenskapsdepartementet, senere i KUF). Forskningsavdelingen har ansvar for samordning av forskningssaker, og er sekretariat for Regjeringens Forskningsutvalg. I Tores ledertid ble det skrevet tre forskningsmeldinger, sist "Forskning ved et tidsskille", som ble fremlagt for vel ett år siden. Slik fortsatte Tore Olsen å utforme forskningspolitikken i Norge. Han ledet arbeidet med større reformer – frem-

for alt forskningsrådsreformen. Og da Norges forskningsråd ble opprettet i 1993, ble forvaltningsansvaret lagt til KUF v/Forskningsavdelingen. Det økte ansvaret var vel plassert hos Tore Olsen. "Hva slags bakgrunn har Tore Olsen?" spurte en av UDs eldre ambassadører. "Professor i fysikk? For meg står han som den fødte toppembetsmann i statsforvaltningen!" Og det var han også. Tore har en sjelden sans for konstitusjonelle spilleregler, og ble en skattet rådgiver for ulike forskningsministre. Hans kolleger verdsatte hans klokskap.

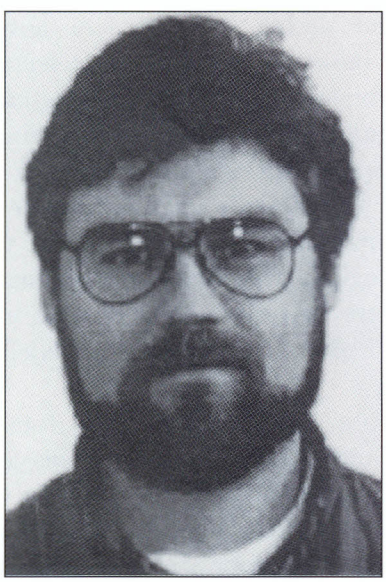
Nå har Tore Olsen sitt pensjonistkontor i Norsk institutt for studier av forskning og utdanning (NIFU). Kanskje skriver han på sine memoarer? De vil være av interesse for mange og gi de lange linjer i norsk forskningspolitikk i siste halvdel av det forrige århundre – fra en helt sentral aktør.

Vi gratulerer Tore Olsen med 70-årsjubileet!

Bjørn Pedersen
Gunnar Brostigen
Tore Amundsen
Grete Ek Ulland

∞

Birkelandprisen til Asle Sudbø



Norsk Hydros Birkelandpris i fysikk for i år er tildelt professor Asle Sudbø, NTNU, for hans fremragende arbeider innen teorien for høytemperatursuperlederes elektroniske og magnetiske egenskaper. Tildelingen skjedde på årets fysikermøte i Tromsø.

Fenomenet superledning hører til naturens merkeligste fenomen: Noen materialer mister all elektrisk motstand når de kjøles under en viss temperatur. Superledning kan bare forklares ved kvantefysiske teorier. Fenomenet kan sammenlignes med en uendelig lang ishockeyarena uten friksjon, der en utsendt puck vil fortsette med uforandret hastighet i det uendelige. I superlederen kan pucken sammenlignes med elektriske ladninger og arenaen med den strømførende ledningen. Denne analogien viser hvor merkelig superledning er.

Superledere har i tillegg flere andre forbløffende egenskaper som gjør dem til interessante materialer for fysikkforsking. Samtidig danner de grunnlag for en lang rekke teknologiske nyvinninger, som tapsfri strømtransport og en rekke unike måleinstrumenter. Her under kan nevnes verdens mest følsomme magnetfeltdetektorer, som f.eks. kan lokalisere epileptiske sentra i hjernen. Et annet eksempel er utviklingen av fremtidens supercomputere, med bithastighet som vil overgå dagens raskeste computere med flere tierpotenser.

Professor Sudbøs har studert grunnleggende egenskaper, bl.a. hvordan magnetfelt som trenger inn i superledere endrer deres egenskaper på en fundamental måte. Dette arbeidet er sentralt for utviklingen av tekniske anvendelser av høytemperatur superledere. Sudbø og hans medarbeidere ved NTNU har gjort en rekke oppsiktsvekkende teoretiske arbeider om magnetiske fluks-linjer, hvirvler av superstrøm som oppstår i disse materialene når et magnetfelt trenger inn i dem, eller til og med oppstår som hvirvelløkker som genereres spontant ved termiske prosesser i materialene.

Sudbø har også samarbeidet med nobelprisvinneren P.W. Anderson med utvikling av en ny teori for den underliggende mekanismen for selve fenomenet superledning i de nyeste materialene som ble oppdaget i 1986. *FFV gratulerer!*

∞

Niels Bohr – Fysikk og komplementaritet

Haakon Olsen *

Niels Bohr var en av de mest ruvende forskerskikkelser i vårt århundre. Han skapte atomteorien gjennom å omstøte de klassiske teorier i forhold som angår de minste systemer i naturen, atomer og helt ned til de minste subatomiske partikler. Den intellektuelle innsats var uten sammenligning noe av det mest banebrytende som er skapt av en forsker. Den tvil og de problemer han møtte prøver jeg her å gi et billede av. Under prosessen hadde Bohr bare sin intuisjon og kolossale arbeidskapasitet som støtte: Klassisk teori hadde utspilt sin rolle i atomær fysikk. Dette er utgangspunktet.

Væskedråper og doktorgrad

Niels Henrik David Bohr ble født den 7. oktober 1885. Hans far, Christian Bohr, var en kjent fysiolog, professor ved København Universitet. Hans mor, født Ellen Adler, var av jødisk slekt, datter av David Adler, grunnlegger av de kjente banker Privatbanken og Handelsbanken, den siste nå kjent som Den Danske Bank.

Niels Bohr skulle bli fysiker, var hans beslutning. Hans vitenskapelige karriere begynte i 1905 – samme år som hans senere kollega og gode venn Albert Einstein utførte sin store forskningsbragd, utviklingen av relativitetsteorien. Det året besvarte Niels Bohr Det kongelige Danske Vitenskabernes Selskabs prisoppgave som var en "Eksperimentell Undersøgelse af Overfladespændinger i Vædskedråber". Det er noe spesielt over denne hendelsen: Veskedråpens fysikk skulle han møte meget senere i en helt annen og enda meget viktigere sammenheng, som vi skal se. Bohr fikk prisen, og hans første vitenskapelige publikasjon, "On the determination of a recently formed water surface", ble trykket i Proc. Roy. Soc. i London i 1910.

*Fysisk institutt, NTNU

Han disputerte for den filosofiske doktorgrad ved København Universitet i 1911 på en avhandling om metallenes elektronegenskaper. Allerede her viste Bohr sin strenge selvkritikk. Han hadde fått sin doktorgrad, men den som ikke var fornøyd med resultatet var Bohr selv. Han ville gjennomgå avhandlingen på nytt, nøye. Til det ville han søke den fremste ekspertise. Han søkte kontakt med elektronets oppdager, Joseph J. Thomson, i Cambridge. Men dette var slett ikke enkelt for en ung nybakt doktor fra Danmark. Her er Bohrs andre sterke side – hans mot når det gjelder å komme fram til det beste og mest riktige resultat. Ikke for egen vinnings skyld – han var så menn en svært beskjeden mann – men fordi saken, det vitenskapelige resultat, fortjener å bli forstått så langt som vel mulig. Det gikk bra så langt. Carlsbergfondet støttet reisen, og Bohr var i Cambridge der han fikk mange kontakter. Men J.J. Thomson var ikke hjelpsom, så doktoravhandlingen ble trykket i Phil. Mag. i 1912, uten støtte fra J.J. Thomson.

Atomet stråler seg selv til døde

Likevel fikk Bohrs reise til England en avgjørende betydning for hans fremtidige karriere. Han fikk kontakt med den engelske eksperimentalfysiker Ernst Rutherford i Manchester. Rutherford hadde fått Nobelprisen i 1908 "for his investigation into the disintegration of the elements and the chemistry of radioaktive substances". Og han hadde gjort mer: Han hadde påvist at atomet, for hvilket som helst kjemisk element, består av en tung kjerne som er uhyre liten i forhold til størrelsen av atomet. Dette var eksperimenter som ved sin enkelhet og eleganse fryder en fysiker – vi skal likevel ikke gå inn på dem her. "Rutherford-atomet", som ble navnet, består dermed av en tung kjerne omsirklet av elektroner, med andre ord, som et planetsystem. Analogien til planetsystemet er enkel og vakker – planet-sol-system i det store og i det små, Rutherford-atomet. Problemet er at Rutherford-atomet ikke

er stabilt, modellen er ubrukbar. Når elektronene sirkulerer omkring kjernen, sender de ut stråling, lys, slik at de mister energi, og Rutherford-atomet ville leve bare en brøkdel av et sekund som et atom: "Atomet stråler seg selv til døde." Dette var det problemet som den unge Niels Bohr grep fatt i – og miljøet hos Rutherford måtte være det beste i verden for oppgaven. Men det skuffet Bohr at Rutherford selv ikke var opptatt av problemstillingen – antakelig forsto Rutherford at det som skjer i atomet bryter med de klassiske naturlover. Han ville vente og se.

Eksperimentelle fakta er at atomene sender ut lys med bestemte bølgelengder (farger) spesifikt for vedkommende kjemiske element, såkalte spektrallinjer. Og spektroskopi var en langt utviklet vitenskap. Dette skulle bli en viktig nøkkel til forståelsen av Rutherford-atomet. Bohr arbeidet i årene 1912–13 i miljøet hos Rutherford. Det var et møysommelig og hardt arbeid; og med den truende visshet om at problemet bare kunne løses dersom det medførte brudd med de klassiske naturlover. Men hvordan kunne de klassiske naturlover, som har gitt det verdensbilde forskerne hadde dannet seg gjennom århundrer, være feilaktige? Naturlover som også hadde dannet grunnlaget for den eksisterende teknologi.

Siden Newton hadde man i all fysisk forskning kunnet gå fram skritt for skritt for å oppnå nye landevinninger. Men Bohr hadde her et mer fundamentalt problem. De klassiske grunnlover kunne ikke være utgangspunktet han kunne bygge på. Max Planck, og senere Albert Einstein, hadde ved sin forskning overbevist Bohr om de klassiske lovers begrensning. Men det hadde aldri vært snakk om brudd med den klassiske teori.

Bohr hadde motet og intuisjonen til å forsøke helt nye tanker. Han fremsatte den hypotese – som han kalte den – at atomet kan befinne seg i stabile tilstander, og det gjør det mesteparten av tiden, og sender da ikke ut stråling. Dette er et klart brudd med klassisk teori der atomet ville "stråle seg selv til døde". Dette var Bohrs dristige påstand som skulle møte sterk kritikk i utgangspunktet. Videre skal lysutsendelse foregå ved at atomet springer fra en tilstand til en annen. Men hvor var noe som kunne ligne en eksperimentell bekreftelse?

I begynnelsen av 1913 var Bohr kommet så langt at han hadde regnet ut – fra sine hypoteser – lysutsendelsen fra et hydrogenatom, det letteste atom med bare ett elektron.

Gjennombrudd, men ettertanker og problemer

Så kom gjennombruddet. Bohrs studiekamerat og senere medarbeider H.M. Hansen, minnet Bohr om den formelen, Balmers formel, som var funnet for lysutsendelse fra hydrogenatomet nærmere tredve år tidligere av den sveitsiske fysiker J.J. Balmer. Formelen stemmer perfekt. Dette var den eksperimentelle bekreftelse Bohr hadde ventet på. Den 6. mars 1913 sender Niels Bohr sitt manuskript til Ernst Rutherford for den publikasjon som skulle føre ham inn i historien som grunnleggeren av atomfysikken.

Vi vet lite om hvordan Niels Bohrs bestrebelser førte fram til atomfysikken, et skritt som var så avgjørende for fysisk teori at verden så helt annerledes ut etter Bohrs oppdagelse. Eugene Wigner, en av vår tids perfeksjonister innenfor matematisk fysikk på samme måte som Arnold Sommerfeld var det tidligere, sa det slik: Bohrs teori var jo ikke perfekt – men det er vanskelig å se hvordan vi noen gang kunne ha funnet fram til den riktige kvanteteorien uten å gå gjennom en slik utvikling. Dette sier mye om Wigners beundring for Bohrs arbeid: Det viktigste skrittet var å lete seg fram til hvordan naturen bryter med de kjente naturlover.

Vi vet lite om *hvordan* ideene kom og *hvordan* skuffelsene måtte komme under Bohrs arbeid. Det nærmeste vi kommer til en beskrivelse, er en artikkel av ham selv i Fysisk Tidsskrift, som bygger på et foredrag "Om Brintspektret" han holdt i Fysisk Forening 20. desember 1913, bare noen måneder etter at han hadde fullført sine artikler til Phil. Mag.

Han berømmer Max Plancks teori for varmestråling som påviser at for at teorien skal stemme med eksperimentene, må den energi som systemet inneholder alltid være et multiplum av kvanter med energi $h\nu$, der h er en ny naturkonstant som hadde fått navnet Plancks konstant. Mens Planck oppfattet ν som atom-oscillatorenes frekvens, så Bohr at $h\nu$ kunne oppfattes som utstrålt energi fra et atom med nettopp spektralfrekvensen ν. Denne spektralfrekvens kan komme fram ved at atomet besitter to tilstander (Bohr kalte dem leilighetsvis "en slags holdeplasser"), en begynnelse og en slutt-tilstand: $h\nu$ måtte da være differensen i energi mellom disse tilstandene

$$E_1 - E_2 = h\nu$$

Når Bohr nå ble minnet om Balmers formel, med

K som en målt konstant,

$$\frac{1}{\lambda} = K\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{n^2}\right)$$

som ved multiplikasjon med hc, den mest betyningsfulle multiplikasjon i fysikkens historie til da, blir

$$h\nu = Khc\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{n^2}\right) = E_1 - E_2$$

Da kan konstanten K beregnes og sammenlignes med eksperimentell verdi. Men nå får Bohr problemer. Han sier: "Vi står her på nesten bar bund, og ved innførselen av nye antakelser blot sørge *for at vi ikke kommer i motsetning* til erfaringene."

Bohr sikter her til antakelsen om stasjonære tilstander, "holdeplassene" for elektronet, som ikke oppfører seg i henhold til klassisk teori, der elektronet skulle rotere og "stråle atomet til døde". Dette må ha vært et svært vanskelig punkt i arbeidet, men han legger vekt på "ikke å komme i motsetning til erfaringen", dvs. det som kan måles. Dette er et svært viktig punkt: Stråling kan måles, elektronet "på holdeplass" kan ikke sees. Bohr bruker derfor Rutherford-atomet som modell, og konstanten K kan beregnes for elektroner i ikke-strålende stasjonære tilstander. Og han reproduserer den eksperimentelle verdi for K! Bohr har gått det første skritt mot en ny atomfysikk. Han kunne også beregne K for heliumatomet – i samme foredrag. Igjen stemmer resultatet for helium – med to elektroner i stedet for ett.

Problemet med foredraget er, som i så mange situasjoner, en beskjedenhet som her gjør at man må lese nøye for å se at det er han selv som har løst problemene! Slutningsordene er: "Førend jeg slutter, vil jeg blot gjerne sige, at jeg håper at jeg har uttrykt meg så tydelig at De vil ha oppfattet, hvor meget de fremførte betraktninger strider mot den så beundringsverdig sammenbygde krets av forestillinger, som man med rette har benevnt den klassiske elektrodynamik. På den annen side har jeg bestrebet meg for å bibringe Dem det inntrykk, at det nettopp ved så sterkt å fremheve denne motstrid – kanskje er mulighet for med tiden også å bringe en viss sammenheng i de nyere forestillinger."

I denne forbindelse kan det være riktig å minne om "komplementariteten", et begrep nærmest skapt av Niels Bohr. For å si det med Leon Rosenfeld, elev og god venn av Niels Bohr: "Komplementaritet er ikke et "system", ikke noen doktrine med ferdiglaget resept. Ingen via regia fører til den. Og ingen formel definisjon vil noen sinde bli funnet i Niels Bohrs skrifter." Det en kan si er at komplementariteten er definert ved sine eksempler. Et eksempel er nettopp forholdet med frekvensen ν, som samtidig er den elektromagnetiske strålingssekvens, et billede som ikke støter mot den klassiske fysikk; og på den andre side gir den uttrykk for en differens mellom to nivåer i atomet, et billede som helt bryter med klassisk fysikk. De to billeder utfyller hinannen. Men konsekvensene i forskjell er voldsomme.

