Fra Fysikkens Verden

Nr. 1 – 2006
68. årgang

Utgiver:
Norsk Fysisk Selskap

Redaktører:
Øivin Holter
Finn Ingebretsen

Redaksjonssekretær:
Karl Måseide

Innhold

Anna Lipniacka:
LHC, en lykt i mørk materie. 6
Arnt Inge Vistnes:
Farlig kontakt med TV. 12
Fra Redaktørene 2
FFV Gratulerer 2
Erik Eriksen
Kristian Fossheim
Asle Sudbø
Jo Smiseth og Eivind Smørgrav
Indeks 2005 13
Bokkronikk 20
Kragh: Naturvidenskab i 1000 år
Bokomtale 23
Einevoll/Newth: Naturens kode
Nye Doktorer 24
Ph.D. Terje Brundtland
Dr.scient. Robert Jenssen
Dr.scient. Rolf Vegar Olsen
Dr.scient. Marit Sletmoen
Dr.ing. Eivind Smørgrav
Trim i FFV 27
Nytt fra NFS 27
Nye medlemmer

Fra byggingen av ATLAS-detektoren ved CERN
(Se artikkel om LHC)

ISSN-0015-9247

Fra Redaktørene

Fra Fysikkens Verden har et langt liv bak seg, og har nå passert den normale pensjonsalder for sine skribenter og lesere. I 68 år har norske fysikere med entusiasme presentert sine fag for leserne. Bladets pionérer var fremsynte og forstod hvor viktig dette var i opplysningens tjeneste.

Bidragsyterne har vært mange. I stor grad har de kommet fra universitetsmiljøene, og på denne måten har også FFV kunnet bidra til at forfatterne har oppfylt ett av de tre leddene i Universitetenes formålsparagraf, formidling av forskning.

Vi må imidlertid innrømme at popularisering, enkelte priser til tross, har vært det lavest prioriterte ledd i formålsparagrafen. Jakten på faglig prestisje, og ikke minst opparbeidelse av en CV som gir den best mulige posisjon i konkurransen om det stadig minkende antall faste stillinger, har nok vært en viktig årsak til denne prioriteringen.

Populær formidling er ikke enkelt. I dag er profesjonelle media mest fokusert på stoff fra forskningsmiljøene som har entydige og helst oppsiktsvekkende resultater å vise til. Til og med terminologien er sterkt preget av det, samtidig som ordet "forskere" eller "ny forskning" flittig brukes som "trikinstempel" på "populariseringsflesket".

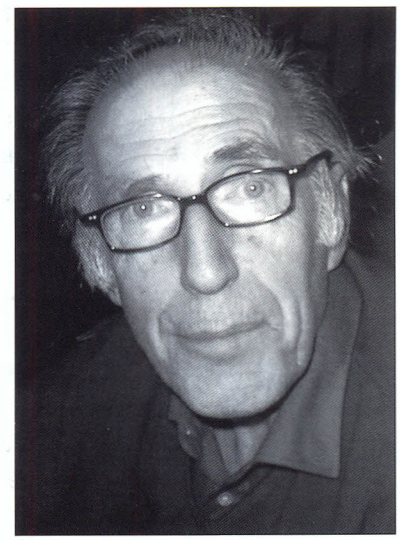
Universitets- og forskningsmiljøene er samtidig blitt gjenstand for en politisert omstrukturering som ytterligere fører til en nedprioritering av formidling. Nå er vitenskapelige tidsskrift rangert slik at bare publisering i noen få gir maksimal uttelling i de statistikker som et stadig voksende byråkrati produserer. Vi har fått "*et system for rapportering av data for vitenskapelig publisering basert på bruk av bibliografiske data og autoritetsregistre. Rapporteringen inngår i en ny modell for resultatbasert omfordeling av forskningsmidler til universiteter og høgskoler og erstatter den "gamle" modellen.*"

I denne situasjonen vil FFVs redaksjon be alle våre gode bidragsytere om fortsatt å se populær formidling av stoff fra vitenskapens verden som en viktig oppgave. En publikasjon i FFV gir ikke kreditt i produksjonsstatistikken, men den kan tenne en faglig gnist hos en ung leser – og i den store sammenheng er det kanskje det viktigste.

∞

FFV Gratulerer

Erik Eriksen 80 år



Den 17. januar i år fylte professor Erik Eriksen 80 år. Han har arbeidet ved Universitetet i Oslo nesten hele sitt yrkesaktive liv, dels ved Institutt for teoretisk fysikk i den perioden dette var et eget institutt, og senere ved Fysisk institutt. Det var der han studerte og utførte sitt hovedfagsarbeid, og hvor han senere ble ansatt som universitetstipendiat, lektor, dosent og senere professor.

Det er teoretisk fysikk som har vært han arbeidsfelt, og hans arbeid har spent over mange deler av fysikken. I begynnelsen var det kvantemekanikk og kvantefeltteori han arbeidet med, og under denne perioden oppholdt han seg som stipendiat ved CERN, som da hadde sin teoriavdeling i København. Senere ble det den klassiske fysikken som sto i fokus for Eriksens faglige interesse. Fremdeles er han faglig aktiv og publiserer arbeider innen dette feltet.

Under sin København-periode arbeidet Eriksen med kvantefeltteoretiske spørsmål, spesielt vakuum polarisasjonens effekt i proton protonkollisjoner, og på denne tiden hadde han et fruktbart samarbeid med L.L. Foldy. Samarbeidet førte over i problemstillinger omkring transformasjoner på Diracligningen, hvor elektroner i ytre felt kan beskrives ved en to-komponent-formalisme der bare positive energitilstander inngår. Dette omtales som Foldy Wouthuysentransformasjoner, men kunne kanskje vel så gjerne kalles Eriksen-transformasjoner, siden

Eriksen viste hvordan slike transformasjoner kunne føres over på en elegant, lukket form. Spesielt er dette vakkert i det viktige tilfellet med elektroner i magnetfelt.

Den klassiske fysikk, med analytisk mekanikk, relativitetsteori og elektromagnetisk strålingsteori, har vært i fokus for Eriksens arbeid over en årrekke. I første omgang var dette motivert av undervisningen, hvor emnene Klassisk teoretisk fysikk I og II ga innføring i disse sentrale deler av fysikken. Eriksens forelsninger av disse emnene var kjent for sitt presise og velformulerte innhold, og det er mange av hans tidligere studenter som har omtalt den inspirerende virkning Eriksens forelesninger har hatt på dem. Mange har sett på ham som instituttets beste foreleser. Hans undervisning hadde alltid en estetisk side der Eriksen vektla den logiske oppbygningen av teorien og illustrerte den med lærerike anvendelser. En rekke av hans hovedfagsstudenter har gjennom årene nytt godt av Eriksens klare og analytiske tilnærming til fysikken og til de gode forslag til hovedoppgaver han har gitt sine studenter.

Eriksens dype interesse for klassisk teoretisk fysikk gjorde at denne delen av fysikken også ble hans forskningsområde. Han har samarbeidet med sin kollega Kjell Vøyenli på en rekke problemer i klassisk fysikk, og i senere år er Øyvind Grøn blitt en hovedsamarbeidspartner. Et spørsmål som har vært sentralt i deres forskning gjelder stråling fra akselererte ladninger i tyngdefelt, og i denne sammenheng har en grundig analyse av strålingsfenomenet resultert i en serie av publikasjoner i *Annals of Physics*, som samlet løper opp i mer enn 200 sider.

Eriksen er i en alder av 80 år fortsatt en aktiv fysiker og et aktivt friluftsmenneske. De ambisjoner han alltid har hatt i sin forskning og undervisning er fortsatt til stede. Det gjelder ikke bare å regne seg dypere inn i fysikken, men å bringe klarhet i de fysiske fenomener ved å forenkle og anskueliggjøre dem.

Øyvind Grøn
Hallstein Høgåsen
Jon Magne Leinaas

∞

Kristian Fossheim 70 år

Professor i teknisk fysikk ved Institutt for fysikk, NTNU, Kristian Fossheim, fylte 70 år 4. desember 2005. Fossheim ble ansatt ved NTH (nå NTNU) i 1970, og har vært professor siden 1980, da han ble utnevnt i professoratet etter Sverre Westin.

Fossheim sin forskning har i hovedsak dreid seg om kritiske fenomener og superledning. Han startet sin karriere ved Fysisk institutt ved Universitetet i Oslo, der han utførte de aller første målinger av Fermi-flaten i aluminium i konkurranse med Kamm og Bohm i USA. Tidlig i karrieren, under et forskningsopphold ved University of Maryland, utførte han uhyre presise målinger av ultralyd-attenuasjon i niobium, og senere gjentok han dette for aluminium. Til dags dato står disse målingene som noen av de mest presise som er gjort av slike målinger, og er prominent sitert i Michael Tinkham sin klassiske lærebok *"Introduction to Superconductivity"*.

På slutten av 1960-tallet og tidlig på 1980-tallet, var Fossheim sterkt involvert i målinger på kritiske fenomener i strontium-titanat, et perovskitt material som lenge etterpå ble høyaktuelt som funksjonelt oksid. Fossheim var en av foregangsmennene på slike målinger. Han var den første til å påvise at den strukturelle faseovergangen i strontium-titanat faktisk representerte et kritisk fenomen. Dette arbeidet ble publisert i 1969 sammen med Bjørn Berre og den senere nobelprisvinneren Karl Alex Müller i Zürich. Utover på 1970-tallet, ved NTH, fulgte så utførlige målinger av ultralyd-attenuasjon i dette materialet. Særlig sammen med Rune Holt, utviklet Fossheim utover på 1970- og 80-tallet nye metoder for akustisk

generering av ultralyd, og var den første til å måle dynamiske kritiske eksponenter i KMnF_3, et perovskitt-material som er mye studert i forbindelse med strukturelle faseoverganger. I samme periode utviklet man i hans forskningsgruppe også den første datamaskinovervåkede måling av spesifikk varme. I 1977 ble Fossheim tildelt Fridtjof Nansens belønning for yngre forskere, og i 1988 fikk han EB Norsk Kabels jubileumsgave.

Gjennom sitt tunge engasjement i NTVA, var Fossheim en viktig person for å få til en evaluering av norsk faststoff-fysikk på slutten av 1980-tallet, og for å få etablert det såkalte Materialprogrammet. Selv om de midlene som da ble stilt til rådighet er beskjedne etter dagens standard, representerte de en betydelig hevning av bevilgningene den gang. Som institusjonsbygger har Fossheim markert seg som en av arkitektene bak etableringen av SINTEF sin avdeling for anvendt fysikk i Trondheim. Et ledemotiv for ham her var å bringe norsk industri i kontakt med forskningen innen kondenserte fasers fysikk. Siden 1987 har han fokusert sin forskning på høy-Tc superledere, og har publisert en lang rekke arbeider innen dette feltet.

Fossheim har også utdannet et utall hovedfags- og diplom- studenter, og ikke mindre enn 16 doktorer, noe som vel er nær norgesrekord. Han har det siste ti-året også engasjert seg sterkt i formidling av forskning og kulturhistorie i massemedia, og har hatt en rekke opptredener i NRK, både i radio og fjernsyn. For dette er han tildelt Sogn og Fjordane Fylkes Målpris 1989, samt Allforskprisen for fremragende formidling, av Trondheim kommune i 2003. Alt dette peker på noe som har vært ett av Fossheim sine hovedanliggender igjennom hele sin karriere, nemlig det å bringe fysikken ut i samfunnet.

Fossheim er innvalgt medlem i Norges Tekniske Vitenskaps Akademi, Det Kongelige Norske Videnskabers Selskab, og Det Norske Videnskabs-Akademi. At han akter å engasjere seg faglig selv om han nå formelt er i pensjonistenes rekker, forteller det faktum at han nylig har påtatt seg vervet som visepreses i Det Kongelige Norske Videnskabers Selskab, med klare visjoner om hva hans bidrag i det eldste norske vitenskapsakademiet kan være. – *Vi gratulerer!*

Asle Sudbø

∞

Møbiusprisen 2005 til Asle Sudbø

Professor Asle Sudbø, Institutt for fysikk, NTNU, mottok Forskningsrådets Møbiuspris ved den årlige tilstelningen "En fremragende aften" i Oslo Konserthus, den 23. november 2005. Prisen ble overrakt av kunnskapsminister Øystein Djupedal.

Møbiusprisen er på 500 000 kroner i tillegg til skulpturen "Møbius" av Åse Texmon Rygh. Kandidater til prisen kan foreslås fra alle fag og disipliner, og konkurransen er meget stor. Ved vurderingen legges det vekt på at kandidatens forskning har høy nasjonal og internasjonal kvalitet og standard.

"Professor Asle Sudbø er en usedvanlig kreativ og produktiv teoretisk fysiker. Han har blant annet utviklet nye grunnleggende teorier for de magnetiske egenskapene i høytemperatur superledere, og bidratt til å revolusjonere hele vår forståelse av fenomenet superledning", sa kunnskapsministeren.

Superledning ble oppdaget allerede i 1911 av den nederlandske fysikeren Heike Kamerlingh-Onnes. Den første kvantefysiske teorien for superledning ble publisert i 1957 av John Bardeen, Leon Cooper og John Schrieffer ("BCS- teorien"). Det neste store fremskrittet kom i 1986, da Johannes Georg Bednorz og Karl Alexander Müller oppdaget høytemperatur superledere.

Det viste seg at de magnetiske egenskapene til høytemperatur superledere var helt anderledes enn i lavtemperatur superledere, og det var på dette området Asle Sudbø først gjorde seg bemerket. I en av forskningsfeltets mest siterte artikler viste Sudbø og medarbeidere hvordan strenglignende magnetiske flukslinjer, kalt vortexlinjer, som danner et aggregat med spesielle styrkeegen-

LHC, en lykt inn i mørk materie

Anna Lipniacka *

Sommeren 2007 begynner Large Hadron Collider (LHC) å kollidere protonstråler ved massesenterenergier på 14 TeV (14×10^{12} eV), mer enn en faktor 10 høyere enn tidligere oppnådd. Den er plassert i den 27 km lange underjordiske tunnelen hvor Large Electron Positron collider (LEP) var i drift til år 2000. LHC er en del av akseleratorkomplekset til CERN, det europeiske laboratoriet for partikkelfysikk, ved den fransk-sveitsiske grensen nær Genève.

De som deltok ved Fysikermøtet i Ulvik,[1] eller har lest den utmerkede artikkelen av Øystein Elgarøy om det antropiske prinsipp,[2] trenger ikke å bli overbevist om at fysikk er "dronningen" blant de eksperimentelle vitenskaper. Fysikk angår hele 100 % av universets innhold, mens bare 5 % av det er ordinær materie, og derved underlagt kjemien. Den såkalte kalde mørke materien utgjør nærmere 25 % av innholdet, resten er den enda mer mystiske mørke energien.