Motgang

Niels Bohr løste problemet angående atomets stabilitet. Hans løsning fikk konsekvenser for alle forhold innenfor atomær fysikk. Men det tok år før dette var forstått og akseptert.

Bohrs innsats i 1913 var innledningen til det som den amerikanske fysiker Robert Oppenheimer, senere leder for Manhattan-prosjektet, kalte "de heroiske år". Det var en periode da stadig flere fremtredende fysikere fra forskjellige land kom til Niels Bohr i København for å lære, og for å drøfte egne resultater og høre nytt.

Men det var ikke overalt at man straks betraktet Bohrs teori som et ståsted for en ny tidsalder i fysikken. I Göttingen, et sentrum for teoretisk fysikk, var reaksjonen kjølig – uttrykk som "at det var noe vrøvl – på grensen til bedrageri", forekom. Den tyske fysiker Carl Runge tilføyet: "Det er så meget mer sørgelig, fordi man i så mange år har arbeidet i håpet om at de opplysninger man hadde, måtte få avgjørende betydning for å finne fram til mekanismer i atomet. Det er derfor i høyeste grad beklagelig at litteraturen skal bli forurenset med slike ulykkelige opplysninger som vitner om lite kjennskap til vår viten om atomspektra." – Det er ikke bare i dag at uvitenheten fører til merkelige uttalelser fra "referees". Senere måtte Runge beklage sine uttalelser.

Albert Einstein var også negativ til å begynne med selv om han, sammen med Planck, var en av de første som så kvantefenomener. Han uttalte at dersom Bohrs teori skulle være riktig, ville fysikken ha opphørt – det ville være umulig å gjøre fysikk mer. Bohrs kommentar var at så konsekvent forholdt nå ikke Einstein seg til problemet. Senere fikk Einstein vite at Bohrs teori hadde etter hvert bestått alle prøver, og Einstein ble en av Bohrs viktigste medpillere i årlige diskusjoner om den nye kvanteteorien. – Så Einstein gjorde fysikk, likevel.

Anerkjennelse, nobelpris og institutt

Bohrs teori vant fram overalt, og ni år etter gjennombruddet mottok han Nobelprisen for 1922 "*for his investigation of the structure of atoms, and of the radiation emanating from them*". Det er kanskje ikke så kjent at Albert Einstein fikk Nobelprisen for 1921 for arbeider han hadde utført i 1905, om den fotoelektriske effekt. Prisen ble utdelt i 1922; derfor kunne de to gigantene i teoretisk fysikk ha mottatt sine priser samtidig. Slik ble det imidlertid ikke siden Einstein var på verdensturne på den tiden. Noe som er nesten like merkelig er at Einstein ikke fikk prisen for sitt livsverk, relativitetsteorien. Rykter sier, fordi nobelkomiteen, noen sier filosofer, ikke kunne akseptere at tiden ikke er universell. Siden forhandlingene i nobelkomiteen er hemmelige, forblir dette rykter.

Robert Oppenheimers "heroiske år" fortsatte. Niels Bohr hadde fått professorat og til og med eget institutt, "Niels Bohrs Institut", som ble innviet i september 1921. Blant de mange som søkte til instituttet var en ung tysk fysiker Werner Heisenberg, tidligere elev av den kjente professor Arnold Sommerfeld som hadde forstått at Heisenberg hadde stor interesse for Bohrs teori. Denne nye student ved instituttet skulle bidra til gjennombruddet i kvantemekanikk og spille en betydelig rolle i samarbeid med Bohr. Mer enn noen annen av Bohrs medarbeidere bidro han kort tid etter at han kom til instituttet, i en alder av 22 år, til en systematisk teori for kvantemekanikken som omfattet generelle konsekvenser for fysikken – alt preget av de diskusjoner han hadde med mesteren, Niels Bohr. Den tyske fysiker Carl Fredrich von Weizsäcker uttalte i minneord om Heisenberg: "Skal man nevne to som grunnleggere av det nye verdensbilde innenfor fysikken, må det bli Einstein og Bohr, nevner man tre er det Einstein, Bohr og Heisenberg." Heisenberg fikk Nobelprisen i 1932 med en formulering som gir uttrykk for det samme: "for the creation of quantum mechanics ..."

I disse årene kom en rekke tyske vitenskapsmenn og kvinner – særlig av jødisk slekt – som søkte et sted utenfor Hitler-Tyskland der de fritt kunne drive sin vitenskap. Niels Bohr gjorde en enorm innsats for å hjelpe. Det kan nevnes en rekke fysikere som på denne måte ble reddet: James Franck, med nobelpris fra 1925, forlot sitt eget institutt i Göttingen, Georg Hevesy kom fra Freiburg, og Hilde Levi var den siste jødiske doktorand i Berlin, hjulpet av Max v. Laue. Disse er bare noen få av de mange Bohr fant muligheter for. Enrico Fermi, en betydelig italiensk fysiker, ble reddet fra Hitlers allierte. Bohr begikk et brudd på taushetsløftet til Nobelkomiteen ved å underrette Fermi om at han ville få Nobelprisen for 1938. Fermi grep sjansen og tok med seg familien til Stockholm. Derfra reiste han til USA. Med Bohr som kontaktmann ble han vel mottatt i Chicago.

Fisjon og væskedråper

Så skjedde det i 1938 under opptakten til den annen verdenskrig. Otto Hahn og Lise Meitner hadde arbeidet sammen ved Universitet Berlin-Dalem i mange år med å studere de radioaktive kjerner som dannes når uran bombarderes med nøytroner. Lise Meitner hadde forlatt Tyskland og var i Stockholm da hun fikk beskjed fra Hahn om at uventede resultater var kommet ut av deres eksperimenter. Meitner var vel den som løste gåten, og i samarbeid med sin nevø Otto Frisch, som var ved Bohr-instituttet i København, og i samarbeid med Niels Bohr, ble det klart at en ny prosess var oppdaget: fisjonen. Urankjernen var blir spaltet i to deler ved kollisjon med nøytronet. Bohr hadde arbeidet med teorien for prosessen i noen år, og det er forunderlig at han her møtte igjen det systemet som han studerte til Videnskabsselskabets prisoppgave i 1905, nemlig veskedråpemodellen. Det viser seg at en tung kjerne som uran, som inneholder mange nøytroner og protoner, oppfører seg i en god tilnærmelse som en veskedråpe – men naturligvis nå underlagt kvantemekanikkens lover. Det helt nye ved fisjonen er at nye nøytroner dannes i kollisjonen, med andre ord at det ene nøytronet gir flere av samme slag, og mulighetene for en kjedereaksjon er til stede. Det er et faktum at Bohr på slutten av 1939 i et foredrag i Selskabet for Naturlærens Udbredelse, som handlet om fisjonen, både nevnte atomenergi og kom inn på muligheten for å fremstille en bombe! Han mente imidlertid at de tekniske problemene var av så uhyre dimensjoner at de neppe kunne løses innen overskuelig fremtid.

De uhyggelige konsekvensene var åpenbare for fysikerne. Det var til og med i Hitlers Tyskland at fisjonen var oppdaget; og kunne et tysk vitenskapelig-industrielt kompleks konstruere fisjonsbomben? Dette var angsten som drev fram det amerikanske atombombeprosjektet, Manhattanprosjektet i Los Alamos.

Niels Bohr var i begynnelsen av april 1940 i

Norge hvor han holdt forelesning om atomkjernenes omdannelser. Den 7. april var han i middag hos kong Haakon 7. Han kom tilbake til København 9. april om morgenen, til et besatt Danmark.

Tysk okkupasjon og Heisenbergs rolle under krigen

Bohr gikk øyeblikkelig i gang med å sikre instituttet mot innblanding fra okkupasjonsmaktens side, ved henvendelser til universitetsrektor og de danske myndigheter for øvrig. Han ble stadig bedt om fra motstandsbevegelsen å forlate Danmark både fordi han var av jødisk slekt, og fordi Bohr – ifølge Nürnberg-avhøringene – skulle føres til Tyskland sammen med de av staben som tyskerne kunne nyttiggjøre seg. Men Bohr ville forbli i Danmark så lenge som mulig. Han følte ansvar for de ansatte ved instituttet, og han så at han hele tiden kunne bistå med å hjelpe personer på flukt.

Ingen visste hvordan Tyskland stillet seg til de nye oppdagelsene omkring fisjonen. I 1941 kom Bohrs tidligere medarbeider Werner Heisenberg til Bohr-instituttet på uventet besøk. Det var vanskelig å avvise en samtale med den nære forbindelse Heisenberg alltid hadde hatt med Bohr. Men Bohr var dypt foruroliget. Det var kjent på instituttet at den tyske fysiker F.G. Houtermanns hadde skrevet en artikkel som klart viste at tyske fysikere kunne være fullt klar over fisjonens betydning for krigsformål. En kort samtale fant sted, og Bohr ble ikke overbevist om at Heisenberg prøvde å antyde at Tyskland ikke hadde planer om tysk atomopprustning. Bohr fikk heller det inntrykk som han fryktet, at Hitler-Tyskland kunne føre forskningen videre med sikte på et atombombeprosjekt.

Den allierte fysikerkommisjonen, Alsos, som undersøkte forholdene i Tyskland etter kapitulasjonen, fant ingenting som tydet på forsøk i en slik retning. De tolket dette slik at tyske fysikere ikke hadde nok kunnskaper, noe som må avvises. Etter krigen har det fra skribenthold vært satt fram spekulasjoner om hvorfor Tyskland ikke gjorde noe forsøk på et atombombeprosjekt. Robert Jungk, i "Heller als tausend Sonnen", mener at Werner Heisenberg motarbeidet den tyske statsmakt. "Han ville ikke gi Hitler et så fryktelig våpen i hendene." Professor i Heidelberg, Hans D. Jensen, som oppholdt seg i Tyskland under hele krigen og hadde nær kontakt med Heisenberg, men samtidig var behjelpelig med støtte til flyktninger til Sverige, tok sterk avstand fra Jungks beskrivelse. Han mente at grunnen var at Heisenberg vurderte mulighetene som små for at Tyskland med en pågående krig kunne makte et bombeprosjekt. Med hans ord: "Et slikt prosjekt ville ta store deler av Hitlers krigsbudsjett." I lys av de alliertes Manhattan-prosjekt i Los Alamos, er nok dette et reelt argument. En ny bok er for ikke så lenge siden kommet ut i USA, Tomas Powers "Heisenberg's war", der Heisenbergs rolle i fisjonsforskningen diskuteres. Felles for disse forsøk er mangelen på dokumentasjon. Her burde en historiker tre til. Vi vet for eksempel lite om hva forbudet mot å forelese og bruke Bohrs og Einsteins teorier i Hitler-Tyskland betydde, et forbud som noen, deriblant Heisenberg, brøt. "Deutsche Physik" ble forfektet av bl.a. Philip Lenard, Nobelprisvinner fra 1905, med statsmaktens støtte.

Tilbake til København

Så kom den dagen som måtte komme. I slutten av august 1943 kom det beskjed fra motstandsbevegelsen at arrestasjoner av Niels Bohr og hans bror matematikeren Harald Bohr med familier, var nært forestående. Familiene ble fraktet over Øresund samme natt. Ferden gikk uten uhell. Niels Bohr kunne ikke bli lenge i Stockholm. Byen summet av tyske agenter. Man var redd for at Bohr skulle bli bortført til Tyskland. Bohr ble fraktet med Moskito-fly over til England. Der ble han tatt vare på som den fysikeren han var med førstehånds kjennskap til fisjonsteorien, og dessuten med førstehånds innsikt i det som kunne foregå av fisjonsforskning i Tyskland. Niels Bohr og hans sønn Aage, ble tatt med til Manhattan-prosjektet i Los Alamos, og ga sine bidrag til prosjektet. De ble der til krigens slutt i 1945.

Komplementariteten, en del av filosofien

Ikke bare innenfor fysikken har Niels Bohrs tanker og ideer levd et aktivt liv opp til våre dager, og – la meg tilføye – antakelig vil de leve til langt inn i fremtiden. Også hans tanker om komplementariteten har møtt oppmerksomhet og er blitt kommentert helt til i inneværende år. Komplementariteten lever på mange måter sitt eget liv uten etikett, utenfor filosofien, selv om lærdommen fra Niels Bohrs ytringer ligger nært opp til denne vitenskap: "Men selv om naturvitenskapene har bidratt så meget til teknologien, som vi opp-

lever det til daglig, har vi samtidig og uventet oppnådd helt nye muligheter og innblikk i hittil uanede vilkår som iakttakere av den natur vi selv tilhører. Derved rommer utviklingen et budskap av betydning for vår innstilling til felles menneskelige problemer. Og naturvitenskapenes fremskritt innebærer således langt fra et skisma mellom humanisme og de fysiske vitenskaper. Det gamle spørsmål om kunnskapens enhet er stillet i nytt perspektiv, og komplementariteten – som en ramme som er vid nok til å romme redegjørelsen for fundamentale lovmessigheter i naturen, som ikke kan sammenfattes i et enkelt billede – tilbyr seg som et fruktbart synspunkt."

Videre sier Bohr at vi møter komplementaritetsbegrepet i et valg mellom to standpunkter, som – selv om de er innbyrdes motstridende – likevel hver for seg kan rettferdiggjøres. De er nødvendig for en komplett beskrivelse. Dette er så nært vi kan komme en definisjon av begrepet komplementaritet.

Det er riktig at Leon Rosenfeld talte om "complementary philosophy", og Hendrik Casimir kalte Bohr "first of all a wise philosopher"; men Bohr møtte liten forståelse hos filosofene den gang og kom i harde disputter med noen av universitetets filosofer. Og det synes som om det heller ikke i dag er mer forståelse for komplementaritetsbegrepet hos humanistene. Begrepet "Bohrs komplementaritet" blir karakterisert som "arbitrary and underdeveloped" i en ny bok av Mara Beller: "Quantum Dialogue – The making of a Revolution" (Univ. of Chicago Press, 1999). Om dette er en generell holdning, vet vi ikke. Men diskusjoner i litteraturen, i Soc. Studies of Science og i Physics Today, gir ikke mye forståelse for komplementariteten fra historisk-filosofisk side, mens fysikerne ikke har problemer, andre enn de som alltid har vært der. Det er en svær materie. Men interessen er stadig stor.

Denne utvikling som er i gang mellom naturvitere og humanister, særlig historikere og filosofer, og som har fått navnet "Science wars", kan i dag synes å være en fortsettelse av diskusjonen om "Two Cultures".

CERN og NORDITA

Tilbake til 1945

Etter krigen var det klart at tyngdepunktet for fundamental fysikkforskning var flyttet fra Europa over Atlanteren. Som en av de ledende skikkelser i Europa med stadig det mest aktive senter innenfor teoretisk fysikk, Bohr-instituttet, var det naturlig at Niels Bohr var en sentral pådriver for en felles europeisk innsats i den nye spennende aktivitet innen elementærpartikkelfysikk. Etter flere år med aktivt og inspirert arbeid, ble det europeiske forskningslaboratoriet CERN opprettet i 1952 i Genève. Men den teoretiske CERN-gruppen ble lagt til København, og Niels Bohr ble gruppens leder. Teorigruppen besto av unge fysikere fra de 14 medlemslandene som samarbeidet under særlig kompetent ledelse. Jeg hadde selv den glede å delta i gruppen det første året, der jeg fikk lære å kjenne Niels Bohr både som ytterst kompetent veileder og som en meget omsorgsfull person. Teorigruppen flyttet etter fem år til CERN, i Genève, der den hører hjemme. CERN har løftet europeisk partikkelfysikk til de grader at nå deltar svært mange amerikanske forskningsgrupper på CERN. Den nye akseleratoren LHC, Large Hadron Collider, som blir ferdig om 5 år, vil bli verdens største akselerator. Dette er helt i Niels Bohrs ånd: Ny erkjendelse om naturens lover kan bare oppnås ved å trenge inn i nye ukjente områder av fysikken.

NORDITA, det nordiske institutt for atomfysikk, et forskningsinstitutt for de nordiske land, ble opprettet like etter at CERNs teorigruppe hadde forlatt Bohr-instituttet i 1957. Under planleggingen var Niels Bohr den selvskrevne ankermann, og han forble aktiv i NORDITAs forskning de nærmeste årene inntil han gikk bort 18. november 1962, 77 år gammel.

Kilder

1. Samtaler med Aage Bohr og Hans D. Jensen.
2. Referanser fra Niels Bohr-arkivet.
3. Samuel Goudsmit: *Alsos, WC1.* Sigma Books Ltd. (1947)
4. Niels Bohr: *Atomfysik og menneskelig erkendelse.* J.H. Schultz, København (1957)
5. Werner Heisenberg: *Der Teil und das Ganze.* Piper Verlag (1969)
6. Werner Heisenberg: *Physics and Philosophy.* Harper & Brothers (1958)
7. Werner Heisenberg: *Denken und Undenken.* Piper Verlag (1977)
8. Ausstellung des Goethe-Instituts 1977: *Werner Heisenberg 1901–1976.*
9. Niels Blædel: *Harmoni og enhed, Niels Bohr, en biografi.* Rhodos (1985)

∞

Kvantefysikkens status i skolen

Rolf V. Olsen *

I forrige nummer av FFV ble elevers forståelse av kvantefysikk beskrevet.[1] Det ble vist at mange har overfladiske og fragmentariske kunnskaper i dette emnet og beholder et klassisk syn på kvanteobjekter også etter undervisningen. Denne artikkelen er en oppfølging med fokus på hvordan det står til med kvantefysikken i dagens fysikkurs i den videregående skolen. Begge artiklene er basert på en hovedfagsoppgave i realfagdidaktikk ved UiO.[2]

I alle skolefag har man læreplaner som søker å definere innholdet i fagene. Men vi vet at eksamen er styrende for det reelle innholdet, og dette fører til at ulike deler av fagene får ulik status. Det er imidlertid også andre elementer som er med på å bestemme statusen til et fagemne. Jeg vil belyse dette ved å se nærmere på:

- læreplanen
- læreverkene
- eksamen og retningslinjer for denne
- lærernes begrunnelser for faget

Læreplanen

Kvantefysikken kom inn i planverket i 1969, og siden har det bare skjedd noen små endringer:

- 1982-planen medførte at behandlingen av Bohr-modellen ble utvidet og lagt til 2FY, og elementærpartikkelfysikken ble tatt inn i 3FY.
- Planen som var gjeldende fra skoleåret 1990/91, inkluderte Heisenbergs usikkerhetsrelasjon og skymodellen for atomet med statistisk tolkning, og elementærpartikkelfysikken ble flyttet til 2FY.

De første endringene man legger merke til i dagens plan[3] er av generell karakter. Det eksisterer ingen emnelister lenger. De er blitt erstattet av *målformuleringer* med underliggende *hovedmomenter*. Tilvalgsstoffet er borte, og timeangivelser for eksperimentelt arbeid er borte.

Mål 6, som omhandler kvantefysikken, er ett av syv mål i 3FY, og er formulert slik:

Elevene skal kjenne til noen fenomener som først fikk sin forklaring etter framveksten av kvantefysikken.

Ser vi på hovedmomentene som listes opp under mål 6, ser vi at emner som fotoelektrisk effekt og røntgenstråling i 3FY, er beholdt relativt uforandret fra de foregående planene. Den store endringen er at resten av kvantefysikken skal fanges inn av det generelle hovedmomentet 6g:

Elevene skal ... kunne gi eksempler på hvordan kvantefysikken bryter med våre hverdagsforestillinger.

Planene som kom med Reform 94, var tenkt som et element i en prosess som gjerne kalles *målnedbryting*. Prinsippet er at læreplanens mål er det første leddet i en prosess hvor man forsøker å bevege seg fra generelle til mer spesifikke formuleringer av forventninger om elevenes læring i faget. Hovedmomentene er det neste leddet i en slik målnedbryting. Mål 6 er i utgangspunktet relativt presist. Det eneste som mangler er en liste over hvilke fenomener elevene skal kjenne til. Alle de andre hovedmomentene bidrar i så måte konstruktivt, mens 6g faktisk er mer generelt enn det målet som skal spesifiseres.

Det at 6g er så upresist, kan oppfattes både som positivt og negativt. Dette gir rom for ulike lærebøker, og det gir et stort handlingsrom for læreren. Dette er en viktig signaleffekt fra styringsnivået til lærerne, og viser stor tiltro til at hver enkelt lærer kan gi dette målet en mening som er tilpasset lærerens og elevenes egne interesser og kompetanse. Men her ligger det også en fare, nemlig at sentrale deler av kvantefysikken gradvis forsvinner ut av pensum fordi de er vanskelige å teste til eksamen.

*Institutt for lærerutdanning og skoleutvikling, UiO.

Lærebøkene

Læreverkenes tolkning av læreplanen har stor innvirkning på veien fra den *formelle* til den *reelle* læreplanen. Det er viktig her å presisere at jeg bare har sett overfladisk på de lære*bøkene* som elevene normalt kjøper. Stadig flere lære*verk* består i dag av mer enn læreboka. Dette kan være ressurspermer som inneholder faglig fordypende materiale, fagdidaktiske refleksjoner, forslag til årsplan, prøver etc. Dessuten er CD-rom med animasjoner og interaktivt læremateriell, eller hjemmeside og diskusjonsgrupper på Internett, i ferd med å bli vanlige elementer i læreverk i mange fag.

I forbindelse med lanseringen av de nye læreverkene i fysikk,[4,5,6] ble vi fortalt at de tre forfattergruppene hadde snakket sammen og var blitt enige om en felles tolkning av vage mål i læreplanen. Med tanke på å få en enhetlig tolkning av læreplanen var dette et prisverdig initiativ, men det kan ha den negative konsekvensen at man får et utvalg av læreverk som er veldig like hverandre. Det er derfor noe overraskende å registrere at det likevel er store ulikheter i *innholdet* i lærebøkene.

Tema	RST [4]	Ergo [5]	Univers [6]
Compton-effekten	X	X	X
Elektron-interferens	X	X	X
Sannsynlighetstolkning	X		
Ny drøfting av atommodeller i 3FY	X		(X)
Tunneleffekten	X		
Heisenbergs usikkerhetsrelasjon	X	(X)	
Nullpunktbevegelse	X		

Tabell 1. De ulike læreverkenes dekning av mål 6g. Parentes rundt krysset betyr at dekningsgraden er liten. RST er forkortelse for "Rom, Stoff, Tid".

Tabell 1 viser hvilke emner de ulike lærebøkene behandler som en del av mål 6g i planen. Vi ser at læreboka "Rom, Stoff, Tid" (RST) har en grundig dekning av kvantefysikken. Det vi ellers legger merke til, er at alle bøkene avsetter relativt stor plass til elektroners bølgeegenskaper og deBroglierelasjonen. Bølge-partikkel dualismen nevnes i alle lærebøkene, men med noe ulik betoning. Vi ser også at Heisenbergs usikkerhetsrelasjon ikke lenger gjennomgås i alle bøkene. Det er derfor tvilsomt om dette emnet vil bli tatt opp til eksamen.

Vi kan bruke antallet sider som en indikasjon på hvor stor del kvantefysikken utgjør av hele kurset. Alle lærebøkene er nokså like i så måte. De har mellom 25 og 30 sider, som tilsvarer i underkant av 10 % av sidetallet.

Eksamen og kunnskapssyn

Fysikkeksamen våren 1999 ble imøtesett med spenning av alle som var involvert i fysikk i skolen. Dette skyldes at man antar at eksamen er meget styrende for undervisningen i faget. Kanskje kan man si at den tradisjon som eksamen etablerer, er den egentlige læreplanen i et fag. Forut for denne eksamenen hadde Eksamenssekretariatet gitt ut to eksempelsett som skulle vise hvordan en eksamen kunne se ut. Dessuten hadde samme institusjon utgitt en generell veiledning i hvordan man løser oppgaver som prøver helhetlig kompetanse, og en mer fagspesifikk veiledning for bl.a. fysikkeksamen. Jeg vil forsøke å vurdere i hvilken grad disse dokumentene gir oss signaler om kvantefysikkens fremtidige plass i vår skole.

Eksempelsettene som ble utviklet og sendt ut til alle skolene, vakte oppsikt og ble diskutert på lærerværelser rundt omkring. Når det gjelder disse settenes forhold til kvantefysikken, kan vi kort si at man ikke ser noen eksempler på oppgaver hvor mål 6g prøves. Ved eksamen i 1999 var det heller ingen oppgaver som prøvde dette hovedmomentet. Der var imidlertid en oppgave som i alle fall ga elevene muligheter til å vise hvordan de behersket hovedmoment 6g (oppgave 4, alternativ B). Det vi typisk ser i disse settene er at kvantefysikken testes ved oppgaver knyttet til fotoelektrisk effekt og røntgenstråling, i oppgaver hvor elevene først og fremst skal demonstrere regneferdigheter.

Veiledningsdokumentene tilkjennegir Eksamenssekretariatets syn på hvordan oppgaver til eksamen skal prøve det som kalles helhetlig kompetanse. Disse dokumentene sier ingen ting direkte om kvantefysikken eller andre deler av fysikken. Det er imidlertid et viktig budskap som spesielt berører denne delen av faget. I definisjonen av helhetlig kompetanse kan man lese:

Eksamenssekretariatet forstår "helhetlig kompetanse" slik at det omfatter din evne til å bruke det du har lært i forskjellige fag (av kunnskaper og ferdigheter) til å løse oppgaver og problemstillinger i arbeidssituasjoner som også er aktuelle i livet utenfor klasserommet.

Og de fortsetter:

Slik kompetanse kan du utvikle gjennom det vi kan kalle virkelighetsnære oppgaver eller problemstillinger. Betegnelsen "virkelighetsnære" oppgaver sier en god del om hva slags kompetanse som ønskes utviklet og prøvd i R94, nemlig den som også er brukbar utenfor den opplæringssituasjonen du er i. Dette betyr at faglig nytte ikke er den eneste verdien av kompetanse.

Man skal være forsiktig med å analysere slike styringsdokumenter ved å presentere løsrevne sitater slik jeg gjør. Disse sitatene viser imidlertid godt det som er mitt helhetsinntrykk av disse dokumentene: God kunnskap er virkelighetsnær, altså praktisk rettet mot elevens egen hverdag utenfor skolen eller i et fremtidig yrke. Dette protesterer jeg selvsagt ikke på. Det jeg reagerer på er den ensidige fokuseringen på et slikt kunnskapssyn.

Kvantefysikken har selvsagt store praktiske konsekvenser, og den er viktig for å forstå bl.a. teknologi som vi bruker i vår hverdag. I en slik sammenheng blir imidlertid problemstillingene ofte komplekse og vanskelige. Dessuten er ikke hovedhensikten med å ha kvantefysikk i skolen å gi elevene en forståelse av deres "daglige verden". Dersom elevene i noen grad møter begreper fra kvantefysikken i sin hverdag, er sjansen stor for at dette er i en eller annen mystisk, okkult og kvasi- eller antivitenskapelig sammenheng. Dette er det eneste eksemplet jeg kan se hvor elevene direkte får bruk for innsikt i kvantefysikk i sitt dagligliv – som en motvekt eller korrektiv til de budskapene som forfektes av disse ulike postmodernistiske *new-age*-bevegelsene.

Enhver god begrunnelse for kvantefysikken vil derimot i stor grad betone et kulturelt og allmenndannende perspektiv. Formuleringen av kvantemekanikken har hatt en avgjørende betydning for utviklingen av det vi kan kalle for den moderne teknologiske sivilisasjon, og kvantefysikken har hatt stor innvirkning også på andre fagdisipliner, spesielt filosofi. På denne måten utgjør muligens kvantefysikken en slags brobygger mellom fysikken og andre fag. Tittelen på et symposium ved Universitetet i Oslo i oktober 1999, reflekterte nettopp dette: "Niels Bohr – bro mellom to kulturer".

Et slikt allmenndannende og kulturelt perspektiv på kunnskapens verdi, finnes det liten eller ingen forankring for i disse dokumentene fra Eksamenssekretariatet. Eksamen styrer, som sagt, i stor grad innholdet i skolefagene og formen på undervisningen. Eksamenssekretariatet har dermed stor makt. Dersom nyttesynet på kunnskap blir enerådende til eksamen, vil jeg anta at de perspektiver som kvantefysikken gir i skolen, vil svekkes.

Lærernes syn på faget

Mye av kritikken mot Reform 94 var de korte høringsfristene og den effektive igangsettelsen av de nye læreplanene. Fysikken, og noen få andre fag, var i en særstilling når det gjaldt tid til høring av læreplanen. Faggruppe for undervisning i Norsk Fysisk Selskap (FUN), arrangerte i den forbindelse to møter hvor lærere og andre kunne diskutere høringsutkastet til ny læreplan. Carl Angell og Anders Isnes gjorde i sammenheng med dette en undersøkelse blant lærere i fysikk.[7] Et spørreskjema ble sendt ut til alle skoler i landet som hadde tilbud om kurs i 2FY eller 3FY. Her følger en kort oppsummering av de resultatene som er interessante i denne drøftingen:

- Lærerne likte stort sett den eksisterende planen og det faget man hadde.
- Mange lærere ønsket mindre vekt på det historisk-filosofiske perspektiv.
- Mange mente at man skulle legge mer vekt på dagliglivets fysikk.
- En stor andel lærere mente at basiskunnskaper i klassisk fysikk burde bli styrket, og mange ville ha inn nye emner som statikk, rotasjon, vekselstrøm og elektronikk.
- Læreres forhold til moderne fysikk viste en større grad av polarisering, og ca. 20 % ønsket denne delen helt ut av den nye planen eller redusert, mens omtrent samme andel ønsket temaet styrket.

I dette materialet, samt i uttalelser på møtene, kom det tydelig fram at det eksisterer et viktig skille knyttet til synet på fagets overordnede mål/visjoner. En gruppering tenderte mot et konservativt syn hvor fysikk ble sett på som et fag som skal gi et grunnlag for videre studier. Et slikt fysikkfag skulle vektlegge utviklingen av et presist språk, matematisering og basiskunnskaper. Dekkende metaforer for dette synet er "hard fysikk", eller "det innoverskuende fysikkfaget". På den andre fløyen hadde man et syn preget av en visjon om at fysikk burde velges av flere elever fordi fysikken er en viktig del av vår kultur. Et slikt fysikkfag skulle vektlegge temaer som dagliglivets fysikk, historikk og verdensbilde. Metaforene som sammenfatter denne fløyen er "myk fysikk" eller

"det utoverskuende fysikkfaget". Det spørs om ikke også "ekskluderende" kan brukes om det første synet og "inkluderende" om det andre.

En tilsvarende, men noe grundigere, undersøkelse ble foretatt i 1987 av Svein Lie og Bjørn Sletbak.[8] Også her ser vi at det er først og fremst den moderne fysikken som lærerne ønsket redusert. Over 40 % av de som svarte, foreslo en reduksjon av pensum i kvantemekanikk, elementærpartikkelfysikk og astrofysikk. I denne undersøkelsen kartla man også i noen grad hvorfor lærerne ønsket disse reduksjonene. Hovedargumentene var følelsen av manglende faglig bakgrunn hos læreren, og spesielt ble elementærpartikkelfysikken betraktet som å være for nær forskningsfronten i faget. Dessuten ble det påpekt at emnet var for teoretisk, lite kvantitativt og dårlig egnet for eksperimentelt arbeid. Det er altså en påfallende likhet mellom disse undersøkelsene. Vi ser imidlertid at andelen som ønsker dette emnet redusert, er blitt halvert fra 1987 til 1995. Årsakene til dette vil jeg anta skyldes at "stoffet har fått satt seg" i fysikklærerens bilde av faget. Dermed vil dette være en sentral del av fysikkfaget også for dem som har et innoverskuende syn med vekt på basisferdigheter.

I min undersøkelse besvarte lærerne noen enkle spørsmål knyttet til hvor lang tid de hadde brukt på kvantefysikken, samt hvor stor vekt de la på praktisk/eksperimentelt arbeid i tilknytning til dette emnet. Kort oppsummert viser dette:

- Det er stor variasjon i antall timer, med et minimum på 4 og et maksimum på 20. Gjennomsnittet er 11 timer.
- Med et reelt timetall som etter min erfaring er ca. 120 på ett skoleår, vil dette si at emnet utgjør i underkant av 10 % av faget.
- Det er få lærere som bruker tid på eksperimentelt arbeid innen emnet.

Dette underbygger også påstanden om at det finnes et grunnleggende skille når det gjelder læreres visjoner for faget. Denne polariseringen er bevisst blitt overdrevet. Sannheten er vel at de fleste vil være delvis enige i argumentene for begge disse motsetningsfylte posisjonene. Denne todelingen kan imidlertid være nyttig som et redskap i en refleksjon over sitt eget ståsted.