Mørk materie består av tunge, usynlige partikler som vekselvirker med ordinær materie enda mindre enn hva nøytrinoene gjør. Men den påvirkes av gravitasjonskreftene, og var sannsynligvis ansvarlig for dannelse av storskalastrukturer i universet. VIRGOHI 21, som nylig ble oppdaget,[3] er en mørkmateriegalakse, hvor ordinær materie bare utgjør 0,1 %. I de fleste galakser, inkludert vår egen, er tettheten av mørk materie 10 ganger høyere enn tettheten av ordinær materie. Stjernene i vår galakse ville fly fra hverandre hvis ikke den mørke materien holdt dem sammen med tyngdekraften. Den lokale tettheten av mørk materie er omtrent 0,3 protonmasser per cm^3. En kaffekopp inneholder omtrent 5 partikler mørk materie. Men koppen inneholder samtidig rundt 2×10^{28} protoner og nøytroner, hvis den er fylt med kaffe! Dette illustrerer problemet med å studere mørk materie her på jorden. Likevel, siden så mye mørk materie ble skapt i "Det store smellet", kan vi kanskje også skape mye av den hvis vi gjenskaper liknende forhold.

Å gjenskape energitettheter som er tilstrekkelige for å produsere mørk materie, er en av hensiktene med LHC. Hvileenergien til et proton er 938 MeV. For å få en slik energi må et *elektron* bli akselerert i et potensialfall på 938 millioner volt! Et proton i LHC-strålen vil ha en energi på 7000 GeV, 7500 ganger mer enn hvileenergien. Hvis LHC-protoner skulle "kappløpe" med en lysstråle til månen, ville de ankomme bare 2,7 meter etter. Strålene vil bestå av bunter med rundt 10^{11} protoner i hver, og de kolliderer 40 millioner ganger i sekundet i flere punkt. Energien som lagres i strålen er nær 10^8 Joule, som er nok til å fordampe 300 kg vann.

Tre detektorer bygges for å studere proton protonkollisjoner, to av dem for generelle formål: ATLAS (A Toroidal LHC ApparatuS) og CMS (Compact Muon Spectrometer), samt en mer spesialisert, LHCb, for å studere spesielt fysikken til b-kvarker. Den fjerde detektoren, ALICE, vil studere kollisjoner mellom tunge ioner. Stråler av tunge atomkjerner (ioner) vil fra det tredje året av oppta rundt 15 % av maskintiden. Norske grupper er aktive i ATLAS og ALICE-kollaborasjonene. Fysikkprogrammene til ATLAS og ALICE er nokså forskjellige. Denne artikkelen omtaler fysikken ved proton protonkollisjoner.

Detektorbyggingen går raskt framover. Forsidefiguren viser hvordan ATLAS-detektoren fyller opp den storslåtte underjordiske "hulen". Store deler av detektoren er allerede på plass og under testing med myoner fra kosmisk stråling.

For å undersøke små strukturer og produsere nye partikler, trenger man høy energi i elementære kollisjoner. Men protonene er ikke elementære, og kollisjoner mellom deres bestanddeler, kvarker og gluoner, vil finne sted. Disse bestanddelene har i gjennomsnitt mye mindre energi enn protonet, slik at genuine høyenergikollisjoner er mindre sannsynlige. Derfor trenges mange kollisjoner. Flere proton-protonkollisjoner vil inntreffe hvert 25. nanosekund (ns). Ekstremt kort

*Institutt for fysikk og teknologi, Universitetet i Bergen

tid mellom påfølgende stråleveksel virkninger stiller ekstreme krav til detektorteknologien, og til lokal dataoverføring og lagring. Hvert 25. ns vil en strøm av partikler produsert i en strålekollisjon, strømme gjennom detektoren med hastigheter nær lysets, mot detektorens ytre deler. Men før partiklene fra en kollisjon når de ytre delene, vil en ny strøm av partikler komme fra neste kollisjon. Elektronikken i detektoren må korrekt kunne assossiere signaler med de riktige kollisjonene. Pikseldetektoren, som er den mest granulære detektoren i ATLAS, gir 80 millioner bit med informasjon per kollisjon, som må behandles korrekt!

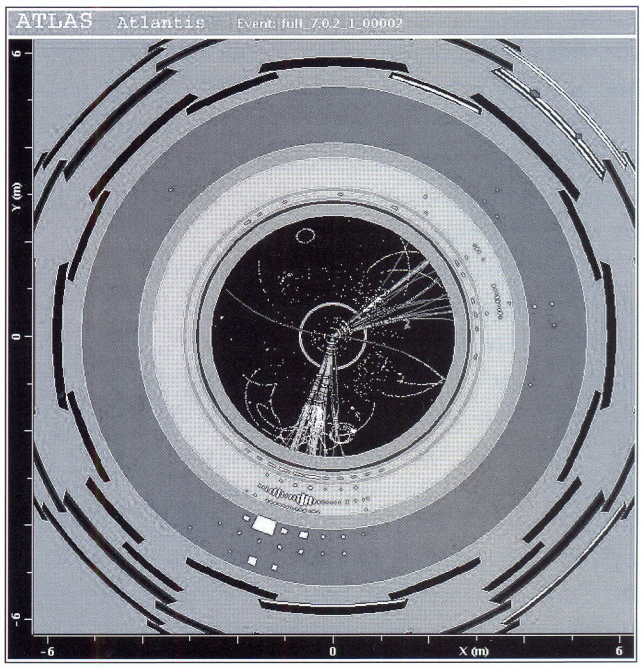
Dataoverføringsraten er gigantisk. ATLAS-detektoren kommer til å sende ut mer data enn alle verdens telefonnettverk til sammen. Men bare en av hver million kollisjoner vil være interessant nok til å fortjene å bli lagret og studert. Utvelgelsessystemet, den såkalte triggeren, må i løpet av en ekstremt liten brøkdel av et sekund med pålitelighet forkaste en million "søppelkollisjoner" for å finne den som er interessant. (Forestill deg et søppelfilter som gjør en liknende jobb!) To hundre megabyte interessante data vil bli lagret av ATLAS-eksperimentet 100 ganger i sekundet. Dette tilsvarer 1200 CD-er i minuttet. For å rekonstruere og analysere denne informasjonen, vil man bruke GRID-teknologi som knytter sammen PC-er over hele verden. CERN-relatert forskning i Norge er spesielt i forskningsfronten når det gjelder utvikling av GRID-teknologi.

Letingen etter kollisjoner der mørk materie blir produsert (se figur 1) er bare en av mange oppgaver ATLAS eksperimentet vil gi seg i kast med. En av gåtene som ATLAS og CMS vil prøve å løse er hvorfor "ordinære partikler", nemlig de kjente elementære fermionene og bosonene, har masse i det hele tatt.

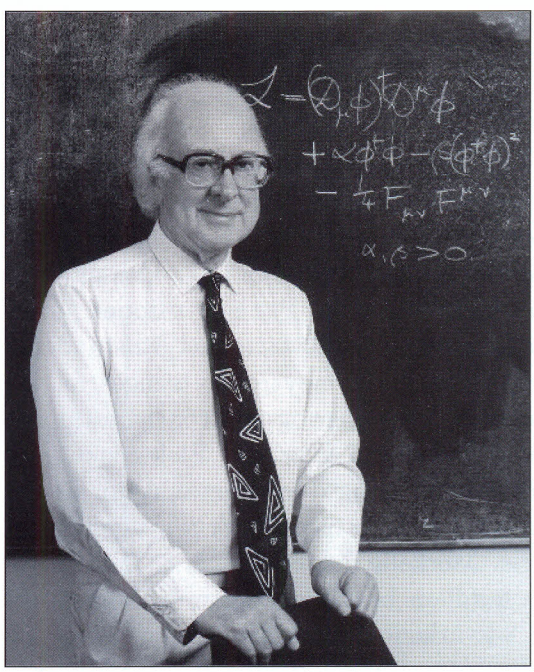
Den mest plausible og konsistente hypotesen for å generere masse til partiklene er via vekselvirkning med det såkalte Higgs-feltet, som fyller vakuumet. Det er som om partiklene "limes" til Higgs-feltet. Jo tyngre partikkelen er, jo sterkere er vekselvirkningen med Higgs-feltet. I vakuum leder dette feltet til det såkalte elektrosvake symmetribrudd: en forskjell mellom elektromagnetiske og svake vekselvirkninger, og for eksempel, mellom et elektron og et nøytrino.

Higgs-mekanismen ble foreslått av Peter Higgs fra Universitetet i Edinburgh (se figur 2). Før vi går inn i detaljene, vil jeg vise hvordan Higgs-felthypotesen kan verifiseres.

Einstein postulerte i 1905 at det elektromag-



Figur 1. Simulert ATLAS-hendelse med produksjon av en mørk-materiepartikkel. Bildet viser et tverrsnitt av ATLAS-detektoren med forskjellige deldetektorer vist i forskjellige farger (gråtoner). Mørkmateriepartikler vekselvirker ikke med ATLAS-detektoren og etterlater ingen spor. De kan derfor kun "ses" som en rekyl mot ordinære partikler som registreres i detektoren.



Figur 2. Peter Higgs ble født i Bristol i 1929, og er nå emeritus-professor ved Universitetet i Edinburgh. På midten av 60tallet foreslo Higgs og andre, en mekanisme for å "gi" masse til elementærpartikler, som samtidig forklarer elektrosvakt symmetribrudd. Higgs- feltet, og feltkvantet, Higgs-partikkelen, inngår i denne forklaringen. Peter Higgs sitt foredrag, "My life as a boson", er tilgjengelig i de fleste internettbaserte leksika.

skaper, både kan smelte og fryse. En forståelse av disse fenomenene er avgjørende for å kunne utvikle teknisk brukbare materialer, og Sudbø og hans medarbeidere har utviklet en komplett teori for dette.

Det neste området Sudbø og medarbeidere gikk løs på har revolusjonert vår forståelse av fenomenet superledning. Her har de påvist hvorfor BCS-teorien er utilstrekkelig ved i høytemperatur superledere. De fysiske mekanismer som ligger bak overgangen mellom superledende og normal oppførsel for disse materialene er, ifølge deres teori, en spontan dannelse av magnetiske hvirvelløkker som bl.a. ødelegger supervæskens evne til å lede strøm motstandsfritt i et temperaturintervall under overgangstemperaturen T_c. Det viser seg, interessant nok, at dette bildet samsvarer med den mekanismen som Lars Onsager foreslo i 1949 for den superflytende overgangen i flytende helium.

Det siste arbeidet fra Sudbø og hans medarbeidere, er en helt ny teori for egenskapene til hydrogen ved høyt trykk og lave temperaturer. Denne teorien forutsier eksistensen av prinsipielt nye materialtilstander som tidligere verken er observert eller forutsagt. Ved vanlig temperatur og trykk er hydrogen en gass av toatomige molekyler, men ved de ekstreme betingelsene teorien beskriver brytes molekylene ned til frie elektroner og protoner. Denne merkelige væsken kan både transportere elektrisk strøm motstandsfritt og transportere partikler uten å transportere strøm. Denne teorien er gitt store oppslag i sentrale vitenskapelige tidsskrifter, og flere forskergrupper er i gang med å forberede forsøk for å teste den. (Se omtale av Jo Smiseths doktorgrad i FFV 4/2005).

"Asle Sudbø er en usedvanlig forsker som utvilsomt har gjort seg fortjent til å motta Forskningsrådets pris for fremragende forskning", er vurderingene fra juryen. "Han har gitt superlederfysikken, en over 90 år gammel disiplin der Nobelprisene har kommet på rekke og rad, en kraftig ansiktsløftning. Superlederfysikken er etter Sudbøs arbeid plassert i en mye videre kontekst innenfor fysikken. Han har definert det en kan kalle moderniteten i dette spennende forskningsfeltet", var juryens begrunnelse.

I sin korte takketale uttrykte Sudbø sin spesielle takk til flere tidligere doktorander og post-docs i sin egen gruppe ved NTNU. – *Vi gratulerer!*

∞

Tekna-pris til Jo Smiseth og Eivind Smørgrav

Teknas stipend til yngre forskere 2005 er blitt tildelt de nylig uteksaminerte doktorgradskandidatene Jo Smiseth og Eivind Smørgrav. Forskningsprisen ble delt ut 5. januar 2006 under en seremoni i forbindelse med "Kursdagene ved NTNU", og er på 30 000 kr. Smiseth og Smørgrav har tatt sine doktorgrader ved Institutt for fysikk, NTNU, med professor Asle Sudbø som veileder (se omtaler i FFV 4/05 og 1/06).

Smiseth og Smørgrav har studert kritiske fenomener i multikomponent Ginzburg-Landau-teorier for eksotiske superledende og superfluide tilstander. I en *Nature* artikkel i 2004 forutsa Babev, Sudbø og Ashcroft at slike tilstander kunne eksistere i metallisk hydrogen under ekstreme trykk og ved lave temperaturer. Ved ekstremt høye trykk (4 millioner atmosfærer eller mer), er det en mulighet for at hydrogen er en to-komponent metallisk væske av frie protoner og elektroner. På grunn av store kvantefluktuasjoner i dette systemet kan væskeformen bestå ned til selv de laveste temperaturer. Dermed finnes en mulighet for at både den elektroniske og den protoniske væsken kan bli superledende med et intrikat samspill. Blant annet er det slik at den protoniske og den elektroniske superlederen delvis kan konspirere til å danne et superfluid, det vil si en ladningsnøytral væske med null viskositet.

Prisvinnerne har brukt en kombinasjon av analytiske argumenter og storskala Monte Carlo-simuleringer til å karakterisere de ulike grunntilstander slike multikomponent superledere kan ha. De har dessuten lykkes i å karakterisere presist faseovergangene mellom dem.

Det hører med til historien at det i mai 2005 kom en pressemelding fra Carnegie Institution i Washington, om en nyoppfunnet prosess for å lage ultraharde diamanter, en prosess som vil kunne gjøre det mulig å oppnå trykk på rundt 10 millioner atmo sfærer. Dagens verdensrekord er på 3,6 millioner atmosfærer, så eksperimentene som kan teste prediksjonene trenger ikke være langt unna.
Vi gratulerer!

P.C. Hemmer

netiske feltet skulle ha et eget kvant, fotonet (γ). Alle vekselvirkninger og felt antas å manifestere seg som kvanter, dvs. partikler. ATLAS vil lete etter kvantet til Higgs-feltet, nemlig Higgs-bosonet. Higgs-bosonet må vekselvirke veldig sterkt med tunge partikler, derfor forventes det å henfalle for det meste til slike.