Oppsummering

I sum kan vi si at kvantefysikkens status foreløpig er uavklart. Faren er imidlertid til stede for at denne delen av faget gradvis vil forsvinne fra den reelle læreplanen. Det er blitt vist at læreplanen er lite styrende for eksamen, samtidig som de nye retningslinjene for virkelighetsnære oppgaver til eksamen gjør det vanskeligere å lage oppgaver hvor elevene kan vise at de har innsikt i kvantefysikk utover det å kunne gjøre beregninger ved hjelp av noen lærte formler. Det er dessuten vist at det ikke eksisterer en konsensus blant fysikklærere om at kvantefysikken er en sentral og viktig del av fysikkfaget. På bakgrunn av dette, er det sannsynlig at mange elever til slutt ikke vil nå det målet som er beskrevet i hovedmoment 6g i læreplanen, nemlig å få innsikt i hvordan kvantefysikken bryter med både klassisk fysikk og vår intuitive forståelse av den verden vi lever i.

Det er imidlertid mitt håp at lærere med interesse for kvantefysikk er villige til å prøve ut ulike innfallsvinkler innenfor den læreplanen som eksisterer. Det ble tidligere vist at dagens plan gir stort handlingsrom for fysikklæreren til å definere innholdet i kvantefysikken. Dette er en tillitserklæring som enhver av oss bør ta til seg.

Uansett tilnærming, tror jeg at en undervisning som har lykkes i å gi elevene et snev av den opplevelsen som Niels Bohr beskriver, har vært vellykket: *Anyone who is not shocked by quantum theory has not understood it.*

Referanser

1. Olsen, R.V.: *Elevers forståelse av kvantefysikk.* Fra Fysikkens Verden **62**, 14 (2000)
2. Olsen, R.V.: *Kvantefysikk i skolen – En undersøkelse av fysikkelevers forståelse av kvantefysikk og en analyse av dette emnets status i skolefysikken.* Hovedfagsoppgave ved UiO (1999)
3. Internett: *http://skolenettet.nls.no/*
4. Jerstad, P. og Sletbak, B.: *Rom Stoff Tid 3FY, grunnbok.* J.W. Cappelens Forlag A/S (1998)
5. Callin, C., Falch, Ø., Hetland, K.T., Pålsgård, J. og Walle, J.: *Ergo fysikk 3FY, grunnbok.* H. Aschehoug & Co. (W. Nygaard) (1998)
6. Ekern, Isnes og Nilsen: *Univers 3FY, grunnbok.* NKI Forlaget (1998)
7. Angell, C. og Isnes, A.: *Fysikklærernes forhold til fagplanen i fysikk våren 1995.* Universitetet i Oslo (1995)
8. Lie, S. og Sletbak, B.: *Fysikklærernes forhold til fagplanen. Resultater fra en spørreundersøkelse.* Universitetet i Oslo (1997)

∞

Litt om treghetskrefter

Christian Callin *

Treghetskrefter er et ømtålig tema i klassisk mekanikk. Man liker dem ikke og vil helst ikke snakke om dem. Treghetskrefter er ikke pensum i skolefysikken; derfor skal elevene ikke bruke dem til å løse oppgaver. Det er greit. Men det blir kontroversielt hvis man påstår at treghetskrefter ikke eksisterer og at det er fysikkfaglig feilaktig å snakke om dem.

Årets eksamen i *Fysikk 3FY* for den videregående skole ble holdt fredag 26. mai. *Oppgave 2* handlet om krefter og bevegelse. Oppgaven går ut på å kritisere en kontroversiell tekst; men oppgaven er i seg selv så kontroversiell at man like gjerne kan kritisere oppgaveteksten.

Oppgaven starter med et fotografi som viser jorden som stiger opp over månens horisont, slik den ble fotografert av mannskapet på Apollo 11. Det er utmerket. Så kommer selve oppgavene.

a) Regn ut gravitasjonskraften fra jorda på månen.

Denne oppgaven er grei. Meningen er at eksaminanden skal bruke Newtons gravitasjonslov, sammen med tabellverdiene for massen av jorden og månen og middelavstanden mellom dem, og regne ut kraften. Resultatet blir $2,0 \cdot 10^{20}$ N.

Så følger et utdrag fra Jostein Gaarders bok *Sofies verden*. Utdraget gjengir en samtale mellom bokens hovedpersoner, Sofie og Alberto.

Sofie: *Er det to forskjellige krefter som virker på månen?*

Alberto: *Akkurat. En gang da solsystemet oppstod, ble månen slynget av gårde – og altså vekk fra Jorden – med en voldsom kraft. Denne kraften vil den ha i all evighet fordi den beveger seg i et luftomt rom uten motstand.*

Sofie: *Men så blir den også trukket mot Jorden på grunn av Jordens tyngdekraft?*

Alberto: *Nettopp. Begge de to kreftene er konstante - og begge virker samtidig. Derfor vil månen fortsette å gå i bane rundt Jorden.*

Sofie: *Er det virkelig så enkelt?*

Og så kommer det kontroversielle spørsmålet:

b) Hvilke fysikkfaglige feil gjør forfatteren i den delen av utdraget som er understreket?

Albertos første replikk er unektelig noe upresis. Hva mener han med ordet kraft? Mener han kinetisk energi eller mener han sentrifugalkraft? De to neste replikkene (Sofie og Alberto) tyder på at han snakker om *sentrifugalkraft*. Og det oppgavenevnden da ville frem til, var vel at eksaminanden skulle bruke sitt mekanikkpensum til å begrunne at forfatteren gjør "fysikkfaglige feil" når han skriver at det er "to forskjellige krefter som virker på månen" og at "de to kreftene ... virker samtidig" og fører til at månen vil "fortsette å gå i bane rundt Jorden".

Treghetssystemer

Til eksamen kreves det at eksaminanden holder seg innenfor rammen av den mekanikk som ble grunnlagt av Isaac Newton (1642–1727). Newtons mekanikk forutsetter at alle krefter måles i *treghetssystemer*, det vil si referansesystemer der en gjenstand er i ro eller i jevn rettlinjet bevegelse dersom resultanten av kreftene på gjenstanden er lik null. En bil som kjører med konstant fart på en rett vei, er en brukbar tilnærmelse til et treghetssystem.

La oss nå se bort fra solens kraftvirkninger og betrakte jorden som et treghetssystem. Jorden trekker på månen med en gravitasjonskraft $\mathbf{G}$, og månen kretser rundt jorden i en mer eller mindre sirkelformet bane (se figur 1). Sett fra jorden som treghetssystem er kraften $\mathbf{G}$ den *eneste* kraften som virker på månen og gir månen sentripetalakselerasjonen $\mathbf{a}$ mot jorden,

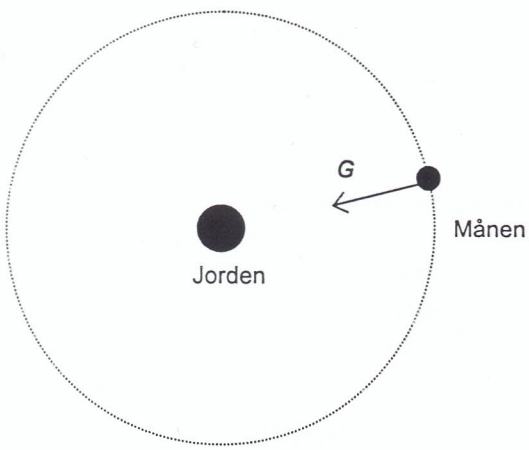
$$\mathbf{G} = m\mathbf{a}$$

*Bjertnes videregående skole, Nittedal

I den forstand gjør Alberto en "fysikkfaglig feil" når han snakker om *to* krefter. Men det finnes også andre referansesystemer.

Akselererte systemer

Når du sitter i en bil som starter, blir du skjøvet *bakover*. Når bilen bremser, blir du skjøvet *forover*. Og når bilen svinger, blir du dradd *utover* i svingen. Alle disse kreftene opptrer i forhold til den akselererte bilen. De virker i motsatt retning av bilens akselerasjon, og vi kaller dem *treghetskrefter*. Treghetskrefter ble først beskrevet av Jean d'Alembert (1717–83). Han arbeidet innenfor rammen av Newtons mekanikk og hevdet at treghetskreftene er *fiktive* fordi de ikke forekommer i treghetssystemer. Den spesielle treghetskraften vi føler når vi kjører i en sving, kaller vi for *sentrifugalkraft*.



Figur 1. Kraften på månen, sett fra jorden som treghetssystem.

Månen følger en krum bane rundt jorden og har en akselerasjon **a** inn mot jorden. Derfor er månen et akselerert referansesystem sett fra jorden. I forhold til det akselererte systemet er månen påvirket av to krefter: gravitasjonskraften

$$\mathbf{G} = m\mathbf{a}$$

som virker radielt innover mot jorden, og sentrifugalkraften

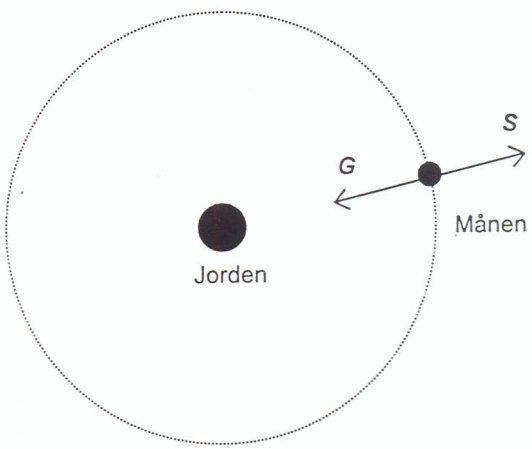
$$\mathbf{S} = -m\mathbf{a}$$

som virker radielt utover (se figur 2). Disse to kreftene er like store og motsatt rettet, kort sagt:

$$\mathbf{S} = -\mathbf{G}$$

Det er dette som ligger i Albertos siste replikk – dersom vi tolker ham velvillig.

Newtons mekanikk krever at alle krefter skal måles i treghetssystemer, og at alle resonnementer skal referere til treghetssystemer. Men kravet om treghetssystemer er tross alt bare en *konvensjon*, en spilleregel som gjelder i Newtons mekanikk. Og det er denne spilleregel eksaminandene skal følge til eksamen i fysikk. Men *ontologisk* er treghetssystemene ikke mer virkelige enn akselererte referansesystemer.



Figur 2. Krefter på månen, sett i månens akselererte system.

Ekvivalensprinsippet

Albert Einstein (1879–1955) publiserte i 1916 sin geniale gravitasjonsteori, som også kalles generell relativitetsteori. Men allerede 9 år tidligere hadde han lansert et prinsipp som vi kaller *ekvivalensprinsippet: Et akselerert referansesystem er ekvivalent med et gravitasjonsfelt.*

Når et referansesystem har akselerasjonen **a** i forhold til et treghetssystem, er det et gravitasjonsfelt

$$\mathbf{g}_i = -\mathbf{a}$$

i det akselererte systemet. Det medfører at den sentrifugalkraften månen føler når den akselererer inn mot jorden, kan betraktes som en gravitasjonskraft,

$$\mathbf{S} = m\mathbf{g}_i$$

Treghetskrefter er altså en slags gravitasjonskrefter som *kun* opptrer i akselererte referansesystemer. Men hvor kommer de fra? Allerede Ernst Mach (1838–1916) tenkte seg at de kommer fra *hele universet*. Med begreper fra moderne kvantefeltteori kan vi tenke oss at universets samlede masse

setter opp et gravitasjonsfelt som finnes overalt, som en kosmisk bakgrunnsstråling av virtuelle *gravitoner* (gravitasjonspartikler). Dette feltet lager skillet mellom treghetssystemer og akselererte systemer: Et *treghetssystem* har konstant fart i forhold til bakgrunnsstrålingen; et *akselerert system* er akselerert i forhold til bakgrunnsstrålingen. Så lenge vi har konstant fart i forhold til det universelle gravitasjonsfeltet, merker vi ikke noe til det. Men straks vi begynner å akselerere, griper feltet inn og påvirker oss med gravitasjonskrefter som motvirker akselerasjonen.

Det må imidlertid understrekes at gravitonene ennå er hypotetiske partikler som ikke er påvist eksperimentelt. Men dét gjelder for alle gravitasjonskrefter, også de newtonske. Man har for eksempel ikke påvist de gravitonene som skal formidle gravitasjonskraften **G** på månen fra jorden.

Konklusjon

Til eksamen i fysikk ved den videregående skole skal eksaminandene begrense seg til *treghetssystemer*. Og da er det riktig å si at månen er påvirket av én kraft: gravitasjonskraften inn mot jorden.

Men Jostein Gaarder (og hans Alberto) er ikke bundet av denne konvensjon. I månens akselererte system er månen påvirket av *to* krefter: gravitasjonskraften innover mot jorden og sentrifugalkraften utover i rommet. Det er derfor jeg reagerer mot eksamensoppgavens bastante påstand om at forfatteren Jostein Gaarder gjør "fysikkfaglige feil". Gaarder er i sin fulle rett når han velger den akselererte månen som referansesystem.

Litteratur

1. Jostein Gaarder: *Sofies verden.* H. Aschehoug & Co (1994), s 208.
2. Olav Steinsvoll og Joe McCauley: *Naturvitenskapelige bommerter i litteraturen.* Fra Fysikkens Verden **57**, 83 (1995)
3. Kenneth Simonsen: *Newtons fysikk: klassisk mekanikk eller den klassiske mekanikkens grunnlag?* Fra Fysikkens Verden **58**, 111 (1996)
   Kommentar av Steinsvoll og McCauley, ibid. s 117.

∞

Konferanser

Landskonferansen om fysikkundervisning

Fysikklæreren – en utrydningstruet rase

Norsk Fysikklærerforening har arrangert sin fjerde landskonferanse. Begivenheten fant sted 8–11 august på Telenors konferansesenter og hotell ved Grimstad, med om lag 150 deltakere. Nesten 2/3 av disse var aktive fysikklærere i videregående skole, de øvrige deltakerne var fra universitet og høgskoler, institutter og skolerelatert næringsvirksomhet. Konferansens røde tråd og tema var, ganske selvsagt, om og hvorledes fysikkundervisningen kan bidra til å bedre fysikkens stilling i vårt samfunn.

Dette ble en konferanse som så absolutt hevet blikket ut over den faglige finstrukturen. Fysikkens stilling i forhold til samfunn, kultur, filosofi og religion ble også berørt. Det er altfor omfattende for et referat som dette å yte alle temaer rettferdighet, men fysikklærerforeningen kommer deg til unnsetning. Fra hjemmesiden, *http://fysikk.hfk.vgs.no/*, kan du i tiden framover finne veien til flere av innleggene i form av direkte referat og som artikler i nettavisen "Fysikklæreren".

Alle foredragene ble holdt for et fullsatt auditorium; deltakernes interesse var hele tiden stor. Det ble gitt en serie gode foredrag og rapporteringer, både inviterte og påmeldte. Etter den offisielle åpningen av møtet holdt NRKs Erling Lægereid åpningsforedraget, eller mer korrekt, åpningskåseriet. "Hva i all verden skal vi med fysikere?" var tittelen som Lægereid kåserte rundt. De fleste kjenner hans skarpe tunge og engasjement, om ikke akkurat på dette temaet som han med en gang utvidet til å gjelde alle slags kulturer (ikke fotball). Vi vet det jo, men det gjør godt å høre det så veltalende; kunst, kultur og forskning har dårlige kår i Norge sammenlignet med det kommersielle. Kravet om salgbart mediastoff har gjort at rasjonaliteten i dag blekner under blomstringen av alternative kulturer og mystisisme. Alle fysikklærere burde huske spissformuleringen: "Å undervise fysikk er som å få born til å lika fisk: Du må visa at du sjølv likar det."

Konferansens tema er en stor utfordring. En mager trøst er at vi ikke er alene om synkende in-

teresse for faget, flere utenlandske foredragsholdere minnet oss om at denne utviklingen er felles for mange land. Og i noen fagmiljøer gjøres det faktisk ganske mye. Philip Britton, fra Institute of Physics (IoP), ga det første inviterte foredraget, med tittelen: "Advancing Physics: Shaping the Future of Physics Education." I UK er det færre fysikklærere enn det er pandaer i Kina, og i motsetning til pandaen må fysikklærerne selv starte sitt avlsprogram. IoP har utviklet et nytt pedagogisk opplegg for elever i alderen 16–19 år, og over 500 engelske lærere har nå vært 'kurset' og har startet undervisning etter dette opplegget, der både emne og metode er grundig gjennomgått og testet. Til dels radikale avvik fra den tradisjonelle faglige progresjonen er innført. Det anbefales for fysikklærere på alle trinn å studere prosjektets hjemmeside, *http://post16.iop.org/initiative/*, for såvel prosjektets filosofi som for interessante detaljer.