Higgs-partikkelen er den eneste manglende brikke i den såkalte Standardmodellen. (Dette uheldige navnet oppstod før partikkelfysikerne forstod at det ville bli med dem i flere ti-år!) Standardmodellen beskriver "ordinære" materiepartikler, fermioner, og vekselvirkningene mellom dem som skyldes utveksling av bosoner. Modellen har vist seg å fungere med en ekstrem presisjon opp til massesenterenergier av orden 100 GeV, noe som forklarer en æra av størrelsesorden ett nanosekund etter det store smellet. Den har gjort det mulig å utføre veldig presise beregninger som er blitt bekreftet eksperimentelt med tilsvarende presisjon. Men der er ingen kandidat for mørk materie i Standardmodellen, der er ingen god plass for nøytrinomasser, og til og med den manglende brikken, Higgs-bosonet, passer ikke særlig godt inn uten at man introduserer partikler utenfor modellen. Fysikk utenfor Standardmodellen må derfor eksistere.

Standardmodellen

All kjent materie består av fermioner, mens vekselvirkningen som holder den sammen skyldes utveksling av bosoner.

Fermioner kan være som Lego-klosser av interessante strukturer siden Pauli-prinsippet forbyr dem alle å falle ned i den laveste energitilstanden. Elektroner, protoner og nøytroner trenges for å bygge opp atomer. Protoner og nøytroner består av andre fermioner: u- og d-kvarker. Elektronet, elektronnøytrinoet, og u- og d-kvarkene, utgjør den såkalte første familien som trenges for å bygge opp ordinær materie. Merkelig nok finnes det to familier til. Den andre familien består av myonnøytrinoet, myonet, c- og s-kvarkene, mens den tredje består av taunøytrinoet, tau-partikkelen, samt t- og b-kvarkene.

Når det gjelder alle kjente egenskaper (unntatt massene) er den andre og tredje familien kopier av den første. Fermionenes masser, unntatt nøytrinomassene, er ganske presist målt. Massene til fermionene i den første familien, er bare en liten brøkdel av protonmassen. Massen til t-kvarken er derimot 187 ganger større enn protonmassen, og dette er den tyngste partikkelen som er kjent. Og ulikt protonet, er den punktformig uten indre struktur ned til en oppløselighet på en hundredel av protonets størrelse. Massene til partikler i andre familier øker med rekkefølgen til familien, men dette kan være forskjellig for nøytrinoene. Grunnen til dette mønsteret i masser og fermionmassenes verdier, er fortsatt et mysterium.

La oss tenke oss et hydrogenatom forstørret til størrelsen av en fysikers kontor. Protonet vil da bli på størrelse med en støvpartikkel! Når protonet beveger seg, vil dets posisjonsforandring kommuniseres til elektronet ved hjelp av elektromagnetiske vekselvirkninger. Denne informasjonen forplanter seg med lysets hastighet som en elektromagnetisk bølge.

Det statiske elektriske feltet som omgir alle ladede partikler, blir til elektromagnetiske bølger når partiklene akselereres. Einsteins forståelse av elektromagnetismens partikkel, fotonet, var en revolusjonerende idé. I dag kan elektromagnetiske bølger observeres som fotoner med fotodioder eller fotomultiplikatorer.

Elektromagnetiske vekselvirkninger formidles av fotoner, som er elektrisk nøytrale bosoner med spinn lik $\hbar$ og hvilemasse lik 0. Av andre kjente elementære bosoner er 8 elektrisk nøytrale, masseløse gluoner som formidler de sterke vekselvirkningene, tunge, elektrisk ladede W^+, W^- og det elektrisk nøytrale Z^0 som formidler de svake vekselvirkningene. Z^0-partikkelen veier omtrent like mye som 97 protoner.

Den eksperimentelle oppdagelsen av W- og Z-bosonene reulterte i Nobelprisen til Carlo Rubbia og Simon Van der Meer ved CERN, i 1984. I løpet av årene 1989–1995 produserte LEP-akseleratoren ved CERN flere millioner Z-bosoner. Dette tillot presise studier av de svake vekselvirkningene.

Brudd på elektrosvak symmetri

Alle elektrisk ladede partikler påvirkes av elektromagnetiske vekselvirkninger. Alle kjente fermioner har også en "svak" ladning. Når det gjelder de svake vekselvirkningene, er det ingen forskjell på et elektron og et nøytrino. I såkalte naturlige enheter ($\hbar = c = 1$) har elektronets ladning en magisk verdi, $e = -0,303$, mens den svake ladningen til hvert elementært fermion er nær en annen magisk verdi, $g = 0,631$.

Hvis både elektronet og nøytrinoet hadde vært masseløse, og hvis også alle bosoner hadde vært

masseløse, ville der neppe ha vært noen observerbar forskjell mellom elektronet og nøytrinoet, eller mellom svake og elektromagnetiske vekselvirkninger. Svake vekselvirkninger ville ha vært like sterke som de elektromagnetiske, og nøytrinoer ville ha vært bundet i atomære tilstander liksom elektronet. Dette ville ha gitt en verden med full elektrosvak symmetri i partikkelfysikernes sjargong. Men i vår verden er denne symmetrien brutt: Nøytrinoet og elektronet oppleves som forskjellige partikler, og bosonene i den svake vekselvirkningen er massive, mens fotonet er masseløst. Som et resultat av dette er de svake kreftene mye svakere enn de elektromagnetiske på atomære skalaer.

Det er fristende å avsløre den elektrosvake symmetrien og finne en felles beskrivelse av elektromagnetiske og svake vekselvirkninger. En slik forent teori eksisterer, laget av Sheldon Glashow, Steven Weinberg og Abdus Salam som fikk Nobelprisen i 1979. Den elektrosvake symmetrien er ekstremt nyttig og gjør det mulig å utføre nøyaktige beregninger innen elektrosvak teori. Hvordan skal man så håndtere bruddet på symmetrien og likevel bevare teoriens mange gode egenskaper? Svaret ligger i Higgs-mekanismen. En heuristisk analogi med en ferromagnet blir ofte brukt til å forklare den, se boks 1.

Mye er alt kjent om Higgs-bosonet, selv om det enda ikke er oppdaget. Dets masse er egentlig den eneste ukjente parameteren. Men massen er likevel "målt" med en viss presisjon. Higgs-bosonet må være tyngre enn 114 GeV/c^2, ellers ville det ha blitt observert ved LEP. Fra dets "fingeravtrykk" i massene til t-kvarken og W bosonet, kan man slutte seg til at det ikke kan ha en masse større enn omtrent 200 GeV/c^2. Hvordan?

Atomfysikere er kjent med Lamb-forskyvningen. Willis Eugene Lamb fikk Nobelprisen i 1955 for sine oppdagelser relatert til finstrukturen i hydrogenatomet. Lamb-forskyvningen, som er en splitting mellom S- og P-orbitalene i hydrogen, skyldes skapelse av virtuelle elektron-positronpar i det atomære elektriske feltet (vakuumpolarisasjon) og modifikasjon av både elektronets masse og dets magnetiske moment på grunn av vekselvirkningen med kvantene i det elektriske feltet (virtuelle fotoner). På lignende måte er massene til t-kvarken og W-bosonet påvirket av Higgs-bosonets eksistens. Denne måten å bestemme partikkelmasse på uten å produsere den, ble allerede testet på 1990-tallet. LEP-eksperimentene bestemte slik t-kvarkens masse med en presisjon på 10 %, før den ble observert i Tevatron-eksperimentene ved Fermilaboratoriet nær Chicago, USA.

Boks 1. Higgs-mekanismen

Analogien bygger på begreper fra magnetiske felt, elektronets magnetiske moment og ferromagneter. Elektroner er ladete og har spinn, $\hbar/2$. Et elektron kan ha to magnetiske tilstander, en hvor spinnet er parallelt, og en hvor det er antiparallelt med en gitt retning i rommet (se figur 4).

De fleste elektriske fenomen er ikke påvirket av retningen til elektronets magnetiske moment. Elektronmassen avhenger ikke av det. La oss så tenke oss at rommet rundt oss er gjennomtrengt av et konstant magnetisk felt fra venstre mot høyre, som i figur 4. I dette tilfellet ville alle observerte elektroner ha sitt magnetiske momentet rettet mot venstre for å minimere energien i det magnetiske feltet. La oss kalle dem *leftinos*. Elektroner med magnetisk moment rettet mot høyre (*rightels*) kunne bli produsert ved å tilføre energi til leftinos. Med andre ord ville det kreve noe energi å snu det magnetiske momentet til et elektron, men sannsynligvis ville det "sanne" bildet av situasjonen da ha vært veldig vanskelig å finne ut av. Rightels ville henfalle til et leftino og et foton. Rightels og leftinos ville oppfattes som forskjellige partikler med ulik masse og forskjellige vekselvirkninger.

Grunnen til det magnetiske feltet i vakuum kunne være at det har ferromagnetiske egenskaper, og at den laveste energitilstanden har et magnetfelt som peker i en viss retning, som i figur 5. Tilstanden til en ferromagnet uten noe magnetfelt omkring er symmetrisk, og ingen retning i rommet er foretrukket. Rightels og leftinos vil ha samme masse og vekselvirkninger, og vil være samme partikkel, elektronet. Men den laveste energitilstanden, vakuumet, har et magnetfelt pekende i en viss retning. Dette er det såkalte *spontane symmetribrudd*. Resultatet er at rightels og leftinos er forskjellige partikler, og der er en endelig "forventningsverdi" av magnetfeltet (ulik null) i vakuum. Dette er et omtrentlig bilde av Higgs-mekanismen, hvis man oversetter magnetfelt til Higgs-felt, samt rightels og leftinos til elektroner og nøytrinoer.

Det er enda en analogi her. Det er tilstrekkelig å varme opp ferromagneten for å bringe den til en høyere energi og ødelegge den spontane magnetiseringen. Symmetrien er igjen til stede. En regner med at dette var situasjonen en brøkdel av et nanosekund etter Det store smellet. Da universet ble nedkjølt antok vakuumet den laveste energitilstanden og elektrosvak symmetri ble brutt. I en ferromagnet kan der være domener hvor symmetrien er brutt på forskjellig vis og magnetiseringen peker i ulike retninger. Har vi en lignende situasjon i universet? Kanskje, men det må utstå til en annen artikkel.

Det finnes mange bevis for elektrosvak teori med spontant symmetribrudd. Det mest slående er at den relaterer forholdet mellom svak og elektrisk ladning til forholdet mellom massene til W- og Z-bosonene. Denne relasjonen er bekreftet eksperimentelt. Når (eller hvis) Higgspartikkelen blir oppdaget vil forståelsen av elektrosvakt symmetribrudd bli fullstendig.

Utover Standardmodellen

Symmetri er et av de fundamentale begrepene i vitenskap, men natur og kunst er også fulle av symmetrier. Vi har alle undret oss over snøfnuggenes symmetriske skjønnhet og over naturens lover. Men symmetriene er ofte bare tilnærmede. Høyre-venstresymmetri er et eksempel. Ytre aspekter ved menneskekroppen er i grove trekk høyre-venstresymmetrisk. Men inni har vi leveren på høyre siden og hjertet på den venstre, som derved bryter symmetrien.

Situasjonen er nokså analog i elementærpartiklenes verden. De svake kreftene bryter høyre–venstresymmetrien (P) og symmetrien under ombytte av materie og antimaterie (C), mens alle andre krefter ser ut for å respektere disse symmetriene. (Lewis Carolls Alice, som går gjennom et speil og inn i et rom der venstre og høyre er byttet om, kunne ha kommet til et univers der visse kjernereaksjoner ikke forekommer.) Man mener at vårt univers er CPT-symmetrisk. Bytter man samtidig høyre med venstre (P), materie med antimaterie (C), og reverserer tidens retning (T), så vil intet observerbart forandres selv om hver av disse omvandlingene enkeltvis ville ha produsert et univers forskjellig fra vårt.

Visse symmetrier er vevd inn i strukturen til tid og rom. Vi kan bytte fra sommertid til vintertid uten å skrive om fysikkbøkene. Vi kunne også ha flyttet nullmeridianen fra Greenwich til Bergen uten at formuleringene av fysiske lover måtte forandres. Emmy Noether (se figur 3) viste i 1915 at hver kontinuerlig symmetri i fysikken (tid og rom er eksempler) resulterer i en bevart fysisk størrelse. For eksempel, så resulterer symmetri under romlige forskyvninger i bevarelse av impuls. Noethers teorem som knytter symmetrier sammen med bevarelseslover, er et av fundamentene i fysikken. Derfor kan det være instruktivt å undersøke selv approksimative symmetrier.

Den såkalte supersymmetrien (SUSY) kunne være en av dem. SUSY er en bosonfermionsymmetri. De kjente materiepartiklene er fermioner, mens vekselvirkningspartiklene er bosoner. Hvis verden var supersymmetrisk, ville hvert fermion ha en identisk speilpartikkel, et boson, og omvendt. Vi har allerede navn på disse partiklene. De bosonske partnerne til fermioner kalles sfermioner, mens fermionske partnere til fotonet, W, Z og gluonet, kalles fotino, wino, zino og gluino. Er der mer enn disse navnene?

Figur 3. Emmy Noether (1882–1935) ble født i Erlangen, Tyskland. Noether-teoremet som sier at til enhver kontinuerlig symmetri i fysikken tilsvarer det en bevart fysisk størrelse, er en av den moderne fysikks hjørnesteiner. Hennes mest kjente arbeid, "Die Invariante Variationsprobleme", kom ut i 1918. Noether fikk doktorgraden i 1907 ved universitetet i Göttingen, og underviste senere i Wien og i Italia. I 1915 inviterte Hilbert og Klein henne tilbake til Göttingen. Hilbert annonserte hennes kurs under sitt navn, siden hun ikke hadde lov til å undervise i eget navn. Mye av hennes arbeid finnes i artikler skrevet av kolleger og studenter, i stedet for under eget navn.

Vi har ikke funnet noen supersymmetriske partikler hittil. Hvis sfermioner hadde vært identiske med fermioner bortsett fra spinnet, så ville massene også ha vært like, og vi ville ha sett dem allerede. Derfor, hvis supersymmetri er reell, må den, liksom høyre–venstresymmetrien, bare være tilnærmet. SUSY-partnere må være tyngre enn "vanlige" fermioner og bosoner. Hvorfor trenger vi dem da i det hele tatt?

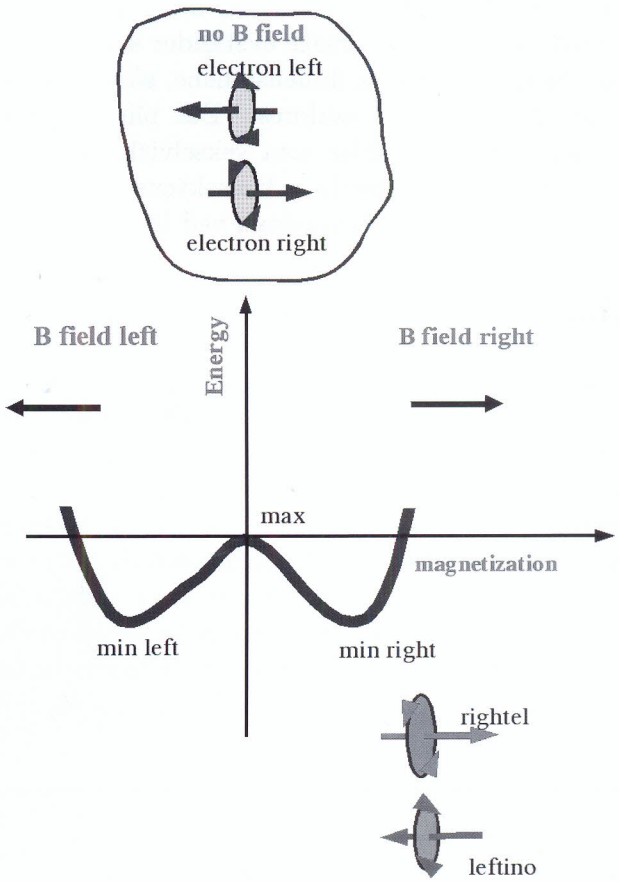
Når det gjelder symmetrier, så er det estetiske et viktig argument. SUSY er konsistent med generell relativitetsteori og kvantemekanikk. Den eneste kjente kandidat til en kvanteteori for gravitasjon,

nemlig strengteorien, er supersymmetrisk. Den inneholder like mange fermioner som bosoner, men ved en veldig høy energiskala. Den gjør det også mulig å forene tyngekraften med de andre kreftene.

Det er også mer "praktiske" argument i favør av SUSY. Hvis supersymmetriske partikler er lettere enn omtrent 1000 GeV/c^2, så vil svake, sterke og elektromagnetiske krefter bli like sterke ved avstander rundt 10^{-32} m. Den tidligere nevnte Lamb-effekten (vakuumpolarisasjon), er ansvarlig for forandringen av partiklenes elektriske, svake og sterke ladninger med avstanden. Avhengig av avstanden fra en partikkel, vil vi se mer eller mindre polarisert vakuum på vår vei mot den. Hvordan vakuumet er polarisert, og hvilken effekt det har på den observerte ladningen, avhenger av feltets styrke og av hvilke partikkel–antipartikkelpar som eksisterer i den virkelige verden. SUSY bidrar med de riktige partiklene, og alle ladningene blir like hvis de kunne bli observert fra en avstand på 10^{-32} m!

Liksom for Lamb-effekten, vil eksistensen av virtuelle partikler i vakuumet påvirke ikke bare de observerte ladningene, men også massene. Man kan tenke seg at hver partikkel sleper med seg en sky av virtuelle partikler som den vekselvirker med. Dette ville imidlertid få katastrofale følger for massen til Higgs-bosonet. Den bindes så sterkt til virtuelle t-kvarker at massen blir mye større enn de eksperimentelt foretrukne grensene. Hvis SUSY eksisterer, så vil den supersymmetriske partneren til t-kvarken ha en "helbredende" effekt på massen til Higgs-bosonet ved delvis å skjerme det fra vekselvirkningen med virtuelle t-kvarker. En annen fin egenskap ved SUSY ble oppdaget en tid etter at den var unnfanget: Den letteste supersymmetriske partikkelen er en ideell kandidat for mørk materie. Hvis SUSY er i det masseområdet som er nødvendig for at den skal skaffe alle de gode egenskapene som er nevnt ovenfor, så vil den raskt bli oppdaget av ATLAS og CMS-eksperimentene.

Det observerbare rommet rundt oss har tre dimensjoner, og man snakker ofte om tid som en fjerde dimensjon med forskjellige egenskaper. Hvis der er flere romlige dimensjoner, må de være veldig små, ellers ville vi ha oppdaget dem. Strengteorier har ekstra dimensjoner på Planck-skalaen, rundt 10^{-35} m, og er altfor små til å kunne bli observert i overskuelig framtid. Ekstra dimensjoner på submillimeterskala kunne løse et gammelt problem: Hvorfor er tyngdekraften så mye svakere enn de andre vekselvirkningene?



Figur 4. Et elektron kan ha to magnetiske tilstander, en hvor spinnet er parallelt med, og en hvor det er antiparallelt med en gitt retning i rommet (her høyre eller venstre). La oss så tenke oss at rommet rundt oss er gjennomtrengt av et konstant magnetfelt fra venstre mot høyre ("B field right"). Grunnen til det magnetiske feltet i vakuum kunne være at det har ferromagnetiske egenskaper, og at den laveste energitilstanden har et magnetfelt som peker i en viss retning. Tilstanden til en ferromagnet uten noe magnetfelt omkring, er symmetrisk, og der er ingen foretrukket retning i rommet, rightels og leftinos har samme masse og vekselvirkninger, og er samme partikkel, elektronet. Men den laveste energitilstanden, vakuumet, har et magnetfelt pekende i en viss retning. I dette tilfellet ville alle observerte elektroner ha sitt magnetiske momentet rettet mot venstre for å minimere energien i det magnetiske feltet, kalt *leftinos*. Elektroner med magnetisk moment rettet mot høyre (*rightels*) kunne bli produsert ved å tilføre energi til leftinos.

Hvis vi tillater tyngdekraften, men ingen andre vekselvirkninger eller partikler, å bevege seg inn i disse dimensjonene, så "lekker" den ganske enkelt ut fra vårt rom. For å forstå dette, kan man tenke seg en analogi til Gauss' lov for elektromagnetisme. Gravitasjonen vil, med sin mulighet til å bre seg i flere dimensjoner, måtte fordele sin kraft over et større område, og dermed synes svakere i

"vår" verden. Men dersom en når energier som er høye nok til å undersøke avstander sammenlignbare med disse ekstra dimensjonene, så vil tyngdekraftens fulle styrke avsløres. Det blir en rikelig produksjon av partikler som vekselvirker bare via gravitasjon. Vi kunne da se konsekvensene av dette i form av sorte hull i nanoskala ved LHC.

Sluttkommentarer

Hva er "nytten" av supersymmetriske partikler, ekstra romlige dimensjoner, sorte hull og mørk materie? Før elektronet ble oppdaget ville mulige spørsmål om dets "nytte" ha vært like vanskelige å besvare. TV og verdensveven (www) er biprodukter av grunnforskning. Kanskje drømmen til gamle science fiction-forfattere om å lagre energi i sorte hull og kunne "tunnelere" til andre deler av universet, vil bli realisert? En ting er sikkert. Søken etter universale svar er en integrert del av menneskelig kultur, og teknologiske utviklinger er ofte et biprodukt. LHC vil skyve teknologien framover innen elektronikk, informatikk, telekommunikasjon, detektorer og akseleratorer, supraledende magnetiske systemer og kryoteknologi. Sist, men kanskje ikke minst: Etter erfaringene med LHC vil partikkelfysikere bli i stand til å konstruere verdens beste søppelepostfilter!

Referanser

1. Halvor Hobæk: *Fysikermøtet 2005,* Fra Fysikkens Verden, **67,** Nr. 3, 75-77 (2005)
2. Øystein Elgarøy: *Det antropiske prinsipp.* Fra Fysikkens Verden, **67,** Nr. 2, 39-43 (2005)
3. R.F. Minchin et al: *A Dark Galaxy in the Virgo Cluster Imaged at 21-cm.* astroph/0508153 v1, Mon. Not. R. Astron. Soc. 23, September 2005

∞

Farlig kontakt mellom TV og MP3-spiller

Arnt Inge Vistnes *

I november 2005 fikk en 15 år gammel jente ødelagt hørselen på et øre etter at hun skubbet borti en TV som stod på samtidig som hun lyttet til en MP3-spiller på dette øret. Hva kunne grunnen være?

Journalist Klaus Holthe i TV2 fulgte opp saken og fikk (i Trondheim) undersøkt lydtrykket som en MP3-spiller kan gi, og hvilket lydtrykk selve øreproppene kunne gi når de ble koblet til en kraftigere forsterker. Disse eksperimentene viste at MP3-spilleren neppe kunne gi så stort lydtrykk at det ville medføre døvhet under normal bruk. Men selve øreproppene var i stand til å gi et skadelig lydtrykk, forutsatt at de ble matet med et tilstrekkelig kraftig signal. Senere er det blitt klart at enkelte unge setter inn uoriginale øreproppper i MP3- spillerne sine, og da kan lydtrykket bli farlig stort. Hvorvidt jenta som ble døv på det ene øret hadde uorginale øreproppper eller ikke, er ukjent, men lite trolig.

*Fysisk institutt, Universitetet i Oslo

Våre første målinger

Jeg ble kontaktet av TV2 som ønsket å få undersøkt hvorvidt feltene fra en TV kunne slå inn på en MP3-spiller. Vi gjorde slike målinger på Blindern den 7. februar, og resultatene ble rapportert på TV2-nyhetene kvelden etter. Hensikten med denne artikkelen er å gi utfyllende opplysninger, fordi resultatet var overraskende.

Opprinnelig fikk jeg forsåelsen av at hørselsskaden kom da jenta slo på TV-en samtidig som hun lyttet til MP3-spilleren sin. De innledende forsøkene konsentrerte seg derfor om magnetfeltpulsen som skyldes degaussing av tradisjonelle TV-er av katodestråletypen, samt initiering av et statisk elektrisk felt foran skjermen idet en TV skrus på. Det var resultatene av disse målingene som ble rapportert i TV2-nyhetene.

Et par uker senere fikk jeg et mer korrekt bilde av hendelsesforløpet. Jenta fortalte meg da at hun hadde MP3- spilleren i høyre lomme på buksa

Fra Fysikkens Verden

67. årgang
2005

Norsk Fysisk Selskap
Oslo 2005

ISSN-0015-9247

Innhold FFV 2005

Nr. 1:

Fra Redaktørene 2
FFV Gratulerer 2
Torger W. Holtsmark 80 år
Arne Valberg og Jan Henrik Wold
Fysikknytt 3
Asle Sudbø: Frontsideoppslag i "Nature"
Flodbølger fra skred og jordskjelv
Bjørn Gjevik og Geir K. Pedersen 4
Overflatebølger og interferens på vann
Øyvind Guldahl 11
ILC - International Linear Collider
Per Osland 13
Indeks FFV 2004 15
Naturkonstanter og livsbetingelser
Ingolf Kanestrøm 19
Niels Henrik Abel og partikkelfysikken
Gunnar Løvhøiden 23
Nye Doktorer 27
Dr.scient. Signe Danielsen
Dr.ing. Jesper Friis
Dr.scient. Nils Erland L. Haugen
Dr.scient. Harald Krüger
Dr.ing. Gjertrud Maurstad
Dr.ing. Stine Nalum Næss
Trim i FFV 30
Nytt fra NFS 30
Fysikarmøtet 2005
Priser til utdeling på Fysikarmøtet
Fysikkåret 2005 er i full gang
Nye medlemmer

Nr. 2:

Fra Redaktørene 34
Fysikknytt 34
STORFORSK til Arne Brataas
Per Chr. Hemmer
Syklotronlaboratoriet i Oslo,
et senter for forskning og knoppskyting i 25 år
J.Rekstad, S.Siem, M.Guttormsen, F.Ingebretsen . 35
Det antropiske prinsipp
Øystein Elgarøy 39
Einsteins visjon
Øyvind Grøn 43
Fysikk i skolen 46
Rolf V. Olsen: Ny læreplan i fysikk til "lufting"
Hva skjer 48
Ivar Svare: Fred Kavli gir enestående priser til fysikk
E.K. Henriksen og Ø. Guldahl: Årets fysikkolympiade
Bokomtaler 50
Roger Penrose: The Road to Reality.
A complete Guide to laws of the Universe.
J. Cape, 2004.
R. Fjelland: Universet er ikke slik det synes å være.
Filosofi og naturvitenskap i historisk perspektiv.
Universitetsforlaget, 2004.
Ulf Danielsson: Stjerner og epler som faller.
J.W. Cappelens Forlag, 2005.
Helsge Kragh: Matter and Spirit in the Universe.
Imperial College Press, 2004.
B. Buckley, E.J. Hopkins, R. Whitaker: Været.
En visuell guide til meteorology.
Gyldendal, 2005.
Nye Doktorer 56
Dr.scient. Jørgen Akselvoll
Dr.ing. Torkel Bjarte-Larsson
Dr.scient. Marie Bueie Holstad
Dr.scient. Kai de Lange Kristiansen
Dr.scient. Jørgen Andre Lien
Dr.ing. Lise Lyngsnes Randeberg
Trim i FFV 59
Nytt fra NFS 59
Fysikermøtet 2005
Årsmøtet i NFS
Nye medlemmer

Nr. 3:

Fra Redaktørene 62
FFV Gratulerer 62
Randersprisen til Øystein Håkon Fischer
Arne T. Skjeltorp
Undervisningsprisen til Per Arnslett
Simradprisen til Odd Løvhaugen og Ib-Rune Johansen
Birkelandprisen til Gunnar Løvhøiden
Magnetiske forstyrrelser av TV-bilder
Arnt Inge Vistnes 65
NSB-tog i Tromsø
O.G. Hellesø, A. Hanssen og Å. Fredriksen 71
Logoen til Verdens fysikkår – meditasjoner i margen
Anders Johnsson 73
Konferanser 75
H. Hobæk: Fysikermøtet 2005
I. Sundvor: Nordic Workshop for Women in Physics
H. Flornes: Fysikkolympiaden 2005
G. Arisholm: Elektro-optikkmøtet
og Northern Optics 2006
Bokomtaler 79
O. Øgrim og S.L. Andersen: Eksperimentboka.
Kolofon as, 2005.
Bill Bryson: En kort historie om nesten alt.
Gyldendal, 2005.
M.A. Garlick: Verdensrommet.
En visuell guide til astronomi.
Gyldendal, 2005.
Nils Voje Johansen: Einstein i Norge.
J.W. Cappelens Forlag, 2005.
Arild Stubhaug: Skjulte kodar.
Det Norske Samlaget, 2004.
Trim i FFV 84
Nye Doktorer 85
Dr.scient. Giovanni Alfieri
Dr.scient. Bjørn Åge Bergsjordet
Dr.scient. Håkon Enger
Dr.scient. Børge Kile Gjelsten
Dr.philos. Bjørn Anton Graff
Dr.scient. Jarle Gran
Dr.philos. Lars Morten Johansen
Dr.scient. Peyman Mirtaheri
Dr.scient. Lilia Castro Nicolli
Dr.scient. Aage Stangeland
Dr.ing. Oddbjørn Sæther
Nytt fra NFS 90
Avtale med Institute of Physics
Nye medlemmer
Fysikk i skolen 91
Etterlysning av fysikklærere