Norge er fremdeles i den heldige stilling at videregående skole har en stab av dyktige og engasjerte fysikere. Problemet er, som vi alle vet og som ingen i ansvarlig posisjon bryr seg med, at alderen er høy og aldersfordelingen smal. Én fordel med det er at alle finner gode "gamle" venner på en slik konferanse, slik at også de sosiale aspekter blir vellykket. Etter en frisk båttur første dagen, der gode venner møttes, sang, nøt reker og drikke, og hygget seg på mange vis, var det derfor imponerende å observere fullt auditorium neste morgen, til Jens Feders inspirerende foredrag om "Fysikkens utfordring i dag". Etter en engasjert gjennomgang av utvalgte deler av fysikkens historie, pekte Feder på fysikkens stadig mer sentrale rolle innen områder som i dag gjerne er plassert under andre fagetiketter. I dag står Norge i fare for å komme i den situasjon at ingen lenger kan lese den relevante faglitteraturen eller fange opp utviklingstrender, på et tidlig nok tidspunkt.

Frank Close er en sentral fysiker innen partikkelfysikk, og som i tillegg har en imponerende produksjon av god populærvitenskap. Han fortalte fra sin helt ferske bok: *Lucifer's Legacy: The asymmetric Universe*. Close er en usedvanlig god pedagog og popularisator, og han ga en meget underholdene fremstilling av bokas tema: de grunnleggende symmetrier (og asymmetrier) i naturen og universet. Denne boka er forøvrig anmeldt i dette nummeret av FFV, men også her vil vi anbefale den på det aller beste.

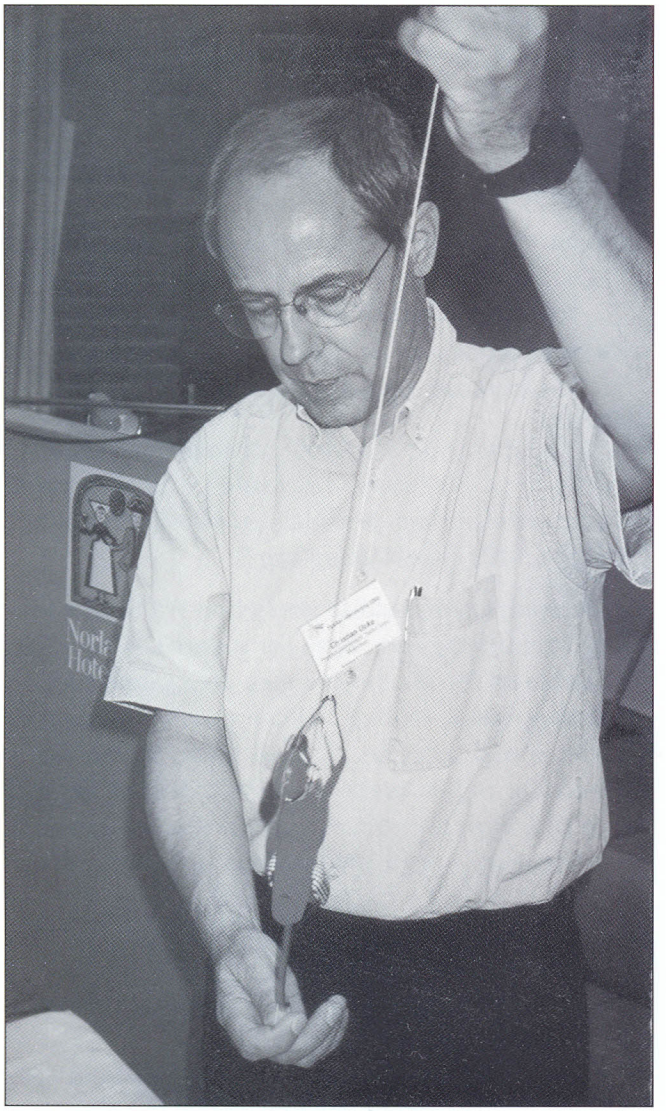
Gaute Enevold og Kristoffer Gjøtterud avsluttet den andre dagens sesjon med en livlig diskusjon

Figur 1. Kristoffer Gjötterud og Gaute Enevold i debatt.

om temaet: *The End of Science?* Et gammelt tema som nå har fått fornyet aktualitet gjennom John Horgans bok: *End of Science, Facing the Limits of Knowledge in the Twilight of the Scientific Age*. Enevold og Gjøtterud var i utgangspunktet så uenige at debatten ble meget engasjerende, skjønt det var ikke alltid like enkelt å utkrystallisere essensen av uenigheten. Horgans posisjon er i all enkelthet at vitenskapen oppdager nytt land, omtrent som en klassisk geograf. Og når nytt land er oppdaget, gjenstår bare detaljene, eller "finstrukturen". Som fysikere vet vi i dag at vi, for visse systemer, kan gjøre imponerende presise forutsigelser; altså at landet er oppdaget. Spørsmålet er da om vår teoretiske basis for de presise forutsigelser er forstått – Gjøtterud pekte blant annet på at det er en mengde konstanter i våre teorier som vi overhodet ikke forstår grunnlaget for.

En interessant omvisning på Energisenteret ved Høgskolen i Agder, la det endelige grunnlag for god apetitt til andre dags middag, der det ikke manglet på samtaleemner.

Men konferansen ga også inspirasjon og ideer til direkte anvendelse i auditorium og klasserom. Tredje dag åpnet med emnet *Physics and Toys*, presentert av Christian Ucke fra Technische Universität, München. Fra en stor medbrakt eske fant han fram en rekke leker ("riktige leker") som han brukte til å demonstrere fysiske lover med. Her kom mange gode ideer for de mange tilstedeværende lærere (og besteforeldre). I denne sesjonen ble det også gitt presentasjoner og demonstrasjoner ved noen av de tilstedeværende læremiddelfirmaer. Anders Isnes og Carl Angell supplerte med såvel didaktiske problemstillinger som med en tilmålt dose morofysikk.



Figur 2. Christian Ucke fra Technische Universität, München, demonstrerer fysikkleker.

To gode foredrag i fysikkens grenseland mot andre kulturer avsluttet den faglige delen av denne dagen. Arnt Inge Vistnes snakket om *Alternativ verden, – grensen tro og vitenskap.* Vistnes viste flere eksempler på "alternativkulturens" feilaktige bruk av vitenskapelig terminologi, men presiserte at han trakk opp grensen uten å ta stilling til konkrete "alternativ-fenomen". Deretter fulgte Øyvind Grøn med *Spørsmål knyttet til forholdet tro og vitenskap.* Grøn gjorde rede for sitt eget ståsted som bekjennende kristen i forholdet til det å drive fysikk som vitenskap og det såkalte vitenskapelige verdensbildet. Dette er en problemstilling som mange fysikere, dog ikke alle, velger å holde seg unna, men som ikke desto mindre er viktig, spesielt i en læresituasjon.

På siste dags program, dagen etter konferansens

Figur 3. Carl Angell og Anders Isnes – flittige arrangører og "morofysikere".

store festmiddag, var det også plassert to rene faglige foredrag; Finn Søraas snakket om *Fra solaktivitet til nordlys*, og Rolf Stabell om *Siste nytt fra universet.*

I tillegg til alle de inviterte foredragene var det også en rekke kortere påmeldte foredrag. Disse spente over et like stort temaspekter, fra rene faglige og didaktiske foredrag, om pågående læreplanrevisjoner, til problemstillinger av mer filosofisk karakter og mot grenseland til andre kulturer. Det henvises til fysikklærerforeningens hjemmeside for flere detaljer.

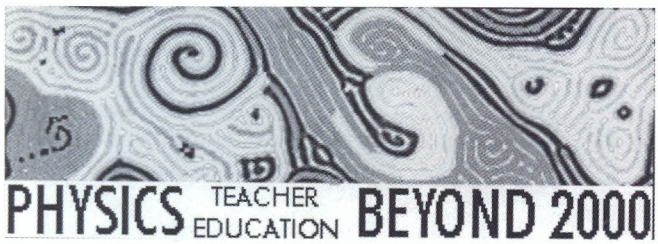
Et tema, som er blitt spesielt aktuelt i diskusjonen som har blusset opp etter den offentlige utredningen NOU 1998:21 om alternativ medisin, ble presentert av Alf Eftestøl. Han hadde under et opphold i Frankrike intervjuet Alain Aspect, prosjektlederen for forsøket som "New Age"-bevegelsen bruker som "vitenskapelig" begrunnelse for sin grunnleggende tese om "holisme". Intervjuet finnes på fysikklærerforeningens hjemmeside, men for de som nøyer seg med kortversjonen er det vel neppe overraskende at Aspect tar klar avstand fra denne interpretasjonen.

Arrangementskomiteen skal ha all ros for denne konferansen der alt fungerte perfekt, og der alle fikk mye igjen for konferanseavgiften. Komiteen fortjener derfor å få sine navn i FFV: Carl Angell, Arne Auen Grimnes, Kårmund Myklebost, Jan Pålsgård, Einar Oterholm, Per Vold, Eimund Aamot, Anders Isnes og Steinar Stapnes.

Finn Ingebretsen
Fysisk institutt, UiO

∞

Konferanse om fysikkutdanning i Barcelona



Siste uke i august gikk den internasjonale konferansen *"Physics teacher education beyond 2000"* (Phyteb) av stabelen i Barcelona, Spania. Bak konferansen sto bl.a. GIREP (Groupe International de Recherche sur l'Enseignement de la Physique) og ICPE (International Commission on Physics Education, en kommisjon under International Union of Pure and Applied Physics, IUPAP).

Konferansen ga rik anledning til å treffe folk som var involvert i fysikkundervisning og fysikklærerutdanning på ulike nivåer og i ulike deler av verden. Deltakerantallet var omkring 420 fordelt på 52 nasjoner. Konferansen var lagt opp med plenumsforedrag, parallellsesjoner, symposier, workshops og posterutstillinger. Av plenumsforedragene kan vi nevne: *Choosing the science curriculum, Who needs to learn physics in the 21st century and why?, Labwork in physics education and informatic tools: advantages and problems.*

Verdt å merke seg er to nyskapende læreplanprosjekter som pågår i Storbritannia for tiden. *"Advancing Physics"* er et nytt kursopplegg for A level physics (omtrent tilsvarende 2FY og 3FY). Det er Institute of Physics (tilsvarer Norsk Fysisk Selskap) som står bak initiativet, og kurset er utviklet og utprøvd av lærere i samarbeid med forskere. Kursmateriellet består av en (ganske tynn) lærebok for elever, en innholdsrik CD for elever og en annen for lærere. Viktige prinsipper for utviklingen av kursmateriellet har vært følgende:

- å bruke en fortellende form, dvs. presentere fysikken i form av historier, siden historier er fundamentale i den menneskelige erfaringsverden
- å være visuell (de første to ukene av kurset handler om bilder og bildebehandling – et fascinerende kapittel som kommer innom mange sentrale områder innen moderne vitenskap)
- å være inkluderende og kultivert (bidra til å utvikle elevene som personer). Dette innebærer bl.a. at fysikken skal handle om "mennesker og ideer, ikke bare formler" og at man i kurset gjør bruk av poesi, vitenskapshistorie og bilder.
- ha en gjennomtenkt, men ikke feig holdning til matematikk (bruke den matematikken man trenger, men ikke mer)
- vekt på ansvar og egne valg for elever (valg av kursinnhold, oppgaver etc.)

Kurset "Advancing Physics" vil følges av ca. 7000 elever ved ca. 350 skoler fra høsten i år. Undervisningsmateriellet kan bestilles på prosjektets internettsider, *http://post16.iop.org/.*

Det andre interessante prosjektet fra Storbritannia er et naturfagkurs, også for videregående skole, men dette er for de elevene som *ikke* planlegger en utdanning innen realfag. Dette prosjektet, som er utviklet i regi av The Nuffield Foundation, heter "Science for public understanding". Kurset tar mål av seg til å utvikle elevenes "naturvitenskapelige allmenndannelse" innen tre områder, slik at de skal:

- forstå noen grunnleggende "forklarende historier" innen vitenskapen
- vite noe om metodene for vitenskapelig forskning
- være informert om, og oppmerksom på, vekselvirkningene mellom naturvitenskap, anvendelser og implikasjoner for samfunnet.

Også dette kurset har lærebok som kan bestilles via nettstedet *http://www.nuffield.org/spu/index.html.*

Det slående ved begge de britiske initiativene er den fortellende tilnærmingen til vitenskapen.

Neste konferanse i regi av GIREP skal foregå i Lund i Sverige, i år 2002, og da bør mange nordmenn med interesse for fysikkutdanning få anledning til å delta!

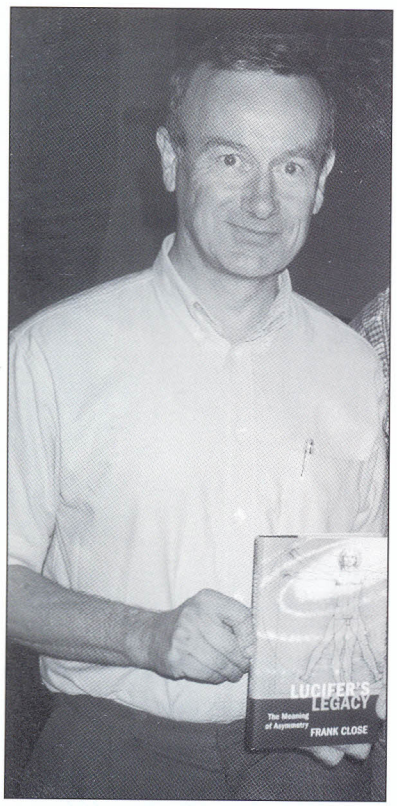
Ellen K. Henriksen
Anders Isnes
Carl Angell

∞

Bokomtale

Frank Close: Lucifer's Legacy – The meaning of Asymmetry. Oxford Univ. Press, 2000, ISBN 0198503806 (253 sider).

Asymmetri, forutsetning for vår eksistens



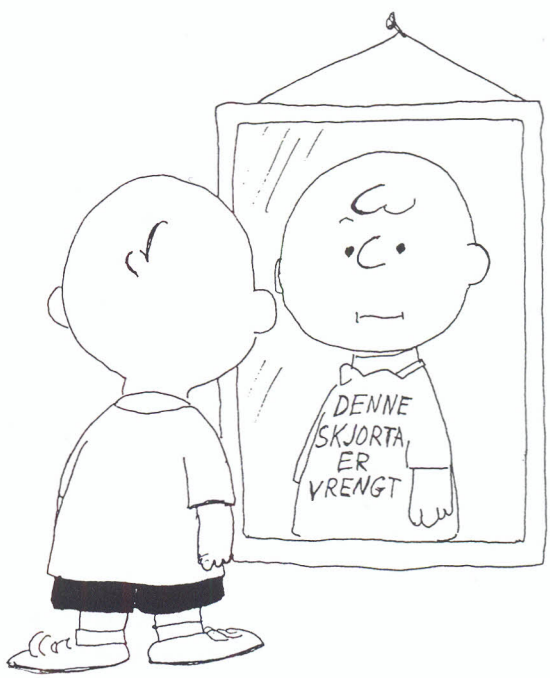
Forfatteren av denne boka, Frank Close, er en fysiker med en ganske enestående kombinasjon av egenskaper. Ved siden av å være en fremtredende partikkelfysiker, han arbeider til daglig ved CERN, er han viden kjent for å gjøre fysikk kjent for den store almennhet. Blant annet har han vært en drivende kraft for å få til CERN-utstillingen, som vi også fikk se i Norge for et par år siden. I sitt hjemland England, er han også kjent fra radio- og TV-programmer, og han har utgitt flere populærvitenskapelige bøker som har slått godt an. *Lucifer's Legacy* er den siste, nettopp utkommet. Close holdt et foredrag om boka på Fysikklærerforeningens konferanse i Grimstad i år, der han fengslet sine tilhørere med sin elegante stil, gode illustrasjoner og ikke minst med sin smittende engelske humor.

"Verden er et asymmetrisk sted fullt av asymetriske vesener. Hadde Skapelsen (i boka bruker Close konsekvent uttrykket 'Creation' i stedet for det med prosaiske 'Big Bang') vært "perfekt" og dens fullkomne symmetri bevart, ville alt vi vet om ikke vært til, og vi ville heller ikke vært til stede og visst om det." Da ville materie og antimaterie fullstendig ha "opphevet hverandre" (anihilert), og dette materieløse universet ville kun bestå av energi.