∞

Nr. 4:

Fra Redaktørene 94
FFV Gratulerer 94
Kongens gull til Sjur Refsdal
Øyvind Hauge 80 år
Oddbjørn Engvold og Per Maltby
Albert Einstein og hans tids fysikk
Torger Holtsmark 96
Einstein besøker Norge
Nils Voje Johansen 103
Nobelpriset i fysik 2005 – Om fotoner
Mikael Lindgren 109
Konferanse 111
G.H. Bernhardt og H. Ræder: 13. General conference of the European Physical Society
Hva skjer 112
Magnhild Sægrov: Alumnusforening på Blindern
Bokomtaler 112
Jürgen Neffe: Einstein. En biografi.
Andresen & Butenschøn AS, 2005.
S. Hawking og L. Mlodinov: Vårt utrolige univers.
J.W. Cappelens Forlag, 2005.
Nye Doktorer 115
Dr.scient. Steinar Foss
Dr.scient. Gaute Hagen
Dr.scient. Lars Gimmestad Johansen
Dr.scient. Jens Ivar Jørdre
Dr.scient. Inger Rudvin
Dr.ing. Jo Smiseth
Dr.scient. Tor Arne Vestad
Dr.ing. Per Erik Vullum
Trim i FFV 119
Nytt fra NFS 119
Fysikermøtet 2007
Nye medlemmer

∞

Forfatterregister 2005

Arisholm, Gunnar:
Konferanse: Elektro- optikkmøtet og Northern Optics 2006 79
Bernhardt, Gustv H. og Helge Ræder:
Konferanse: 13. General conference of the European Physical Society 111
Borg, Anne:
Nytt fra NFS: Fysikkåret 2005 er i full gang 31
Elgarøy, Øystein:
Det antropiske prinsipp 39
Engvold, Oddbjørn og Per Maltby:
Gratulerer: Øyvind Hauge 80 år 96
Ersland, Grete Kvamme:
Nytt fra NFS: Fysikarmø0tet 2005 30
Flornes, hans:
Konferanser: Fysikkolympiaden 2005 78
Gjevik, Bjørn og Geir K. Pedersen:
Flodbølger fra skred og jordskjelv 4
Guldahl, Øyvind:
Overflatebølger og interferens på vann 11
Grøn, Øyvind:
Einsteins visjon 43
Hellesø, Olav Gaute, Alfred Hansen og Åshild Fredriksen:
NSB-tog i Tromsø 71
Hemmer, Per Chr.:
Fysikknytt: STORFORSK til Arne Brataas 34
Henriksen, Ellen K. og Øyvind Guldahl:
Hva skjer: Årets fysikkolympiade 49
Hobæk, Halvor:
Konferanse: Fysikermøtet 2005 75
Holtsmark, Torger:
Albert Einstein og hans tids fysikk 96
Ingebretsen, Finn:
Bokomtale: Otto Øgrim og Svenn Lilledal Andersen: Eksperimentboka. Kolofon as, 2005 79
Johansen, Nils Voje:
Einstein besøker Norge 103
Johnsson, Anders:
Logoen til Verdens fysikkår – meditasjoner i margen . 73
Kanestrøm, Ingolf:
Naturkonstanter og livsbetingelser 19
Knutsen, Henning:
Bokomtale: Ragnar Fjelland: Universet er ikke slik det synes å være. Filosofi og naturvitenskap i historisk perspektiv. Universitetsforlaget, 2004 51
Knutsen, Henning:
Bokomtale: Ulf Danielsen: Stjerner og epler som faller. J.W. Cappelens Forlag, 2005 52
Knutsen, Henning:
Bokomtale: Helge Kragh: Matter and Spirit in the Universe. Imperial College Press, 2004 53
Knutsen, Henning:
Bokomtale: B. Buckley, E.J. Hopkins og R. Whitaker: Været. En visuell guide til meteorologi. Gyldendal, 2005 54
Knutsen, Henning:
Bokomtale: Bill Bryson: En kort historie om nesten alt. Gyldendal, 2005 80
Knutsen, Henning:
Bokomtale: Mark A. Garlick: Verdensrommet. En visuell guide til astronomi. Gyldendal, 2005 81
Knutsen, Henning:
Bokomtale: Nils Voje Johansen: Einstein i Norge. J.W. Cappelens Forlag, 2005 82
Knutsen, Henning:
Bokomtale: Arild Stubhaug: Skjulte kodar. Det Norske Samlaget, 2004 83
Knutsen, Henning:
Bokomtale: Jürgen Neffe: Einstein. En biografi. Andresen & Butenschiøn AS, 2005 112
Knutsen, Henning:
Bokomtale: Stephen Hawking og Leonard Mlodinov: Vårt utrolige univers. J.W. Cappelens Forlag, 2005 . 113
Lindgren, Mikael:
Nobelpriset i fysik 2005 – Om fotoner 109
Løvhøiden, Gunnar:
Niels Henrik Abel og partikkelfysikken 23
Olsen, Rolf V.:
Fysikk i skolen: Ny læreplan i fysikk til "lufting". 46
Osland, Per:
ILS – International Linear Collider 13
Parr, Hugo:
Bokomtale: Roger Penrose: The Road to Reality. A complete Guide to the Laws of the Universe. J. Cape, 2004 50
Rekstad, J., S. Siem, M. Guttormsen og F. Ingebretsen:
Syklotronlaboratoriet i Oslo, et senter for forskning i knoppskyting i 25 år 35
Skjeltorp, Arne T.:
Gratulerer: Randersprisen til Øystein Håkon Fischer 62
Sudbø, Asle:
Fysikknytt: Frontsideoppslag i "Nature" 3
Sundvor, Ingrid: Konferanser:
Nordic Workshop for Women in Physics 77
Svare, Ivar:
Hva skjer:: Fred Kavli gir enestående vitenskapelige priser til fysikk. 48
Sægrov, Ingrid:
Hva skjer: Alumnusforening på Blindern 112
Valberg, Arne og Jan Henrik Wold:
Gratulerer: Torger W. Holtsmark 80 år 2
Vistnes, Arnt Inge:
Magnetiske forstyrrelser av TV-bilder 65

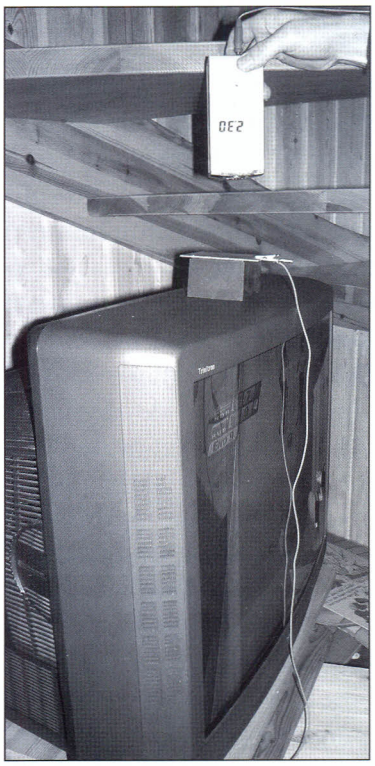
∞

si. Høyre øreprop satt i øret, og venstre øreprop samt ledningen, hang løst ned mellom øret og lomma. Hun passerte tett inntil en TV som stod på, da skaden skjedde. TV-en var da på hennes høyre side, og ledningen kunne lett ha kommet borti TV-skjermen. Hun husker bare et fryktelig brak i øret og deretter kraftig smerte samme sted. Hun husker ikke å ha fått elektrisk støt på noen del av kroppen, men braket i øret kan ha tatt så stor oppmerksomhet at det ikke er utelukket at det kan ha forekommet gnistutladninger.

I målingene for TV2 fikk vi hjelp av Svein Arne Nordby fra Norsonic, som koblet opp et audiometer til en øreprop gjennom et slags "kunstig øre" (en sylinderformet kanal mellom øreprop og en liten mikrofon). Vi la MP3-spilleren på toppen av en TV og lot ledningen til øreplugen henge løst foran skjemen, slik man godt kan tenke seg at ledningen henger når ungdom bruker slikt utstyr og slår på en TV. Da vi slo på TV-en, vred ledningen på seg som en orm og klistret seg så inntil skjermen. Og da jeg tok i MP3 spilleren, fikk jeg et ubehagelig elektrisk støt. Dette støtet slo også inn på MP3-spilleren slik at vi registrerte kraftig støy på opp til 110 dB fra øreproppen, fordelt over et bredt frekvensbånd. Hvorvidt 110 dB i vår måleoppstilling ville gi samme lydtrykk i et øre, er vanskelig å si, men 110 dB tilsvarte omtrent det kraftigste signalet vi kunne få fra spilleren når den spilte musikk under identisk måleoppsett.

Vi gjorde måling av effektiv likespenning på overflaten av TV-skjermen ved hjelp av et jordet, avansert måleinstrument for statisk elektrisk felt, en såkalt "feltmølle". Registreringen var utenfor måleområdet for instrumentet, som gikk til 20 000 V. Ut fra avstanden vi måtte holde instrumentet i for å komme innenfor måleområdet, kunne vi slutte at tilsynelatende spenning på TV-fronten var mellom 20 000 og 30 000 V.

Vi gjentok forsøket flere ganger, og forsøkte å fjerne ladning fra TV-skjerm, MP3-spiller og ledning fra gang til gang ved å dra en jordet elektrisk ledende plastpose langs overflaten. Hver gang fikk vi støt ved å ta på MP3-spilleren etter at TV-en var slått på. Støyen i øreproppen var betydelig, mens gnistutladningene ikke førte til tilsvarende kraftig lyd utenfor øreproppen. Det skjedde ingen gnistutladning mellom øreprop og omgivelsene i disse eksperimentene, bare mellom MP3-spilleren og omgivelsene. Vi fikk iblant flere tett etterfølgende pulser over en periode på ett sekund eller mer, slik at den totale energien i det hørbare området ble



Figur 1. Forsøksoppsett for å vise hvordan en ledning foran en TV-skjerm kan føre til betydelig spenning på en metallplate, eller en MP3-spiller, knyttet til ledningen. Nærmere forklaring er gitt i teksten.

større enn ved enkeltpulser.

Vi kan ikke bevise at effektene vi observerte kunne føre til døvhet, til det er vår kunnskap om hørselsskader for dårlig. Men vi viste at det statiske elektriske feltet som skyldes ladningsopphopning på TV-skjermen kunne føre til elektriske støt som slo inn på MP3-spilleren på en slik måte at det ble generert kraftige støypulser i øreproppene. Hvorvidt vi kunne ha kommet opp i enda kraftigere støy enn 110 dB ved andre, lignende forsøksbetingelser, er uvisst, men ikke usannsynlig. Forøvrig kan det nevnes at magnetfeltpulsene når man slår på TV-en ikke syntes å kunne gi tilsvarende kraftig effekt.

Vi kan spekulere på om de elektriske gnistene i jentas tilfelle gikk gjennom øreproppen til øret, og at den elektriske strømpulsen i øret kan ha gitt hørselsskaden, men jeg tror ikke på en slik forklaring. Et elektrisk støt gir smerter og kan gi skader når det går en kraftig strømtetthet gjennom hud eller vev. Strømmen vil imidlertid fordele seg ganske fort innenfor huden slik at strømtettheten ikke representerer noe problem. Og det er tross alt flere millimeter fra øreproppen inn til det indre øret hvor skaden synes å ha skjedd.

Mer relevate målinger

Etter TV2-opptaket er det gjort flere forsøk for å forstå effekten bedre, men jeg vil her bare gjengi resultatene hvor vi modellerte det hendelsesforløpet som jenta selv fortalte om. MP3-spilleren ble erstattet med en 10×10 cm aluminiumsplate, og ledningen med øreproppper ble erstattet med en 0,8 m lang plastisolert høyfleksibel ledningsstump koblet til plata. Ledning og plate ble midlertidig jordet, og eventuelle overflateladninger på plastisolasjonen ble forsøkt fjernet. Plata ble så plassert på en isolerende plastboks på toppen av en TV som stod på, og feltmølla ble plassert i riktig avstand over plata for å få korrekte målinger. Ledningen ble i denne innledende fasen holdt horisontalt og vekk fra skjermen. Da ledningen ble sluppet og falt ned, gjorde den ofte noen byks før den klistret seg inntil skjermen. I løpet av ett til to sekunder steg spenningen på metallplata til over 10 000 V. Spenningen falt så i løpet av 5–10 s til mellom 1000 og 6000 V. Spenningsverdiene varierte litt fra forsøk til forsøk, men lå stort sett i dette området. For en ledning med bedre isolasjon, holdt spenningen seg enda høyere og i lengre tid.

Når så en jordledning ble ført bort mot metall plata, slo det gnister mellom dem når avstanden kom ned til noen få millimeter. Ledningen spratt da ofte sidelengs for så å klistre seg til skjermen på et annet sted. Like etter slo det en ny gnist mellom jordledningen og metallplaten i enden av ledningen, og på ny spratt ledningen til et nytt område på skjermen. Slik kom det en rekke gnister etter hverandre med noen tiendedels sekunder mellom hver. Det var nok denne effekten som lå bak pulstoget av støy vi registrerte på audiometeret i våre første forsøk. En ledning med en bedre isolasjon spratt langt mindre enn den med mer vanlig isolasjon.

En mulig forklaring

Hvordan kan disse observasjonene forklares fysisk? Jeg tror det er enkelt å forklare at man får et betydelig potensial på metallplaten. Metallet i ledningen og metallplaten utgjør et isolert system som i utgangspunktet er elektrisk nøytralt. Når ledningen faller ned foran TV-skjermen, og skjermen har en betydelig ladningstetthet av positive ladninger, vil disse trekke på negative ladninger i ledning–platestystemet. Vi får da en opphopning av negative ladninger i ledningen som ligger inntil skjermen, og det blir underskudd av negative ladniger på metallplaten. Ledning pluss TV-skjerm danner da en kondensator som er koblet til metall platen, og som i sin tur danner en åpen kondensator mot jord. Vi får da en spenningsdeling mellom den positive overflaten av TV-skjermen gjennom ledning-platesystemet og videre til jord. Ledning–platesystemet kan da havne omtrent midt mellom de to potensialene, og det er nettopp det vi måler. Over tid vil isolasjonen rundt ledningen lekke noen ladninger slik at effekten avtar, og ledning–platesystemet havner noe nærmere null enn halvparten av den tilsynelatende spenningen på TV skjermen. Dette kan vanskelig forklare hvorfor ledningen hopper langs skjermen når man får gnistutladningene mellom jord og metallplata. Men nøyere observasjoner synes å gi en god forklaring også for dette fenomenet, basert på hovedmodellen angitt ovenfor. Dersom ledning– platesystemet havner på omlag 10 000 V, vil det være et elektrisk felt over isolasjonen rundt ledningen på om lag 10^7 V/m, som er helt på grensen av hva isolasjonen tåler. Når platen jordes, vil det elektriske feltet over isolasjonen bli omlag dobbelt så stort, og da slår det elektriske gnister gjennom isolasjonen. Negative ladninger legger seg på overflaten av TV-skjermen og nøytraliserer de positive ladningene der. Det blir da en redusert tiltrekning mellom ledningen og skjermen der ledningen var da gnisten slo gjennom. Men i nærliggende områder av TV-skjermen er den positive ladningstettheten fortsatt stor. Den negative ledningen dras da sidelengs til en ny posisjon, og vi får en ny forsterket polarisering av ledning–platesystemet, og en ny mulighet for at en gnist vil slå mellom jordledningen og metallplaten, som igjen gir dielektrisk gjennomslag av plastisolasjonen, ny nøytralisering og ny forflytning av ledningen.

Denne forklaringen baserer seg på observasjon av gnister mellom ledning og TV-skjerm samtidig som det går gnist mellom jordledning og metallplate. Videre blir den effektive spenningen på TV-skjermen redusert i til dels mange minutter etter at gnistene har gått, noe som igjen indikerer at vi har fått en nøytralisering av ladninger på overflaten.

Vi mener med dette å ha pekt på et hendelsesforløp som på en reproduserbar måte kan gi gnistutladninger mellom en MP3-spiller og et legeme som ligger omtrent på jordpotensial, eller i det minste flere tusen volt lavere enn potesialet på TV- skjermoverflaten. Vi har sett at slike gnister slår inn i MP3-forsterkeren og gir kraftige støypulser, og at

en rekke etterfølgende gnister kan gi mer energi til støyen.

Men hva så med den uheldige jenta? Jeg tror at det har skjedd gnistutladninger gjennom bukselommen inn mot låret selv om hun ikke la merke til det. Vi kan også spekulere på om effekten kan ha vært ytterligere forsterket ved vanlig gnidningselektrisitet mens jenta gikk forbi TV-en. Hun kan lett ha kommet opp i flere tusen volt ved vanlig gnidningselektrisitet mellom seg og f.eks. et gulvteppe. Dersom hun da ble ladet opp negativt, vil spenningsforskjellen mellom spiller og låret kunne ha kommet opp i langt over 10 000 V. Men selv uten en slik oppladning, vil prosessen vi har skissert kunne forklare at det genereres kraftige støypulser i øreproppen hun hadde i øret. Vi kan imidlertid ikke fastslå ut fra våre eksperimenter, om disse støypulsene var så kraftige at de førte til hørselskaden.

Flere kan bli skadet

Fenomenet vi beskriver kan lett tenkes å skje for flere systemer i vår øreproppprike hverdag. Det synes å kunne inntreffe for de fleste typer lignende lydkilder, så som handsfri mobiltelefoner, walkman, små radioer osv. Det er derfor fare for at det kan bli flere som får hørselskader av denne effekten. Effekten er da også rapportert inn av flere, men foreløpig er det vel bare i ett tilfelle at støyen har ført til permanent nedsatt hørsel. Dette fenomenet blir fulgt opp videre både av MP3-produsenter og av Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap. Det gjelder om mulig å finne en måte å unngå problemet på slik at ikke flere får skadet hørselen.

Det er et tankekors at effekten vi beskriver bare vil kunne forekomme på tradisjonelle TV-er av katodestråletypen. Det kraftige statiske elektriske feltet på fronten kunne lett ha vært fjernet dersom fabrikantene (og forbrukerne) hadde gått inn for det. På dataskjermer ble slike felt fjernet allerede for omtrent femten år siden da "lavstråleskjermer" ble vanlig, og uten at det førte til merkbar økning i pris. Grunnen til at man ikke har fjernet denne ladningsoppbyggingen i TV-er er at man vanligvis betrakter TV-en fra flere meters avstand, men sitter nær en dataskjerm. Hadde teknologien for å fjerne ladninger på skjermoverflaten vært anvendt på TV-ene, ville antakelig ikke denne ulykken med MP3-spilleren ha forekommet. De nye flatskjerm-TV-ene har ikke noe kraftig elektrisk felt fra skjermoverflaten, og vil derfor ikke kunne gi kraftige støypulser, så langt vi forstår fenomenet i dag.

Tips til egne forsøk

For lesere som ønsker å teste ut dette fenomenet på egen hånd, vil jeg nevne at overflaten på en TV-skjerm er av glass med høy isolasjonsevne. Ladninger på overflaten vil da kunne bli liggende i mange minutter uten å flytte seg nevneverdig. Dersom en ønsker å få reproduserbare forsøk av samme type som er skissert her, må en sørge for at ladningstettheten på skjermen er mest mulig reproduserbar fra ett ekseperiment til et annet. Jeg har oppnådd dette ved å føre en jordet, elektrisk ledende plastpose gjentatte ganger over hele skjermen mens TV-en er helt avskrudd. Når TV-en da slås på, blir ladningstettheten positiv og går opp til nokså nær samme verdi gang etter gang, i alle fall så lenge luftfuktigheten i rommet er uendret. Man må også fjerne ladninger fra overflaten av isolasjonen rundt ledningen fra gang til gang, og jorde metallet mid lertidig i plate og ledning for at også den delen av systemet skal ha en reproduserbar tilstand.

En må selvfølgelig IKKE lytte til braket i øreproppene direkte dersom en anvender en MP3-spiller eller tilsvarende i et forsøksoppsett som skissert her. Man skulle ikke tro at det er mye energi i gnister i så enkle og små system som det her er snakk om, men forsterkeren i MP3-spilleren sørger for at signalet som kommer til øreproppen likevel blir betydelig. – Vær forsiktig!

Jeg takker Karl Måseide for nyttig hjelp til å stramme inn min fyldige skrivestil.

∞

GOD PÅSKE!

Bokkronikk

Helge Kragh m.fl.: Naturvidenskab i 1000 år. Dansk Naturvidenskabs Historie, Bind I og II. Aarhus Universitetsforlag, 2005, (ca. 480 sider pr. bind). Pris pr. bind: Dkr 500. Fire bind i subskription: Dkr 1500.

Dansk naturvidenskab har endelig fået sin egen historiske fremstilling. En veloplagt gennemgang af 1000 års vekslen mellem fremdrift og åndelig stilstand.

Der findes beskrivelser af den danske kulturs historie, dansk litteraturs historie, dansk billedkunsts historie, dansk udenrigspolitisk historie og så videre. Men der har ikke eksisteret en samlet beskrivelse af dansk naturvidenskabs historie. Det rådes der nu bod på. "Dansk naturvidenskabs historie" er et stort og flot illustreret værk i fire bind, hvoraf de to første er udkommet, mens de sidste to udkommer til april 2006.

Værket er et hovedresultat af *et videnskabshistorisk forskningsprojekt,* som Helge Kragh og Henry Nielsen fra Steno Instituttet ved Aarhus Universitet, har taget initiativ til, og som 30 danske og udenlandske forskere har arbejdet på de sidste fem år.

Det første bind med titlen "Fra Middelalderlærdom til Den Nye Videnskab" dækker perioden fra omkring år 1000 til 1730.

Det andet bind, der har fået titlen "Natur, Nytte og Ånd", beskriver perioden fra 1730 til 1850.

Begge bind er skrevet af *Helge Kragh* med bistand fra en række af forskerne i projektet, og skillelinjen omkring 1730 er valgt af den kedelige årsag, at den repræsenterer et historisk lavpunkt i dansk naturvidenskab.

Efter højdepunkterne med Tycho Brahe, Bartho linfamilien, Steno og siden Ole Rømer, lå natur videnskaben her i landet nærmest død i år tierne mellem 1710 og 1730. Men inden vi får forfatternes bud på, hvorfor det gikk så galt, må vi tilbage til naturvidenskabens spæde begyndelse her i landet, hvor vi finder de første danske bidrag i 1200-tallet.

Vikingetiden. Ganske vist var der stor teknologisk kunnen i vikingetiden, men den var forbundet med håndværk og var ikke, hvad vi i dag ville kalde vidensbaseret. Det er også svært at finde troværdige vidnesbyrd om for eksempel astronomiske aktiviteter i vikingetiden, så det første væsentlige danske bidrag til naturfilosofien er formodentlig et omfattende skabelsesdigt, *Hexaëmeron,* som ærkebiskop Anders Sunesen skrev omkring 1200.

Sunesens værk ville ikke leve op til nutidens forskningskrav om nyhed og originalitet, men det var ikke et kriterium i middelalderen. Idealet var at gengive autoriteterne så korrekt som muligt, ikke at skabe ny viden. Bedømt ud fra datidens standard var Sunesens værk derfor både vellykket og lærd. For nutidens læsere er det måske interessant, at Sunesen allerede for 800 år siden afviste den horoskopiske astrologi, idet han med teologiske argumenter slog fast, at Gud har velsignet mennesket med tænkningens gave, og mennesket derfor ikke skal adlyde en "livløs og sanseløs stjerne".

Astrologien holdt sig dog umådelig populær i de efterfølgende århundreder og kom eksempelvis til at indgå i fundatsen for Københavns Universitet, ligesom universitetets almanakker udkom med alle mulige astrologiske forudsigelser. I løbet af 1600-tallet begyndte astrologien dog at miste sin autoritet, men først fra 1685, hvor Ole Rømer overtog ansvaret for Rundetårn og almanakkerne, forsvandt astrologien helt fra den officielt anerkendte astronomi. Den folkelige tro på astrologi i en eller anden form levede dog videre i lang tid herefter.

Den tidlige naturvidenskab fandt stor inspiration i de græske filosoffer, som efter oversættelser til latin og tilpasning til kristendommen, fik stor udbredelse i 1200 tallet. Der var flere danskere, som bidrog til at udbrede kendskabet til den græske filosofi, og der var stor interesse for at tage til udlandet for at studere, især ved de tidlige universiteter i Paris og Bologna. Derimod ser det ikke ud til, at der var danske bidrag til den næste fase i udviklingen – middelalderens kritik af antikkens forestillinger, der førte til nye tanker i filosofi og fysik. På trods af en vedvarende stor interesse for at studere i udlandet er der videnskabeligt ikke meget at fortælle fra den danske katolske middelalder.

Reformationen. Den situation ændrede sig med Reformationen i 1536, der blev indledningen til en naturvidenskabelig revolution i Danmark. Efter afskaffelsen af det katolske bispevælde blev kirken underlagt verdslige magtfaktorer – først og fremmest adelen. Men kirken havde stadig stor politisk og kulturel betydning og spillede den absolut vigtigste rolle i videnskaben. Selv om naturvidenskaben fungerede på religionens præmisser, blev den også stimuleret deraf. Lærdom blev betragtet som

Guds gave og måtte af den grund nyde beskyttelse, og studiet af naturen var næsten at regne for en kristen pligt.

Studierejserne til udlandet fortsatte med at være meget populære, men gik nu i højere grad til Rostock og Wittenberg, som blev centre for den sande lutherske lære. Udgifterne til de langvarige og nærmest obligatoriske udlandsophold for danske lærde nåede endda en størrelse, hvor de fik betydning for nationaløkonomien, og som det bemærkes i værket, var det uvist, om indtægten i form af faglig og kulturel kompetence til hjemlig brug stod i et rimeligt forhold til udgifterne. En rejse til udlandet var dog normalt en enkeltstående begivenhed – om end langvarig – i ungdommen, hvorefter kontakten med udenlandske kolleger blev holdt ved lige gennem omfattende korrespondance. Den internationalisering, som er blevet et populært middel i forskningspolitikken i vore dage, eksisterede således i bedste velgående i 1500-1600 tallet. Bekymringen for de omfattende rejseudgifter fik dog i 1623 Rigsrådet til at ændre præsteskolen i Sorø til et adeligt akademi som et alternativ til udlandets læreanstalter.

Københavns Universitet stod i flere århundreder som det ubestridte center for dansk videnskab, men i sidste fjerdedel af 1500-tallet fik universitetet seriøs konkurrence fra Tycho Brahes særdeles frugtbare "forskningscenter" på Hven. Som bekendt fik Tycho Brahe en meget rundhåndet støtte til sin forskning direkte fra kongen, og i forhold til nutiden hvor det er et officielt mål at satse på forskning, der nytter, forventede kongen ikke nye opfindelser eller ny manufaktur af Tycho Brahe, men derimod nok, at han kastede glans over kongen og dermed øgede kongens status.

I det hele taget var forskerne mest optaget af akademisk lærdom, og ikke af at anvende den til praktiske formål, dog med vigtige undtagelser inden for botanik og lægevidenskab. Tankegangen bag indførelsen af *undervisning i fysik og anatomi* på Københavns Universitet er således også interessant. Ved at påpege de skabte tings skønhed og nytte ville man bevise Guds forsyn og almagt, og studiet af menneskekroppen, skabt i Guds billede, var et glimrende middel til at ind prente de studerende beundring og frygt for den almægtige skaber.

Det er karakteristisk, at forskerne var overbeviste om, at der var en formålsbestemthed i naturen, og at det derfor var helt anerkendt at bruge teologiske argumenter. Et eksempel helt fra slutningen af 1700-tallet er astronomen Thomas Bugge, der afviste teorien om dobbeltstjerner (der ellers kunne forklare variationen i en stjernes lysstyrke) ved at spørge, hvilken nytte, det skulle gøre, at en sol, som ikke behøver lys og varme, skulle dreje sig om en anden sol. På samme måde kunne Bugge argumentere for, at kometer var ufarlige, dels fordi hans beregninger viste, at sandsynligheden for et sammenstød var uhyre lille, og dels fordi han fandt det usandsynligt, at skaberen havde villet konstruere vores planet på en sådan måde, at den ved sin egen bevægelse skulle kunne ødelægge sig selv.

Tankegangen om formålsbestemthed i naturen, som i vor tid nu er genopstået med ideen om *Intelligent Design,* er således ikke nogen ny tanke. Den kan såmænd spores tilbage til Platon og Aristoteles, og tankegangen har været helt naturlig blandt videnskabsmænd i århundreder, som var overbeviste om, at verden var designet af en intelligent skaber, og at det var deres opgave at forstå og prise Guds skaberværk. Den eneste forskel ser ud til at være, at ideen om Intelligent Design ikke længere præsenteres som teologi, men som en naturvidenskabelig metode.