Dette er i store trekk hans åpning av kapittel 1. Denne underlige asymmetri som karakteriserer vår verden på alle skalaer, er et mysterium som nå opptar store deler av moderne vitenskap, slett ikke bare partikkelfysikere.

Close fører oss på en reise gjennom denne problematikken. Han beskriver så vel et embryo som hele kosmos i skapelsesøyeblikket, som starter fullkomment symmetrisk, for så øyeblikkelig å utvikles asymmetrisk. Studiet av symmetri og antisymmetri i kompliserte molekyler er i seg selv et veldig spennende tema. Hvem visste forørig at en av 1800-tallets mest fremtredende vitenskapsmenn, bakteriologiens "far", Louis Pasteur, gjorde minst like grunnleggende oppdagelser innen molekylsymmetrier i kjemien?

Boka gir en meget god pedagogisk innføring i symmetribegrepet, med konkrete eksempler fra verden omkring oss. Selv om bokas tema kulminerer i problemet CPT-symmetri, der de kommende LHC-eksperimentene ved CERN kan gjøre det mulig å se spor av den fullkomne symmetri ved skapelsesøyeblikket, er boka full av interessante eksempler. Disse er hentet fra fagområder som fysikk, kjemi, biologi og geofysikk.



Det er ikke enkelt å gi en populær og forståelig forklaring på symmetrirelasjoner som ladningskonjunksjon (C) eller speilsymmetri (P). Forfatterens bruk av M.C. Eshers fantasifulle bilder for å illustrere dette, er både underholdende og lærerike.

Under en samtale i Grimstad fortalte Close at han opprinnelig hadde tenkt å skrive en bok om utviklingen av 1900-tallets fysikk. Etter å ha samlet stoff i noen år, la han dette prosjektet til side, emnet var etter hvert blitt tema i så mange bøker at en bok til ville bli ganske overflødig. Imidlertid er historien om begrepet symmetri også en del av historien om den moderne fysikk. En del av dette innsamlede stoffet er derfor med i denne boka. Close har funnet mange interessante detaljer og poenger rundt flere store oppdagelser og oppdagere, som jeg ikke har sett andre steder.

Våre teoretikere har systematisert krefter og partikler og laget en stor forenet teori, der ligningene er like vakre for et matematikerøye som Shakespears verker er for litterater. Men det er et problem, de fundamentale ligningene har en erfekt symmetri bare dersom alle partikler er masseløse. Som kjent er ikke det virkelige univers slik. Utviklingen av massebegrepet går fra Newton, som påviste likhet mellom gravitasjonell og treg masse, til Einstein som 250 år senere viste at masse er ekvivalent med energi. Dog har vi ennå ikke noen god forståelse av hva masse er.

Close forklarer ved enkle eksempler fra fysikkens verden hva som ligger i begrepet skjult symmetri. Dette leder fram mot bokas klimaks. Han forteller om en av sine kolleger som for ca. 40 år siden etter ferien, fant et notat fra sin veileder: "I sommer har jeg oppdaget noe fullstendig ubrukbart", undertegnet Peter Higgs. I dag forbereder forskere fra over 80 land et multimilliardprosjekt ved CERN for å teste Higgs ubrukbare idé. Forklaringen på Higgs idé er like fornøyelig som resten av boka, og jeg vil ikke frata lesere dette poenget i kommende hyggestunder med boka. Higgs teori beskriver opprinnelsen til masse, og forklarer derved også at masse antakelig var det som forstyrret Skapelsens perfekte symmetri. Teorien forutsetter at naturen skjuler symmetrier og genererer mer fremtredende symmetrier ved høyere temperaturer. De symmetriske likninger gjelder bare ved ekstreme temperaturer – som ved Skapelsen, og det er slike ekstreme tilstander man gjør så store anstrengelser for å nå.

Bokas merkelige tittel skriver seg fra et besøk i den kjente haven i Tuileriene i Paris, der den perfekte symmetri bare var brutt av en hodeløs statue av Lucifer – en metafor for vår forståelse av den materielle verden i dag. Kanskje er vi, som resten av kosmos, arven fra dette lille avvik fra den fullkomne symmetri ved Skapelsen, avviket fra fullstendig CPT symmetri.

Finn Ingebretsen

∞

Nye Doktorer

Berit Margrethe Hasle Falch

Siv.ing. Berit Margrethe Hasle Falch forsvarte sin avhandling, *Macromolecular Triplex Structures of the Fungal* (1 → 3)-*β*-*D*-*glucan Scleroglucan, and Immunostimulating Effects in vitro,* for dr.ing.-graden ved NTNU, den 17. des. 1999.

(1 → 3)-*β*-*D*-glukaner stimulerer immunsystemet til ulike organismer som mus og mennesker, og har gitt positive resultater ved behandling av kreft og infeksjoner. Sammenhengen mellom makromolekylær topologi, stabilitet og evne til å stimulere humane monocytter er undersøkt. Det er anvendt sterk lut kombinert med nøytralisering ved ulike temperaturer. Strukturell destabilisering av den lineære trippelheliksen er undersøkt ved å introdusere ladede grupper langs det utstrakte molekylet, og fordelingen av lineære og sirkulære makromolekylære topologier ble bestemt.

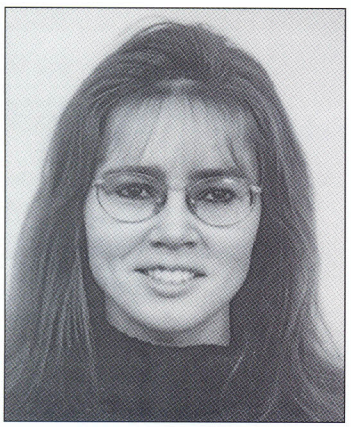
Undersøkelsene viser at både andelen av scleroglucan som omdannes fra lineær til sirkulær trippelhelikstopologi, og stabiliteten til de ulike topologiene, avhenger av kjedelengde, pH og temperaturhistorie. Scleroglucanets immunstimulerende evne viser at den fysiske tilstanden innvirker på effektiviteten. En lut- eller varmebehandling som på-

virket strukturen til scleroglukanet, ga en irreversibel reduksjon i stimuleringen av de hvite blodcellene. Dette tyder på at både konformasjon og primærstrukturen er viktige for den biologiske aktiviteten til polysakkarider.

Arbeidet er utført ved Inst. for fysikk, NTNU, med professor Bjørn Torger Stokke som hovedveileder og professor Arnljot Elgsæter som med medveileder. Hasle Falch er forsker i Optomed AS.

∞

Gudrun Kristine Høye



Sivilingeniør Gudrun Kristine Høye forsvarte 14. des. 1999 sin avhandling *Oscillations in neutron stars/Oscillasjoner i nøytronstjerner* for graden dr.ing. ved NTNU.

Nøytronstjerner har masse omtrent som solas, og radier på bare ca. 10 km. Det betyr at materien er svært sammenpresset, og tettheter og energier er så høye at det ikke er mulig å simulere slike tilstander i partikkelakseleratorer. Nøytronstjerner kan dermed betraktes som store naturlige laboratorier som gir oss mulighet til å studere hvordan materien oppfører seg under ekstreme forhold.

Høye har studert oscillasjoner i nøytronstjemer teoretisk og har funnet at oscillasjonene har perioder av størrelsesorden 0,1 ms og 100 ms. Hun har sammenliknet forskjellige likevektsmodeller av stjernene og funnet at det vil være mulig å skjelne mellom de ulike modellene basert på svingeperiodene. Dette er et viktig resultat som viser at metoden kan brukes til å bestemme egenskaper ved materien i nøytronstjernenes indre.

Høyes doktorgradsarbeid er et viktig bidrag til den teoretiske kartleggingen av oscillasjonsspektret for nøytronstjerner. Resultatene vil senere kunne sammenholdes med observasjoner og brukes til å si noe om hvordan nøytronstjerner er inni. I en større sammenheng vil arbeidet kunne gi bidrag til høyenergifysikken ved at man får informasjon om hvordan materien oppfører seg ved ekstremt høye tettheter og energier.

Arbeidet er utført ved Inst. for fysikk, NTNU, med professor Erlend Østgaard som hovedveileder, og er finansiert av Norges forskningsråd.

Gudrun Kristine Høye er siv.ing. fra Fakultet for fysikk og matematikk, NTH (1994), og er nå ansatt som forsker ved Forsvarets forskningsinstitutt.

∞

Inger Lindseth

Sivilingeniør Inger Lindseth forsvarte 14. desember 1999 sin avhandling *Optical total reflectance, near-surface microstructure, and topography of rolled aluminium materials* for graden dr.ing. ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU).

En aluminiumflates evne til å reflektere lys reduseres når materialet valses ned til tynne plater. Reduksjonen i refleksjon kan typisk være 10 prosent. For enkelte bruksområder er dette svært uheldig.

Målet med arbeidet har vært å bestemme sammenhengen mellom optiske egenskaper og overflatestruktur i aluminium, og på den måten forklare hvorfor lys absorberes etter valsing. Generelt vil lys ikke trenge dypere inn i metallet enn 20 nm. Både teoretiske beregninger og eksperimentelle observasjoner tyder på at lystapet er knyttet til mikroskopiske oksidfragmenter i metalloverflaten. Disse fragmentene er valset inn i metallet og finnes i et sterkt deformert sjikt av finkrystallinsk aluminium som dekker mye av materialet. Ingen andre strukturelle eller topografiske elementer er funnet å ha en så sterk effekt på refleksjonsevnen. Arbei-

det har omfattet bruk av en rekke eksperimentelle metoder for å karakterisere struktur og kjemisk sammensetning i overflatene.

Arbeidet er utført ved Inst. for fysikk, NTNU, med professor Ragnvald Høier som hovedveileder og professor Ola Hunderi og dr. Asgeir Bardal, SINTEF Materialteknologi, som medveiledere. Dr.ing.-prosjektet har vært en del av et større forskningssamarbeid om belysningsmaterialer mellom Hydro Aluminium, SINTEF og NTNU. Arbeidet ble finansiert av Hydro Aluminium, Norges forskningsråd og NTNU. Lindseth er nå ansatt i SINTEF Materialteknologi i Trondheim.

∞

Erlend Rønnekleiv

Siv.ing. Erlend Rønnekleiv har disputert for graden dr.ing. ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, NTNU, med avhandlingen *Fiber DFB Lasers for Sensor Applications/Fiber DFB lasere for måleanvendelser.*

Lasere i optiske fibre der speilene er erstattet av en periodisk variasjon i brytningsindeksen, er tema for avhandlingen. Slike DFB (distributed feedback) fiberlasere kan muliggjøre følsomme og kompakte måleprober, og de kan også brukes som lyskilder for telekommunikasjon gjennom optiske fibre.

DFB fiberlaserne produserer lys med bølgelengde som avhenger av temperaturen og ulike krefter som påvirker laserfiberen. Ved å måle bølgelengden eller frekvensforskjellen mellom laserens to polarisasjoner, er det derfor mulig å måle temperatur, strekk, trykk, osv. med stor nøyaktighet. DFB fiberlasere er også interessante som kilder for utlesning av frekvensskift i transmisjons- eller refleksjonsspekteret til optiske sensorer. Rønnekleiv har studert egenskaper ved DFB fiberlasere som har særlig betydning for anvendelser i sensorsammenheng, slik som støy, kriterier for stabil operasjon, avhengighet av ytre tilbakerefleksjon, og utstrekningen til den følsomme delen av laseren.

Doktorarbeidet er utført ved Avd. for elektroteknikk og telekommunikasjon, NTNU, med professor Kjell Bløtekjær som hovedveileder og professor II Morten Eriksrud som medveileder. Arbeidet er hovedsakelig finansiert av Optoplan AS med støtte fra Norges forskningsråd. British Council har bidratt med finansiell støtte til et forskningsopphold ved University of Southampton i England.

Erlend Rønnekleiv er sivilingeniør fra Fakultet for elektro- og datateknikk, NTH (1994). Han er nå ansatt som senioringeniør ved Optoplan AS.

∞

Andreas Schiller

Diplomfysiker Andreas Schiller har forsvart sin avhandling *Level density and thermodynamical properties of rare earth nuclei* for graden dr.scient. ved Universitet i Oslo.

Hvor varmt er det egentlig i en atomkjerne, og når "smelter" den? Svaret på det siste spørsmålet er utrolige 6 milliarder grader, eller tusen ganger varmere enn i solens indre! Dette oppsiktsvekkende resultatet har Andreas Schiller kommet fram til ved å skyte forskjellige atomkjerner mot hverandre med mer enn en sjettedel av lyshastigheten. Atomkjernene kjøles imidlertid fort ned etter det nådeløse bombardementet. Allerede etter 10^{-15} s "fryser" de igjen, og varmen forsvinner i form av stråling.

Smelting av is og koking av vann er eksempler på faseoverganger. Men faseovergangen som betegnes som "smelting" av en atomkjerne er mer komplisert. Den er mer beslektet med overgangen fra et supraledende metall til vanlig metall, eller fra en

superflytende væske til en vanlig væske, selv om disse faseovergangene foregå ved temperaturer nær det absolutte nullpunkt.

Doktorarbeidet har vært utført ved syklotronlaboratoriet ved Fysisk institutt, UiO, under veiledning av professor Magne Guttormsen. Resultatene av prosjektet er et viktig bidrag til forståelse av atomkjernenes termodynamiske egenskaper. De er også viktige som utgangspunkt for modeller av eksploderende kjempestjerner (supernovaer), der alle kjemiske elementer tyngre enn jern produseres, og de har vakt internasjonal oppmerksomhet.

Andreas Schiller er utdannet diplomfysiker fra Universitetet i Stuttgart. Han har vært doktorstipendiat ved Fysisk institutt, UiO, under arbeidet, og er nå stipendiat samme sted.

∞

Ingve Simonsen

Cand.scient. Ingve Simonsen forsvarte 13. juni avhandlingen *New Light on Rough Surfaces: Theories of how they appear and consequences of that*, for graden dr.scient. ved NTNU, Institutt for fysikk.

Simonsen har i dette arbeidet sett på spredning av lys fra ru metalloverflater. Til tross for over hundre års forskning er dette problemet fortsatt uløst i sin generelle form. En forståelse av hvordan lys spres fra ru overflater har stor betydning i mange praktiske anvendelser og teknologier, og innen grunnforskning. Avhandlingen har i all hovedsak belyst teoretisk ulike fenomener hvor lyset inngår i såkalte multiple spredningsprosesser. Numeriske simuleringer har spilt en sentral rolle i slike studier. Simonsens doktorgradsarbeid er basert på 17 vitenskapelige arbeider, hvorav mange er publisert i anerkjente internasjonale fysikktidsskrifter.

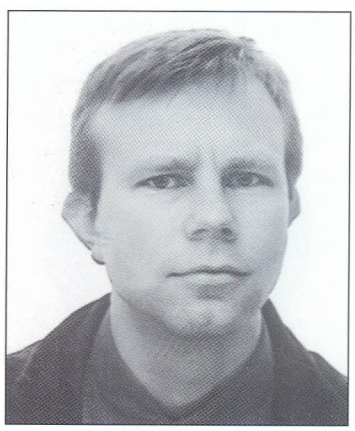
I løpet av doktorgradsperioden har Simonsen hatt lengre forskningsopphold ved École Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles og Laboratoire Mixte CNRS/Saint-Gobain i Paris, og ved University of California, Irvine.

Professor Alex Hansen har vært hovedveileder, med professor Ola Hunderi som medveileder. Arbeidet er utført med støtte fra Norges forskningsråd, Norsk Hydro, NTNU, Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) og US Army Research Office.

Ingve Simonsen er cand.scient. fra Universitetet i Trondheim (1994) og er nå post.doc. ved Nordita i København.

∞

Olaf Skjæraasen



Cand.scient. Olaf Skjæraasen disputerte 24. mars for dr.scient-graden i astronomi ved Universitetet i Oslo, med avhandlingen *Coherent Wave-Particle Interactions in Plasmas.*

Skjæraasen har studert vekselvirkninger mellom partikler og koherente bølger i plasma. Han har videreutviklet en modell for dissipasjon av plasmabølger, kalt transitt-tids dempning (TTD), og har utviklet et formelverk for hvordan slik dempning kan variere fra ett sted til et annet i en plasmabølge. Modellen viser at TTD ikke er ekvivalent med Landau-dempning, en kollisjonsløs bølgedempning, i motsetning til hva man har antatt. TTD er sammensatt av Landau-dempning og ikke-resonnant dempning. Bare under spesielle betingelser forsvinner effekten av ikke-resonnant dempning, slik at TTD blir identisk med Landau-dempning.