Guldalder. I tiden efter Tycho Brahe nåede dansk videnskab en guldalder i perioden 1645-65, hvilket interessant nok skete samtidig med, at ulykkerne nærmest væltede ind over landet i form af økonomisk tilbagegang, epidemiske sygdomme og ødelæggende krige.

Enevælden. Det afgørende slag mod videnskaben blev til gengæld indførelsen af enevælden i 1660, der ændrede magtforholdene og rangsystemet, således at der nu lagdes vægt på militære og administrative embeder. Kongemagtens og administrationens holdning til naturvidenskab blev nærmest præget af ligegyldighed, og det fjernede samtidig accepten af forskningen for forskningens egen skyld.

Forskerne reagerede naturligvis ved at satse på administration og gøre karriere som praktiske altmuligmænd. Det blev indledningen til en markant nedgangsperiode, hvor Ole Rømer næsten var det eneste lyspunkt. Rømer blev efter sin hjemkomst fra Paris, hvor han havde observeret lysets tøven, også brugt – og misbrugt – til en lang række praktiske og administrative opgaver. Når han alligevel var i stand til at arbejde videre med sine astronomiske studier, skyldtes det alene hans fabelagtige flid.

Stilstand. Efter Rømers død i 1710 var der i flere årtier stort set ikke længere nogen dansk videnskab at beskrive. I 1728 medførte Københavns brand, at universitetets omfattende bogsamling og instrumenter gik tabt, men på det tidspunkt var

nedturen for naturvidenskaben alligevel så fuldstændig, at branden såmænd ikke gjorde den store forskel.

Stilstanden varede til omkring 1750, som var starten på en 50-årig periode med økonomisk fremgang, blandt andet baseret på dansk skibsfart samt impulser fra den europæiske oplysningstid. Samtidig kom der en erkendelse af, at vejen til fremskridt i landbrugsproduktionen var videnskabeliggørelse, og der kom initiativer fra godsejere og statsmagten.

Men hvor det tidligere var Københavns Universitet, der var drivkraften i dansk videnskab, blev universitetet nu nærmest en forhindring for udviklingen, og man betragtede naturvidenskab med en blanding af mistro og ligegyldighed. Efter at lensgreve J.L. Holstein i 1754 bemærkede, at de københavnske professorer sjældent gjorde sig internationalt bemærket ved videnskabelige afhandlinger, blev kritikken straks imødegået af professorerne, der ikke så nogen særlig grund til at engagere sig i forskning. De var jo ansat til at undervise, og den opgave udførte de først og fremmest ved at videregive den eksisterende viden, hvilket ikke krævede nogen selvstændig forskningsindsats. Fra perioden findes flere underholdende eksempler på professorer, der tilsyneladende ikke udmærkede sig ved noget som helst.

Bedre tider. Når kårene for naturvidenskaben her i landet forbedredes et godt stykke ind i 1800-tallet, skete det derfor ikke på grund af, men på trods af universitetet. Det betød blandt andet, at udviklingen fandt sted på nye institutioner som *Den kongelige Veterinærskole.* Meget mod universitetets ønske gennemtvang staten for eksempel, at man fik nye professorater i botanik (1821) og kemi (1822). Sammenlignet med 1600-tallet var videnskaben ikke længere specielt internationalt orienteret, og især på Københavns Universitet var holdningen åbenbart den, at man klarede sig bedst uden forstyrrende impulser udefra.

Igen er det interessant, at den dybe økonomiske krise efter 1807 med efterfølgende statsbankerot ikke så ud til at få større konsekvenser for natur videnskaberne. I 1829 oprettedes *Polyteknisk Læreanstalt* (nu Danmarks Tekniske Universitet), hvor man udbød teknisk-naturvidenskabelig uddannelse på universitetsniveau, og året efter oprettes *Den kgl. Militære Højskole* (nu Hærens Officersskole), der også udbød naturvidenskabelig undervisning på et højt niveau.

Efter et meget langt tilløb oprettede Københavns Universitet i 1850 et *naturvidenskabeligt fakultet* og indvarslede dermed nye og bedre tider for naturvidenskaben. Periodens store fyrtårn i dansk naturvidenskab var *H.C. Ørsted,* der var meget påvirket af romantikken, som dermed også blev en stærk kraft i dansk naturvidenskab. Ørsted var dog også oplysningsmenneske og tog sine formidlingsopgaver meget alvorligt. I 1824 oprettede han for eksempel *Selskabet til Naturlærens Udbredelse,* der i øvrigt har udført formidlingsopgaver lige siden og blandt andet står bag udgivelsen af tidsskriftet *Kvant.* I det hele taget er Ørsted så dominerende, at den sidste halvdel af bind 2 har fået titlen "Ørsteds halve århundrede".

Lærdom og videnskab i Norge. I nogle kortere afsnit findes også en beskrivelse af det videnskabelige liv i Norge. Men da Københavns Universitet i høj grad var centrum for videnskaben i tvillingeriget, er det beskedent, hvad der er at fortælle fra tiden indtil 1800. Norge havde siden middelalderen haft eget skolevæsen med katedral- eller latinskoler og et gymnasium i Christiania, men da der ikke var noget universitet, blev det især læger og apotekere, der stod for udbredelsen af den nye naturvidenskab, ligesom præsterne formidlede medicinsk viden. Et eksempel er præsten Jens Møinichen, der var født i København, men fungerede som præst i Brønnøy, Bodø og Bergen, og hvis efterladte bogsamling giver et fint indtryk af tidens interesse for såvel den nye naturvidenskab som for trolddom og heksekunst. Spøgelser blev anset for virkelige væsener, hvis egenskaber var en naturlig del af den akademiske debat, og den norskfødte Joachim Frederik Rasmus, som senere blev matematikprofessor, forsvarede således i København i 1710 en disputats om spøgelser i Norge (*De spectris Norvegiæ fortuitis*), hvor han ikke ganske afviste spøgelser, men dog syntes at mente at de kunne forklares som optiske fænomener.

Den første almanak i Norge, som samtidig var den første trykte bog i Norge, udkom i 1644, og senere omtales en stor interesse for havekultur, hvor f.eks. Christian Gartner, der virkede i Trondhjem, udgav bogen "Horticultura" om dyrkning af norske haveplanter. Den var dog ikke helt fri for astrologi og overtro og anbefalede bl.a. at frugttræer skulle plantes efter astrologiske stjernetegn, ligesom et middel mod syge træer var at nedgrave dele af en død hun, gris eller høne.

Ambition. Det har været forfatternes ambition med deres værk at placere naturvidenskaben på det historiske Danmarkskort. Om det lykkes

vil eftertiden som bekendt vise, men det er i hvert fald lykkedes at skrive en særdeles veloplagt og underholdende fortælling med mange perspektiver på dansk naturvidenskab, og som kan læses af alle historisk eller naturvidenskabeligt interesserede.

Et enkelt irritationsmoment er en række fagudtryk, der benyttes i flæng og ofte først forklares senere i teksten, og hvor den ultrakorte ordliste ikke er til megen hjælp. Løsningen er at læse værket en gang til, hvad denne anmelder derfor straks gik i gang med. Heldigvis kan værket sagtens tåle flere gennemlæsninger.

Jens Olaf Pepke Pedersen
Center for Sol-Klima Forskning
Danmarks Rumcenter

∞

Bokomtale

Gaute T. Einevoll og Eirik Newth (red.): Naturens Kode. Gyldendal Akademisk. ISBN 82-05-34539-2 (260 sider) 410 kr.

Har fysikken avslørt naturens hemmeligheter?

Fysikkens år 2005 er nettopp avsluttet, og som fysikere er vi spente på den varige virkning av den mangfoldige markeringen. I Norge har Norsk Fysisk Selskap vært ansvarlig for markeringen av fysikkåret, og en rekke arrangementer og tiltak har funnet sted for å spre kunnskap om fagets mangfoldighet.

Som kjent er året 2005 valgt fordi det også er et 100-årsjubileum for den legendariske Albert Einsteins "annum mirabilis" – underets år. I løpet av ni måneder skrev han seks vitenskapelige artikler som alle har, sammen med bidrag fra mange andre, vært avgjørende for fysikkens eventyrlige utvikling i de påfølgende 100 år. Boka "Naturens Kode" er en samling av 19 bidrag fra norske forfattere fra forskjellige fagområder, som beskriver viktige deler av denne utviklingen. Boka er skrevet for den fysikkinteresserte leser. Fysikkfagets formidlingsproblem er at det aldri kan bli "sengelektyre" og samtidig være faglig forsvarlig. Bidragsyterne til denne boka har stort sett maktet å fremstille sine fagområder på en forståelig måte. Den gir leseren en interessant reise inn i fysikkens mangfoldige verden, men den lege leser må følge godt med i timen.

Bokas tittel "Naturens kode", antyder at fysikerne langt på vei har funnet denne koden, som formuleres i matematikkens språk. Og når sant skal sies er det ikke mindre enn forbløffende at den matematiske beskrivelse av den fysiske verden har en slik formidabel suksess. Men dette er også fysikkformidlingens problem; de færreste lesere mestrer dette språket. Boka er derfor, som alle populærvitenskapelige fysikkbøker, fri for matematiske formler (bortsett fra $E = mc^2$, som i dag er allemannseie). Dette er en utfordring til forfatterne, men utfordringen er i meget stor grad mestret.

De forskjellige forfattere presenterer sine fagområder på forskjellig vis. Det vil alltid være fristende å dvele lengst ved egen faglig virksomhet, og evnen til å løfte blikket ut over egen forskningsmark er variabel også hos bidragsyterne i denne boka. Personlig likte jeg aller best de bidrag der forfatterne også setter fysikken inn i en kulturhistorisk og filosofisk sammenheng.

Fysikk er på mange måter det mest nøkterne vitenskapelige korrektiv til dagens mangfoldige flora av alternativbevegelser. I tillegg har fysikken – spesielt gjennom det århundret som vi har markert – lagt grunnlaget for den teknologiske utviklingen som stadig pågår med akselererende fart. Fysikken nyter derfor stor prestisje og respekt. Det har vært påpekt av flere at fysikere derved står i fare for å bli et nytt "presteskap" – de som alene forvalter sannheten. Fristelsen til å bli arrogant kan derved også bli tilsvarende stor. Muligheten til å ende opp i en vulgærreduksjonisme ("nothing but'ery") er også til stede. Bokas bidrag har imidlertid en betryggende distanse fra disse fallgruvene.

I det innledende kapitlet om naturens kode understrekes det forunderlige faktum at fysikernes verdensbilde er basert på noen få og egentlig forbausende enkle naturlover og et sett av ulike "mekanikker" med tilsvarende gyldighetsområder. Dette illustrerer det faktum som alle fysikklærere erfarer; fysikk er ikke et "huskefag", men et fag der forståelse er avgjørende.

I ett kapittel sammenlignes vitenskapelig metode, som er selvfølgelig og vanlig i all vitenskap, med "ikke-vitenskap". Dette er en god illustrasjon av vitenskapelig arbeids- og tenkemåte. Kapitlet viser også en holdning som ikke er fullt så vanlig; den "ikke-vitenskapelige" metode forkastes ikke umiddelbart, men behandles med respekt – selv

om den altså er "ikke-vitenskapelig".

Det forunderlige faktum – at naturen kan beskrives i matematikkens språk – er dypt rotfestet hos fysikere. Og som sant er, den matematiske beskrivelsens overensstemmelse med observerte fenomen må karakteriseres som overbevisende, ja, i mange tilfeller forbløffende. Kapitlet med tittelen "Tallenes tale" er en meget interessant og reflekterende beskrivelse av dette. Helt siden Pytagoras, ja, kanskje enda før, er matema tikken i stadig større grad blitt fysikkens språk. Det er nærliggende å tro at det var gjennom systematiske observasjoner av den fysiske virkelighet at matematikken tok sine første utviklingsskritt. Forfatteren av dette kapitlet sammenligner fysikerens matematiske modeller med en kunstners verk, de er produkter av menneskelig kreativitet. Og det merkelige er at kunstverket skapes i en stilart som gir den enkleste og vakreste beskrivelsen. Dette er både underlig og spennende, ikke minst i lys av Kurt Gödels oppdagelse: En matematisk teori kan ikke være både konsistent og komplett.

Kvantefysikken har fått sin selvsagte plass i et av bokas kapitler. Med utgangspunkt i den historiske utviklingen beskrives kvantemekanikkens mange underlige egenskaper som så radikalt utfordrer vår daglige erfaring og tilvante forestillinger. Ikke desto mindre er kvantemekanikken det teoretiske grunnlaget for noen av de mest revolusjonerende teknologiske nyvinningene i det forrige århundret. Dette vanskelige temaet er meget godt framstilt, sammen med vyer om det spennende nye feltet for fremtiden: kvantefysikk og informatikk.

Fysikken er i ferd med å trenge inn i andre fag; grensene blir mer og mer diffuse. Boka har gode og velskrevne kapitler om de tradisjonelle fysikkdisiplinene, men den har også eksempler på områder der fysikkens metoder og modeller etter hvert har beveget seg inn i andre fag. Astrofysikk og partikkelfysikk har sin selvskrevne plass, likeså faste stoffers fysikk. En kjernefysiker savner imidlertid et kapittel om sitt fagområde, det samme vil nok også gjelde for en plasmafysiker. Kapitlene om komplekse systemer og om liv og bevissthet, beskriver "unge" og spennende fagområder. Vi leser også om fysikken for vær og klima, metodene for å finne olje under havbunnen, medisinsk fysikk, fysikk i lette metaller og tung industri, energifysikk og om fysikkens bidrag til IT-revolusjonen. Tre fremragende norske fysikere er viet egne kapitler; vi leser om arven etter Kristian Birkeland og om de to norske nobelprisvinnere Lars Onsager og Ivar Giæver.

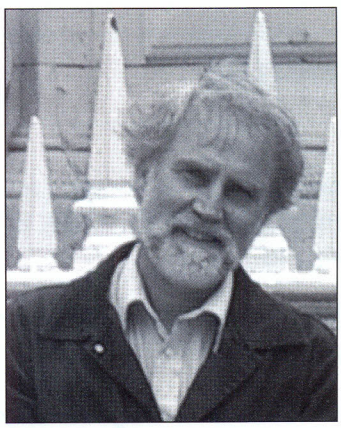
Denne boka er god, og kan varmt anbefales så vel for lærere som for elever i den videregående skolen, ja, for alle som vil vite mer om dette fascinerende faget. Vi har sett flere til dels meget positive anmeldelser av boka, og kan bare slutte oss til dem. Og om noen gir uttrykk for at noe av stoffet kan være vanskelig, kan vi også slutte oss til det med å gjenta at fysikk er ikke "sengelektyre".