Under et toårig opphold ved University of Sydney har Skjæraasen deltatt i to prosjekter for å beregne gammastråling fra pulsaren PSR 1259-

63. Denne pulsaren går i en svært elliptisk bane omkring en stjerne av spektralklasse Be. Når pulsaren passerer de innerste deler av sin bane sendes det ut intens radio- og gammastråling. Denne strålingen er ikke pulset, og har en annen polarisasjon enn pulsarens radiopulser. Gammastrålingen kan forklares ved at relativistiske partikler fra pulsaren tvinger termiske fotoner fra stjernen opp i energier på flere TeV gjennom invers Comptonspredning. Økningen i radiostråling skyldes trolig synkrotronstråling fra sjokkbølger der relativistiske pulsar-partikler møter plasmavinden fra stjernen.

Skjæraasen har hatt stipend fra Norges forskningsråd, og prof. Hans Péceli og Jan Trulsen, UiO, har vært veiledere. Han er nå post.doc.-stipendiat ved Max-Planck Institut i Heidelberg.

∞

Kjersti Karlsen Tørnkvist

Siv.ing. Kjersti Karlsen Tørnkvist har tatt dr.scient.-graden ved Universitetet i Oslo med avhandlingen *UV-Visible Remote Sensing of Stratospheric Compounds at High Latitudes.*

Avhandlingen omhandler målinger av ozon, NO_2, BrO og OClO i stratosfæren ved nordlige høye bredder vha. spektrometre på bakken. Ozon absorberer kortbølget solstråling som kan være skadelig for planter, dyr og mennesker. NO_2, ClO and BrO bryter ned ozon. Instrumentering som kan måle disse gassene samtidig i samme volum, er derfor et nyttig redskap for å studere ozon og mekanismene involvert i nedbryting av ozon. Klor- og bromkomponenter i stratosfæren kommer fra antropogene utslipp av KFK- og halogengasser.

Hoveddelen av oppgaven har vært å utvikle to instrumenter til automatisk måling av de nevnte gassene i stratosfæren basert på absorpsjon av sollys. En annen del har vært å etablere optimale parametre for analyse av disse gassene. Det første spektrometret målte fra Ny-Ålesund i de kalde vintrene 1995/96 og 1996/97. OClO sammen med lavere ozonmengder enn normalt, ble observert begge vintrene, noe som tyder på at det har foregått kjemisk nedbryting av ozon pga. menneskeskapte utslipp av KFK- og halogengasser. Dataene ble videre brukt til å validere satellittdata og numeriske modeller som simulerer dynamiske og kjemiske prosesser i atmosfæren. I juli 1998 startet man også målinger fra Andøya. Disse er sammenlignet med atmosfæremodeller, og generelt er likheten god.

Arbeidet er utført ved Norsk institutt for luftforskning (NILU) med William Dixon Arlander som hovedveileder. I tillegg har professorene Frode Stordal (NILU), Claus Nielsen (UiO) og Leif Veseth (UiO) vært med i veiledningskomiteen. Kjersti K. Tørnkvist er nå ansatt ved NILU.

∞

Fysikknytt

Første evidens for tau-nøytrinoet

Eksperimentet "the Direct Observation of the NU Tau" (DONUT) ved Fermilab, annonserte den 21. juli den første direkte evidens for tau-nøytrinoet, ν_τ.

I henhold til Standardmodellen for partikkelfysikk finnes det tre typer nøytrinoer, ν_e, ν_μ og ν_τ. Disse er nært knyttet til de tre ladde leptonene, henholdsvis elektronet (e^-), myonet (μ^-) og tau-leptonet (τ^-). Første- og annengenerasjons nøytrinoer (ν_e og ν_μ) ble identifisert i henholdsvis 1956 og 1962, ved studier av nøytrinovekselvirkninger med materie som enten produserte elektroner eller myoner. Da τ-leptonet ble oppdaget i 1975, antok man at det også måtte eksistere en tredje type nøytrino, ν_τ. På begynnelsen av nittitallet viste LEP-eksperimentene at det finnes tre, og bare tre, lette nøytrinotyper.[1–3] Direkte påvisning av ν_τ er således et viktig og etterlengtet resultat.

Det tok mer enn 30 års teknologisk utvikling før man lyktes i å vise at tau-nøytrinoets vekselvirkning med materie virkelig resulterer i utsendelse av det ladde tau-leptonet. Tau-leptonet henfaller hurtig etter at det er dannet, oftest (i 86% av tilfellene) til én ladd partikkel og ett

eller flere nøytrinoer. En intens nøytrinostråle, som også inneholdt tau-nøytrinoer, traff et mål bestående av kjernefysisk emulsjon. Kilden til tau-nøytrinoer var partikler som kalles D_s-mesoner. Tau-nøytrinoets vekselvirkning med en atomkjerne danner et tau-lepton. Tau-leptonets spor kan studeres i den kjernefysiske emulsjonen som utgjør en form for tre-dimensjonal "fotografisk film". Man oppnår slik en 3-dimensjonal posisjonsoppløsning på omkring 1 μm^3. Hovedkjennetegnet til et tau-lepton er et ca én millimeter langt spor som ender i en knekk, som indikerer tau-leptonets henfall. DONUT-eksperimentet samlet inn omkring 6 millioner mulige reaksjoner av denne typen. Blant 1000 kandidater ga 5 hendelser evidens for tau-nøytrinoet: fire lange og ett kort τ-spor med en bakgrunn på henholdsvis 0,44 og 0,13 spor. Det observerte antall hendelser er i overensstemmelse med Standardmodellens forutsigelser. DONUT-eksperimentet planlegger å øke statistikken med en faktor 2.

Den atmosfæriske nøytrino-anomalien som ble observert i 1998, skyldes antakelig nøytrino-oscillasjoner av typen $\nu_\mu \rightarrow \nu_\tau$.[4,5] Muligheten for direkte påvisning av τ-nøytrinoer er et viktig skritt mot å kunne påvise nøytrinomasser forskjellige fra null i såkalte "long base-line" nøytrino-oscillasjonseksperimenter.

Det planlegges en grundigere artikkel om tau-nøytrinoet i neste nummer av Fra Fysikkens Verden.

Referanser

1. L. Bugge: Fra Fysikkens Verden **58**, 43 (1996)
2. L. Bugge: Fra Fysikkens Verden **58**, 67 (1996)
3. L. Bugge og A. L. Read: Fra Fysikkens Verden **59**, 31 (1997)
4. P. Osland og G.Vigdel: Fra Fysikkens Verden **60**, 99 (1998)
5. L. Bugge og Ø. Grøn: Naturen **124**, 128 (2000)

Farid Ould-Saada
Fysisk institutt, UiO

∞

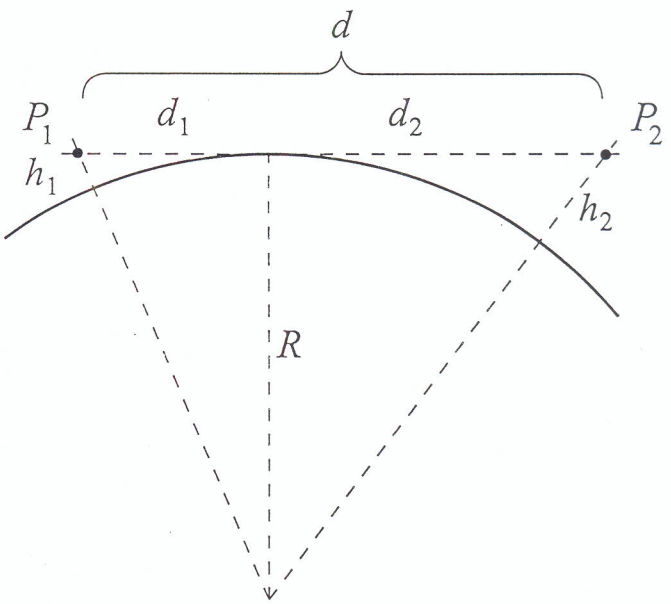
Trim i FFV

Løsningsforslag til Sommernøtter

Var det sommeren som var for kald, eller var det manglende interesse, mon tro? Vi fikk nemlig ikke inn noe forslag til løsning av årets sommernøtter, og så vanskelig kan en ikke si at problemet var. Vi skal nå gå gjennom hovedtrekkene i løsningene og presentere noen tall som følger av disse.

Stille innlandsvann

Utgangspunktet var her en enkel observasjon av at jordas krumning faktisk er stor nok til at en kan se den på en kilometers avstand. Bader vi i et stille innlandsvann uten bølger, kan f.eks. en lett synlig pram på motsatt side av vannet om lag en kilometer borte, forsvinne når en dukker så langt ned i vannet at øynene bare er noen mm over vannspeilet. Ved å bruke en liten linjal med millimeterskala for å bestemme øyenhøyden over vannet idet prammen forsvinner, og ved å bestemme hvor høyt øvre del av prammen ligger over vannflaten, og dertil måle avstanden mellom badeplassen og prammen ut fra et vanlig kart, kan en beregne radius til jordkloden!



Fremgangsmåten er enkel. I figuren er det tegnet et snitt gjennom jordkloden med øyets posisjon i P_1, og øvre kant på prammen i P_2. Krumning og høyder er svært overdrevne! Pytagoras gir:

$$(R+h_1)^2 = R^2 + d_1^2$$

$$(R+h_2)^2 = R^2 + d_2^2$$

og videre er:

$$d_1 + d_2 = d$$

Vi kjenner h_1, h_2 og d, og kan da ut fra de tre likningene bestemme d_1, d_2 og jordradien R.

Siden likningene delvis er kvadratiske, er de ikke så lette å løse generelt for hånd. Men dataprogrammer som Maple eller Matematica gir lett løsningen, og denne er tilgjengelig med link fra websiden: *www.fys.uio.no/~arntvi.*

Likningsystemet er imidlertid lett å løse, og har svært enkle løsninger, for et par spesialtilfeller:

$$R = \frac{d^2 - h_2^2}{2h_2} \approx \frac{d^2}{2h_2}$$

for $h_1 = 0$, og

$$R = \frac{d^2 - 4h}{8h} \approx \frac{d^2}{8h}$$

for $h_1 = h_2 = h$. Jordradien kan da bestemmes ved å plassere en lett synlig gjenstand i vannkanten ($h_2 \approx 0$) et gitt sted, flytte seg om lag en kilometer d (leses f.eks. av på et kart), og måle hvor nær (h_1) øyet må være vannoverflaten før en ikke lenger kan se gjenstanden. Jordradien er da gitt ved $R \approx d^2/(2h_1)$. For $d \approx 1$ km, vil h_1 være om lag 7,8 cm.

Formlene ovenfor kan også brukes i litt andre sammenhenger. De kan f.eks. brukes til å vise at Mjøsa er om lag 160 m "høyere på midten" enn på endene, dersom vi sammenlikner med en rett linje mellom nordenden ved Lillehammer og sydenden ved Minnesund (avstand ca. 90 km). Tar vi et større sprang, kan en si at landskapet litt øst for Børgefjell nasjonalpark ligger 50–60 km(!) "høyere" enn en rett linje mellom Lista og Nordkapp.

I sommernøttene var det også inkludert en annen vri på samme tema, knyttet til observasjoner av nærliggende fjelltopper mot havets horisont. Løsningen her henger nøye sammen med at horisonten er om lag 0,24° under horisontalplanet når en står på en knaus 54 m over havet. For videre detaljer henvises det til fulle løsninger tilgjengelige med link fra websiden: *www.fys.uio.no/~arntvi.*

Selv om jordas midlere radius ($6,37 \cdot 10^6$ m) ikke kan beregnes med stor presisjon med noen av de angitte metodene, kan den likevel bestemmes med en nøyaktighet på ca. 20 % eller bedre. Og det er vel ikke så verst det heller, tatt i betraktning de enkle midlene vi har brukt!

Arnt Inge Vistnes

∞

FFVT 3/00

a) Langs en bilrundbane er plassert n bensindepoter i ulike avstander. Totalmengden av bensin i alle depotene til sammen er akkurat nok for en hel runddtur. Vis at uansett hvordan bensinen er fordelt på depotene så kan en starte ved ett bestemt depot med tom tank, fylle opp, og kjøre rundt hele banen idet en fyller ved de depotene som passeres undervegs.

b) I dag har både barnebarnet mitt og jeg fødselsdag, og dette er den sjette fødselsdagen på rad at min alder er et heltallig multiplum av barnebarnets alder. Hvor gammel er jeg?

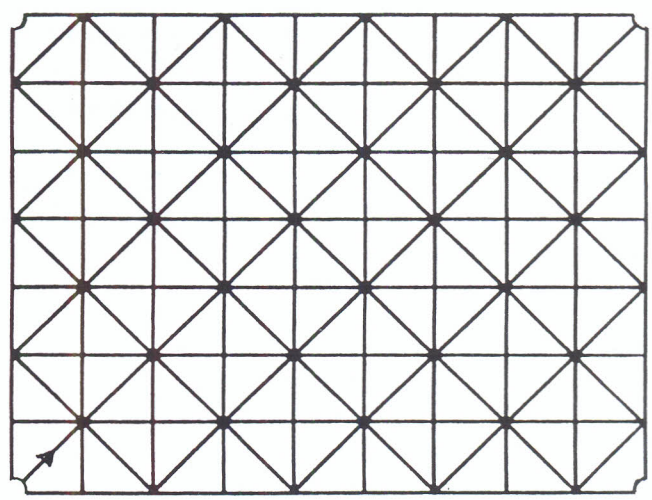
Løsning FFVT 2/00

Et fullstendig friksjonsløst biljardbord med lengde 3,60 m og bredde 2,80 m, har et lite hull i hvert hjørne, og kollisjoner med vantet ble forutsatt elastiske. Spørsmålet gjaldt skjebnen til en biljardball som starter nær det nederste venstre hullet under 45° med sidene: Vil ballen fortsette i all evighet, eller vil den havne i et av hullene? Og i så fall i hvilket hull?

For at ballen skal havne i et hull må den ha gått lengden av bordet et heltallig antall (N) ganger, og likeledes bredden et heltallig antall (M) ganger. Siden ballen avanserer like meget i lengde som i bredderetning, må vi ha

$$M = \frac{3,60 \cdot N}{2,80} = \frac{9N}{7}.$$

Den minst mulige verdi som gjør M heltallig er $N = 7$, som gir $M = 9$. Da både 7 og 9 er odde tall, vil ballen havne i hjørnet som ligger *diagonalt motsatt* starthjørnet.



En alternativ løsningsmetode består i å dekke bordet med ruter på 40 × 40 cm, som figuren viser. Da kan en lett følge ballens bane fram til øverste høyre hjørne.

∞

Nytt fra NFS

FYSIKERMØTET 2000

Fysikermøtet ble i år arrangert av Institutt for fysikk, Universitetet i Tromsø, 16–17. juni. Som så ofte før var møtet i Tromsø en spesiell opplevelse der sosiale aspekter og uformelle samtaler gav viktige bidrag til suksessen. Ikke minst vil festmiddagen i lavvo i Ramfjordbotn huskes for god stemning og mange mer eller mindre tradisjonelle joiker.

Et viktig bidrag til fysikermøtene er plenumsforedragene som skal dekke fagbehovene for en bred forsamling. Olav Kjeldseth-Moe fortalte oss om *"SOHO Reveals the Secrets of the Sun"*, Gerrit Kroesen holdt et foredrag om *"Dust in plasmas: dirt or diamond?"* og Mogens Rysholt Poulsen avsluttet med *"Integrated optics – and its use in optical telecommunication"*. I tillegg til dette ga Alfred Hanssen oss en presentasjon av fysikkvirksomheten i Tromsø.

Mange så fram til debatten med tittel "Evaluering og utfordringer. NFR-evalueringen av norsk forskning i fysikk"; men kanskje mest til selve evalueringsrapporten. Noralv Bjørnå (UiT) ledet debatten, hvor Gaute Einevoll (NLH), Jakob Stamnes (UiB), Jan Trulsen (UiO), Asle Sudbø (NTNU og NFyR) og Tone Vislie (NFR) var paneldeltakere. I og med at rapporten var rykende fersk, så ble dette dokumentet hyppig smuglest i korridorene under møtet. Debatten favnet mange sider av rapporten; noen reagerte på den personlige stilen i rapporten, andre påpekte mulighetene for feil og stilte spørsmål om kvalitetssikringen var god nok før utsendelse. Det ble påpekt at rapporten er meget detaljert og det vil kreves mye arbeid for å kunne trekke ut hovedlinjer som kan brukes for videre arbeid. Det er nok også ujevnt detaljnivå og evalueringsstil innen forskjellige deler av rapporten.