F. Ingebretsen

∞

Nye Doktorer

Terje Brundtland



M.Sc. Terje Brundtland forsvarte 8. februar 2006 sin avhandling *Pneumatics Established – Francis Hauksbee and the air-pump,* for graden Doctor of Philosophy ved Universitetet i Oxford.

Emnet for avhandlingen er en analyse av arbeidet til den engelske instrumentmakeren Francis Hauksbee (1660–1713). Gjennom sine studier av vakuumpumpens tidlige utvikling i England viste Brundtland at takket være Francis Hauksbees pionérinnsats ble vakuumteknologien allerede under første halvdel av 1700-tallet sett på som en selvstendig forskingsdisiplin innen naturvitenskapene, med egne metoder, terminologi, litteratur, instrumenter og håndverkere. Francis Hauksbee kan derfor betraktes som grunnleggeren av den moderne vakuumteknologi. Før hans tid fantes det kun et par vakuumpumper i England. Disse var upålitelige og vanskelige å bruke, og forsøksresultat fra vakuumeksperiment var generelt svært omdiskutert. Terje Brundtland har bygget en kopi av et av Hauksbees eksperiment for å dokumentere instrumentets

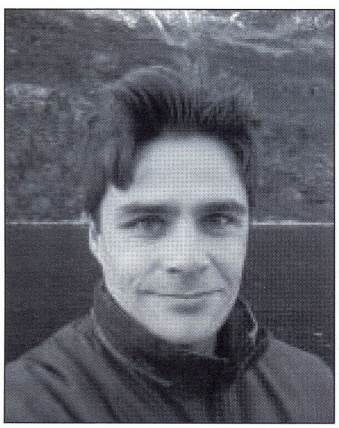
virkemåte. Han har tidligere renovert Kr. Birkelands terrella-eksperiment i Tromsø.

Studiet ble foretatt ved Museum of the History of Science, University of Oxford, England, med professor Robert Fox og dr. Stephen Johnston som veiledere.

Det er ikke ofte norske studenter forsvarer en avhandling i fysikk ved Universitetet i Oxford, og dette er kanskje første gang en nordmann har tatt doktorgraden i historisk fysikk. Brundtland har måttet finansiere doktorstudiet av egne midler.

∞

Robert Jenssen



Siv.ing. Robert Jenssen har forsvart sin avhandling *An Information Theoretic Approach to Machine Learning* for graden dr.scient. ved Institutt for fysikk, Universitetet i Tromsø.

Avhandlingen omhandler utvikling av nye datateknikker og kriterier for å måle statistisk informasjonsmengde i datasett. Jenssen har brukt disse informasjonsteoretiske kriteriene for å programmere datamaskiner til å utføre klassifisering av objekter som er representert ved målinger som presenteres for en datamaskin i form av et datasett.

Gruppering av objekter er viktig innen mange områder som bildebehandling, talegjenkjenning, signalkomprimering etc. Jenssens teknikker kan for eksempel potensielt være til hjelp for å gruppere svulster i kategoriene "godartet" eller "ondartet." Jenssen har også utviklet teknikker som kan klassifisere områder i bilder. Potensielle anvendelser for dette kan være å finne oljesøl på havoverflata.

I prosjektperioden har Jenssen vært gjesteforsker ved University of Florida og ved University of Aberdeen. Veileder for prosjektet har vært professorTorbjørn Eltoft. Sammen har de publisert deler av prosjektet i tidsskriftet *Pattern recognition*, og har fått "Certificates of Honorable Mention" for denne artikkelen, en utmerkelse som bare gis til "outstanding papers" gjennom året.

Jenssen er nå midlertidig ansatt som førsteamanuensis ved Institutt for fysikk ved UiTø.

∞

Rolf Vegar Olsen

Cand.scient. Rolf Vegar Olsen forsvarte 25.11.2005 sin avhandling *Achievement tests from an item perspective* for dr.scient.-graden ved Universitetet i Oslo.

Avhandlingen presenterer analyser av data fra en stor internasjonal undersøkelse av elevers prestasjoner i matematikk, norsk og naturfag, knyttet til Programme for International Student Assessment (PISA), som er en del av OECD sitt arbeid med å utvikle pålitelige indikatorer for å kunne sammenlikne utdanningssystemer i medlemslandene.

I dette arbeidet inngår det to hovedspørsmål: Hva er egenarten til informasjonen vi får fra de enkelte oppgavene i denne elevtesten? Og hva er det analytiske potensialet til denne informasjonen? Disse spørsmålene har gitt retning til flere analyser av dataene. I avhandlingen spørres det hvorfor det er relevant og mulig å analysere data knyttet til de enkelte oppgavene, og hvordan denne informasjonen inneholder en finstruktur utover de overordnete skåreverdiene for de enkelte land.

Avhandlingen utdyper hvorfor dette arbeidet kan brukes til å anbefale at data fra store internasjonale undersøkelser av elevers prestasjoner i naturfag i større grad bør anvendes i analyser rettet mot mer spesifikt faglige spørsmål innen naturfagdidaktikk.

Arbeidet har vært utført ved Institutt for lærerutdanning og skoleutvikling (ILS) ved Universitetet i Oslo. Professor Svein Lie har vært veileder. Rolf Vegar Olsen er forsker ved ILS knyttet til PISA-prosjektet.

∞

Marit Sletmoen

Cand.scient. Marit Sletmoen forsvarte 27. januar sin avhandling *Structure, dynamics and force-induced dissociation of biomolecular complexes involving polysaccharides* for dr.scient.-graden ved NTNU.

Biopolymerer, en gruppe lange kjedeformede molekyler som innbefatter DNA, proteiner og polysakkarider, er viktige byggesteiner i biologiske strukturer. Målet for doktorarbeidet har vært å benytte nyutviklede teknikker til å få økt forståelse av struktur, dynamikk og funksjon til biopolymerer og høyereordens strukturer av disse.

Arbeidet har omfattet undersøkelser av strukturer dannet av polysakkarider alene eller sammen med andre biopolymerer. Strukturene inneholder generelt kun et fåtall molekyler, og ble studert med bl.a. atomær kraftmikroskopi, størrelsesseparasjon og ulike spredningsteknikker. Stabiliteten til strukturene ble bestemt på enkeltmolekylnivå ved å bruke en ny metode som tillater kraftbestemmelse med piconewtonpresisjon. Metoden ga ny innsikt i virkningsmekanismen til industrielt viktige enzymer. Blant strukturene som ble studert, var sirkulære polysakkarider og komplekser dannet mellom polynukleinsyrer og polysakkarider. Sistnevnte kompleksdannelse er det første eksemplet på spesifikk gjenkjenning mellom polysakkarider og DNA-lignende stoffer. Utvikling og bruk av metoder som tillater å bestemme dimensjoner på nanometerskala og krefter på nanonewton-skala, vil i fremtiden bli viktige for å forstå og manipulere systemer med nanometerpresisjon.

Arbeidet er utført ved Institutt for fysikk. NTNU, med professor Bjørn Torger Stokke som veileder, og er finansiert av Norges forskningsråd og Institutt for fysikk, NTNU. Marit Sletmoen er nå post doc ved Institutt for fysikk, NTNU.

∞

Eivind Smørgrav

Sivilingeniør Eivind Smørgrav disputerte 3. november 2005 for graden dr.ing. ved NTNU, med avhandlingen *Critical properties of effective gauge theories for novel quantum fluids.*

Hydrogen utgjør ca. 3/4 av all synlig masse i universet, og det indre av Jupiter og Saturn antas å bestå av flytende metallisk hydrogen. Allikevel er det mange aspekter ved kondensert hydrogen som ikke er klarlagt, og det foregår eksperimenter flere steder i USA for å fremstille flytende metallisk hydrogen. Resultatene av doktorarbeidet til Smørgrav kan bidra til å avgjøre om dette lykkes ved å se etter superfluiditet og superledende egenskaper. I tillegg gir resultatene ny grunnleggende viten om systemer som fremviser sterke kvantemekaniske effekter.

Ved ekstremt lave temperaturer blir noen mangepartikkel systemer dominert av kvantemekaniske effekter, og kalles kvantevæsker. To slike væsker er metaller som leder elektrisk strøm uten motstand (superledrere) og væsker som flyter uten friksjon (superfluider). Ved 4 millioner atmosfærers trykk er det prediktert at hydrogen går over fra å være et molekylært fast stoff til å bli en væske av frie protoner og elektroner, såkalt flytende metallisk hydrogen. Smørgrav har studert effektive teorier for dette systemet analytisk og numerisk ved hjelp av tungregnemaskiner, og har funnet at det kan fremvise superfluiditet og superledning samtidig. Dersom dette blir eksperimentelt verifisert, vil flytende metallisk hydrogen danne en ny klasse

kvantevæsker, nemlig superledende superfluid.

Arbeidet er utført ved Institutt for fysikk, NTNU, med professor Asle Sudbø som veileder. Instituttet og Norges forskningsråd har finansiert studiet. Eivind Smørgrav er nå ansatt som senioringeniør i Statoil.

∞

Trim i FFV

Påskenøtt: Et cavoritt-problem

I et kurs i romteknologi ved Institutt for fysikk, NTNU, drøftet vi en problemstilling som vi hadde stor fornøyelse av, og som kanskje også kan glede noen av FFVs lesere. Vi tenkte oss at en fysikkstudent hadde gjennomført en vellykket prosjektoppgave og funnet ut hvordan han skulle kunne "slå av" gravitasjonsfeltet lokalt.

Jules Verne var tidlig ute med tanker om vektløshet. Men det var i H.G. Wells bok *"The first man in the moon"* (1901), at dr. Cavor fortalte om et nytt material han hadde skapt som han kalte *cavoritt*. Det skulle ha sett dagens lys den 14. oktober 1899, men er ennå ikke tatt i bruk av NASA for å få fram virkelige lavkostbudsjetter i deres romfartsprogrammer.

Det var etter en festnatt under UKA at den fremmelige fysikkstudenten fant på å slå av gravita sjonen lokalt ved Olavsstatuen på Trondheims torg, og klokken var 06:00 da det skjedde. Gravitasjonskraften på statuen opphørte da straks, og Olav Tryggvason ble plutselig vektløs!

Den festglade, men observante studenten bestemte seg for å notere posisjonen til Olav Tryggvason i tiden som fulgte, og gikk straks i gang med dette. Han skrev ned posisjonen som funksjon av tiden neste dag, og fortsatte med dette også i dagene som fulgte. Det vites ikke hvordan denne historien sluttet og hva studenten fikk erfare. Men vi antar at Olav Tryggvason sto såpass løst på sokkelen sin at han kunne ta av uten problemer dersom han skulle finne på det. Våre spørsmål er da følgende:

Hva skjer med Olav Tryggvason? Blir han stående, forsvinner han rett opp i lufta, eller går han ut i en jordbane? Hvis han skulle finne på å ta av, ville han da gå klar av husene omkring? Kan leserne beskrive hva studenten observerte i løpet av den første dagen og i dagene som fulgte? Dette litt usannsynlige tankeeksperimentet kan gi opphav til livlige diskusjoner, og vi ber om reaksjoner og løsninger fra leserne. Våre forslag til løsninger vil komme i et senere nummer av FFV.

Anders Johnsson og Gunnar Stette

∞

FFVT 1/06

Vin og vann

Vi har like store mengder av vin og vann i hvert sitt glass. Så slår vi en del av vinen over i vannet og blander godt. Deretter slår vi et like stort volum av blandingen tilbake i vinen. Vil det nå være mer vann i vinen enn vin i vannet?

Løsning FFVT 4/05

Pengeflytting

Vi hadde fem ruter på rad hvor det var plassert en en- krone i hver av de ytterste i den ene enden og en ti krone i hver av de to i den andre enden, slik at den mellomste ruta var tom. Oppgaven var å la en- og ti kronemyntene bytte plass ved nøyaktig åtte trekk som måtte være slik at en mynt enten ble flyttet direkte til et ledig naborom, eller den hoppet over en nabomynt til et ledig rom.

Dette kan gjøres ved følgende trekk:
En-kronen sklir og ti-kronen hopper,
ti-kronen sklir og en-kronen hopper.
Den andre en-kronen hopper og ti-kronen sklir,
ti-kronen hopper og den sist overhoppede en-kronen sklir.

∞

Nytt fra NFS

Nye medlemmer 7. februar 2006

Tor Birkeland
Fjellveien 19, 3121 Tønsberg

Tom Jarle Christiansen
Amundrødveien 54, 3295 Helgeroa

Tor Henning Olsen
Bøkeveien 4, 3960 Stathelle

Ivar Stokkeland
Kviteseidvegen 743 B, 3850 Kviteseid

Ole Johan Tennvassås
Pb 355, 9254 Tromsø

∞

B-POSTABO

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 Anne Borg
Institutt for fysikk, NTNU
e-post: anne.borg@phys.ntnu.no

Visepresident:
Professor Gunnar Løvhøiden
Fysisk institutt, UiO.
e-post: gunnar.lovhoiden@fys.uio.no

Styremedlemmer:
Forsker Gunnar Arisholm
Forsvarets forskningsinstitutt, Kjeller
Førsteaman. Øystein Elgarøy
Inst. for teoretisk astrofysikk, UiO.
Professor Jon Otto Fossum
Inst. for fysikk, NTNU.
Førsteaman. Kjartan Olafsson
Inst. for fysikk og teknologi, UiB.
Stipendiat Rolf V. Olsen
Inst. for lærerutd. og skoleutvikling, UiO.
Professor Einar Sagstuen
Fysisk institutt, UiO.
Professor Jon Samseth
Høgskolen i Akershus, Nordbyhagen.

Selskapets sekretær:
Stip. Henning Frydenlund Hansen
Institutt for fysikk, NTNU,
Høgskoleringen 5, 7491 Trondheim.
Tlf.: 73 59 07 26, Fax.: 73 59 77 10
e-post: henning.hansen@phys.ntnu.no
Bankgiro: 7878.06.03258

Fra Fysikkens Verden

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

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

Redaksjonskomité:
Førsteaman. Åshild Fredriksen
Inst. for fysikk, UiTø.
Professor Per Osland
Inst. for fysikk og teknologi, UiB.
Professor Per Chr. Hemmer
Inst. for fysikk, NTNU.
Førstelektor Ellen K. Henriksen,
Fysisk inst., UiO.

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
E-post: finn.ingebretsen@fys.uio.no
E-post: k.a.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.