Hovedkonklusjonen var at denne rapporten bør betraktes som et utgangspunkt for videre arbeid. Den bør nå kvalitetssikres, og miljøet må rette opp åpenbare feil. Instituttene og/eller NFyR vil måtte være sentrale i å trekke ut hovedlinjene i rapporten slik at den kan brukes til å forbedre norsk fysikk og samtidig ta vare på og styrke de miljøene som er bra. Det er mange grunner til at denne prosessen er viktig. Aldersprofilen av norske fysikere som gir mange naturlige avganger om kort tid, endringer i universitetssystemer og finansiering, økte muligheter for post.doc.-stillinger osv, vil bidra til å endre norsk fysikk vesentlig over de neste 10 år.

De siste tre årene har man lagt vekt på å invitere deltakerne på Fysikermøtet til å holde foredrag om det de gjør. I år ble det holdt ca. 30 foredrag, de fleste av studenter som fortalte om sine forskningsprosjekter. I hver sesjon ble beste kvinnelige og mannlige studentforedrag valgt ut av en upartisk, eneveldig, en-personskomité. På slutten av møtet ble to av disse studentene trukket ut for å dra til *XV International Conference for Physics Students* i Zadar, Kroatia. De to utvalgte, Randi Valestrand og Kjellmar Oksavik, vil skrive om sine erfaringer i et senere nummer av FFV.

Norsk Hydros Birkelandpris i fysikk ble utdelt for andre gang. Prisen gis for fremragende norsk forskning innen fagområdet fysikk. I år gikk prisen til professor Asle Sudbø ved NTNU, for hans arbeider innenfor teorien for elektroniske og magnetiske egenskaper til høytemperatursupraledere. Priskomiteen fremhevet spesielt Sudbøs arbeider over egenskapene til systemet av kvantiserte flukslinjer i type-II supraledere. Dette omfatter både analytiske beregninger og simuleringer. flukslinjegitteret initieres av topologiske eksitasjoner i form av virvelløkker. Sudbø viser at uten magnetfelt er det også virvelløkker som driver faseovergangen mellom supraledende og normal tilstand – et helt nytt bilde av denne viktige faseovergangen. Prisvinneren holdt foredrag om sine arbeider og ble behørig hyllet.

Årsmøtet i NFR ble holdt tidlig lørdag morgen, men fremmøtet var likevel meget godt. Referat fra årsmøtet følger nedenfor.

Professor Kristian Fossheim ønsket til slutt alle velkommen til Fysikermøtet 2001 i Trondheim. NFS tar sikte på å lage et nytt stort møte i Trondheim, og det nye formatet er omtalt i referatet fra årsmøtet.

Vi som deltok i Tromsø ønsker å takke arrangørkomiteen ved UiTø, og særlig Olav Gaute Hellesø, for en meget stor innsats og et flott program.

Steinar Stapnes

∞

ÅRSMØTET 2000

Forkortet referat

Fullstendig referat finnes på NFSs internettsider:
http://www.fys.uio.no/nfs

Årsmøtet i Norsk Fysisk Selskap ble holdt på Polarmiljøsenteret, Tromsø, 17. juni, ledet av presidenten. Ca. 45 medlemmer var til stede.

Sakliste:

1. Godkjenning av inkalling og saksliste
2. Årsmelding
3. Regnskap og budsjett for NFS, NFL og FFV
4. Valg
   - President (2 år)
   - Styremedlem (2 år)
   - Varamedlem (2 år)
   - Revisor med vara for NFS (1 år)
   - Revisor for FFV (1 år)
   - 3 medlemmer til valgkomité (1 år)
5. Faggruppeinndeling
6. Fysikermøtets form og Fysikermøtet 2001
7. Medlemskontingent, økonomi
8. Eventuelt

Sak 1

Innkalling og saksliste ble godkjent.

Sak 2

S. Stapnes orienterte om årsmeldingen og NFSs viktigste prosjekter i året som gikk. Årsmeldingen ble godkjent uten innvendinger.

Sak 3

Stapnes presenterte regnskap og budsjett for både NFS, Norsk Fysikklærerforening og Fra Fysikkens Verden. NFSs inntekter i 1999 var ca. 427 300 kr, og utgiftene var ca. 332 900 kr.

Renteinntektene er gode nok til at Undervisningsfondet holder seg tilstrekkelig stort.

Norsk Hydro godtok at vi delte ut en pris i 2000, for så å vente til 2002 for at ikke alle de tre prisene skal deles ut samme år.

Budsjettet for 2000 er satt opp med et lite underskudd.

Sak 4

Valgkomiteen har bestått av Tore Amundsen (UiO), Anne Grete Frodesen (UiB) og Johannes M. Hansteen (UiB). Amundsen presenterte valgkomiteens innstilling til NFSs styre og revisjon:

President Steinar Stapnes (UiO)
Styremedlem Cecilia Futsæther (NLH)
Varamedlem Inge Røeggen (UiTø)
Revisor (NFS) Bjørn Berre (NLH)
Revisor (FFV) Bjørn Slagsvold (Telenor FoU)
Vararevisor Geir Helgesen (IFE)

Innstillingen ble enstemmig vedtatt.

Det ble påpekt at også varamedlemmer bør få tilsendt alle sakspapirer.

Stapnes la fram forslag til valgkomité:

Anne Grete Frodesen (UiB)
Tore Amundsen (UiO)
Randi Holmestad (NTNU)

Denne komiteen ble enstemmig valgt.

Sak 5

Stapnes orienterte om bakgrunnen for omlegging av faggrupper i Selskapet. Hovedgrunnene er:

- liten kontakt mellom styret og faggruppene
- liten representasjon i styret fra faggruppene ved saker der medlemmene må mobiliseres
- nytt format på fysikermøtet
- arbeid med synlighet av fysikk i samfunnet

Det ble referert til et møte med gruppelederne og høringer via e-post til medlemmene. Tilbakemeldingene har stort sett vært positive, og innvendingene er i hovedtrekk tatt hensyn til. Av kommentarer på årsmøtet kan nevnes:

- Astrofysikerne har tilknytning både til gruppe 1 og 5, men har valgt å være i gruppe 1
- Navnet på gruppe 6 er uheldig
- Navnene på gruppene kan endres om ønskelig
- Det er viktig at gruppeinndelingen kan endres hvis det oppstår problemer
- Nettverk for kvinner i fysikk er uendret
- Det var en diskusjon om hvilken tilknytning hvert medlem skal ha til de ulike gruppene. Styret har foreslått at det skal være som før.
- Det ble foreslått å ha en studentrepresentant fra NoFFo som observatør i styret.

Følgende forslag om ny inndeling i faggrupper ble lagt fram for avstemming, og vedtatt enstemmig:

1. Subatomær fysikk og astrofysikk
2. Kondenserte faser, med atomfysikk
3. Biofysikk
4. Akustikk og optikk
5. Rom-, plasma- og klimafysikk

6. Industri- og energifysikk
7. Undervisning og formidling

For å øke kontakten med faggruppene, ønsket styret å endre statuttene slik at alle gruppelederne blir medlemmer av styret i tillegg til president, visepresident og to styremedlemmer. Styret påpekte at det formelt var vanskelig å gjøre dette i årsmøtet. B. Berre foreslo at statuttendringer utsettes til neste år, men at gruppelederne får observatørstatus i styret allerede på neste styremøte. Dette ble enstemmig vedtatt.

Sak 6
Det ble lagt fram forslag om at det annethvert år arrangeres et stort fysikermøte hvor faggruppene har sine møter tilknyttet et fellesmøte. Årene mellom vil det være mindre fysikermøter. Komiteen for et stort fysikermøte i Trondheim i 2001 er:

- Bjarne Stugu, UiB (gr. 1)
- Unni C. Oxaal, NLH (gr. 2)
- Erik Pettersen, UiO (gr. 3)
- Ulf Kristiansen og Anne Borg, NTNU (gr. 4)
- Jøran Moen, UNIS/UiO (gr. 5)
- Tore H. Løvaas, NTNU (gr. 6)
- Anders Isnes (gr. 7)

Sak 7
Følgende kontingenter fom. 2001 ble foreslått, og vedtatt enstemmig:

- Medlem NFS, 270 kr
- Medlem student/pensjonist NFS, 135 kr
- Familiemedlemsskap NFS, 360 kr
- Medlem NFS/NFL, 300 kr
- Medlem student/pensjonist NFS/NFL, 150 kr
- Familiemedlemsskap NFS/NFL, 400 kr

Sak 8
Thormod Henriksen ble utnevnt som æresmedlem for sin store innsats som president 1991–1998.

Presidentet takket alle for fremmøtet.

Steinar Stapnes *Heidi Bruvoll*

∞

Nye medlemmer 16. juni 2000:

Britta Grennberg Fismen
SINTEF ECY, Avd. for optiske målesystemer og data,
Pb. 124 Blindern, 0314 Oslo

Øyvind Jakobsson
Birkelandsgt. 24, 4012 Stavanger

Henning Arendt Knudsen
Kaptein Roosens vei 31, 7020 Trondheim

Kai de Lange Kristiansen
10B-866 Kringsjå, Sognsvn. 218, 0864 Oslo

Elisabeth Lembach-Beylegaard
Bryns patentkontor AS, Pb. 765, Sentrum, 0106 Oslo

Bjørnar Lund
Siriusgate 15, 4021 Stavanger

Per Erik Skogh Nilsen
C.J. Pettersens vei 5, 1715 Yven

Farid Ould-Saada
Fysisk institutt, Pb. 1048 Blindern, 0316 Oslo

Dieter Røhrich
Fysisk institutt, UiB, Allégaten 55, 5007 Bergen

Ronny Sletteng
Hasleskogvn. 14D, 3229 Sandefjord

Tor Stenstad
Hagakollen 3, 1387 Asker

Heidi Kristine Toft
Hamlanders vei 7, 2406 Elverum

Morten Trudeng
Fagerhøyv. 2C, 1320 Stabekk

∞

Hva skjer

Bjørn Wiik professorat

Universitetet i Hamburg har opprettet et *Bjørn Wiik professorat i akseleratorfysikk*, oppkalt etter den kjente norske fysikeren Bjørn Wiik som gikk bort i 1999. En omtale av Bjørn Wiik og hans faglige meritter er gitt i Fra Fysikkens Verden **61**, 40, 1999. Professoratet er utlyst i CERN Courier **40**, July/August 2000.

∞

C-BLAD

Returadresse:
Fra Fysikkens Verden
Fysisk institutt, Universitetet i Oslo,
Boks 1048 Blindern, 0316 Oslo

Retningslinjer for forfattere

Fra Fysikkens Verden utgis av Norsk Fysisk Selskap og sendes til alle medlemmer. Disse er vanligvis utdannet fra universiteter og høgskoler med fysikk i sine fagkretser. Men andre kan også abonnere på bladet, og blant disse er elever og biblioteker ved videregående skoler. Bladet gis ut fire ganger i året, i mars, juni, oktober og desember. Tidsfristene for stoff er hhv. 1. februar, 1. mai, 1. september og 1. november. Opplaget er f.t. 1900.

FORMÅLET MED FFV er å gi informasjon til alle med interesse for fysikk, og tidsskriftet ønsker å bygge bro mellom forskere, fysikklærere, studenter og andre interesserte. Ikke minst ønsker FFV å være til hjelp for elever og lærere i vieregående skoler og andre undervisnigsinstitusjoner. Dette krever at artikler og annet stoff er skrevet på en lett og forståelig måte på norsk uten unødig bruk av spesielle faguttrykk og matematikk. Faguttrykk som må brukes må defineres, og matematikken bør være forståelig for vanlige fysikkstudenter. En mindre eksakt verbal form er oftest å foretrekke, men det må brukes standard begreper og enheter. Husk at artiklene i FFV primært skal gi oversikt og informasjon til dem som er utenfor det aktuelle fagfeltet. Artikler som bare kan leses med utbytte av en snever faggruppe, har ingen plass i bladet. Alt stoff blir vurdert redaksjonelt, og redasjonen forbeholder seg rett til å foreta mindre endringer.

MANUSKRIPTER leveres fortrinnsvis på diskett eller som e-post, med papirutskrift i tillegg. Diskettene må merkes med hvilket operativsystem/tekstbehandlingsprogram som er brukt. Manus kan også leveres maskinskrevet med dobbelt linjeavstand.

ARTIKLER bør ikke være lengre enn 6 sider med trykt tekst. Større avsnitt i teksten bør markeres med undertitler. Referanser kreves ikke, men det er ønskelig med en liste over lett tilgjengelig tilleggstoff.

SMÅSTYKKER: bokomtaler, skolestoff, møtereferater, nekrologer etc. mottas gjerne, men de bør ikke være lengre enn 1–2 sider.

DOKTOROMTALER trykkes gjerne, men bør begrenses til ca 0,5 sider inkludert bilde.

ILLUSTRASJONER er en svært viktig del av en artikkel. Legg derfor mye omtanke i figurene og bruk norsk teksting. Figurene vil som regel bli trykket i svart/hvitt. Bare i helt spesielle tilfeller kan figurer trykkes i farger, av økonomiske grunner. Figurene bør helst være i omtrent dobbelt format, og de må ikke være rastrerte. Alle figurer og bilder må merkes tydelig.

Det skal refereres til figurer og tabeller i teksten, og ønsket plassering bør markeres. Hvis forfatterne selv ikke har laget figurene, skal opprinnelsen oppgis. Forfatterne må selv innhente tillatelse til bruk av slike illustrasjoner.

FORSIDEBILDER velges som regel i tilknytning til en artikkel. De må være teknisk gode og kan trykkes i farger.

KORREKTUR: Forfatterne får tilsendt korrektur som må returneres snarest, og det må ikke gjøres unødige endringer i korrekturene.

GRAFISK PRODUSKJON OG TRYKK: OSLO SATS, REPRO & MONTASJE A/S

Norsk Fysisk Selskap

STYRE

President:
Professor Steinar Stapnes
Fysisk inst., Univ. Oslo.
E-post: steinar@fys.uio.no

Visepresident:
Professor Kristian Fossheim
Inst. for fysikk, NTNU, Trondheim.

Styremedlemmer:
Førsteaman. Olav Gaute Hellesø
Inst. for fysikk, Univ. Tromsø.
Førsteaman. Jan Petter Hansen
Fysisk inst., Univ. Bergen.
Førsteaman. Anders Isnes
ILS, Univ. Oslo.

Selskapets sekretær:
Rådgiver Heidi Bruvoll
Fysisk institutt, Universitetet i Oslo,
Boks 1048 Blindern, 0316 Oslo.
Tlf.: 22 85 64 26, Fax.: 22 85 64 22
E-mail: heidi.bruvoll@fys.uio.no
Postgiro: 0802 5883889
Bankgiro: 5102.05.42806

Fra Fysikkens Verden

Redaktører:
Professor Øivin Holter
Professor Finn Ingebretsen
Fysisk inst., Univ. Oslo.

Redaksjonssekretær:
Overingeniør Karl Måseide
Fysisk inst., Univ. Oslo.

Redaksjonskomité:
Professor Noralv Bjørnå
Inst. for fysikk, Univ. Tromsø.
Professor Anne Grete Frodesen
Fysisk inst., Univ. Bergen.
Lektor Ingerid Hiis Helstrup
Langhaugen skole, Bergen.
Professor Per Chr. Hemmer
Inst. for fysikk, NTNU, Trondheim.
Professor Egil Leer,
Inst. for teor. astrofysikk, Univ. Oslo.

Ekspedisjonens adresse:
Fra Fysikkens Verden
Fysisk institutt, Universitetet i Oslo,
Boks 1048 Blindern, 0316 Oslo.
Tlf.: 22 85 64 28
Fax.: 22 85 56 71 / 22 85 64 22
E-post:
oivin.holter@fys.uio.no
finn.ingebretsen@fys.uio.no
karl.maseide@fys.uio.no
Postgiro: 0532 1448307
Bankgiro: 6094.05.40227

Fra Fysikkens Verden kommer ut 4 g. årlig.
Abonnement kan tegnes fra ekspedisjonen.
Årsabonnement 120 kr. (Studenter 60 kr.)
Løssalg 40 kr. pr. nummer.