Fra Fysikkens Verden

Nr. 3 – 2005
67. årgang

Utgiver:
Norsk Fysisk Selskap

Redaktører:
Øivin Holter
Finn Ingebretsen

Redaksjonssekretær:
Karl Måseide

Innhold

Arnt Inge Vistnes:
Magnetiske forstyrrelser av TV. . . 65
Hellesø, Hanssen og Fredriksen:
NSB-tog i Tromsø 71
Anders Johnsson:
Logoen til Verdens fysikkår 73
Fra Redaktørene 62
FFV Gratulerer 62
Øystein Håkon Fischer
Per Arnslett
Odd Løvhaugen og Ib-Rune Johansen
Gunnar Løvhøiden
Konferanser 75
Fysikermøtet 2005
Workshop for Woman in Physics
Fysikkolympiaden 2005
Elektro-optikkmøtet 2006
Bokomtaler 79
Øgrim/Andersen: Eksperimentboka
Bryson: En historie om nesten alt
Garlick: Verdensrommet
Johansen: Einstein i Norge
Stubhaug: Skjulte kodar
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

Nordic Workshop for Woman in Physics i Bergen
(Se referat)

ISSN-0015-9247

Fra Redaktørene

Det er ennå altfor tidlig å evaluere fysikkåret 2005. Den egentlige hensikten: å styrke fagets stilling i folks bevissthet, og ikke minst å gjøre faget mer populært for potensielle rekrutter, kan vanskelig registreres før om lang tid. For å oppnå det tror vi at faget i mange år framover må komme i tilsvarende fokus som i år.

Det har aldri manglet på interesse for fysikkens og astrofysikkens forunderlige verden blant publikum. De grensesprengende teoriene om alt fra de aller minste partikler til verdensrommets uendelighet fascinerer de fleste. På den annen side er media generelt ganske lavmælte når det gjelder denne delen av vår kultur. Ser vi bort fra ren underholdning, som for eksempel fotball, tar media det nærmest for gitt at interessen for andre kulturformer har en langt større utbredelse blant folk.

Denne skjevheten er det meget vanskelig å rette på, og årsakene kan være mange. Vi skal være varsomme med å presentere kvasi-sosiologiske forklaringer, men vi mener at media har en god del av ansvaret. Folk flest tror det de leser i aviser, hører på radio og ser på TV. Ikke bare det, men dersom et tema går igjen daglig vil de aller fleste av oss tro at temaet er av stor viktighet. Og her har vi fakta å støtte oss på. Undersøkelser av hva som for eksempel oppfattes som helsefarlig, er i svært dårlig overensstemmelse med hva som faktisk er farlig, men i god overensstemmelse med volumet av medieomtalen.

Vi håper at fysikkåret kan bidra til å snu denne utviklingen. Vi håper også at myndighetenes anstrengelser for å styrke realfagene i utdanningssystemet vil lykkes. For fysikkens vedkommende er det nå godt og vel ellevte time, idet skolens solide stab av fysikklærere er i ferd med å pensjonere seg uten tilstrekkelig ettervekst. Vi har lenge advart mot dette i denne spalten, men dessverre, til vår store forbaulselse erfarer vi at de færreste beslutningstakere leser Fra Fysikkens Verden.

∞

FFV Gratulerer

Randersprisen til Øystein Håkon Fischer

Utdannings- og forskningsminister Kristin Clemet overrekker Gunnar Randers Forskningspris til professor Øystein Håkon Fischer på IFE, 8. april, 2005. Leder av priskomiteen, professor Arne Skjeltorp, står klar med blomster.

Gunnar Randers Forskingspris for 2005 gikk til professor Øystein Håkon Fischer, Universitetet i Genève, Sveits, for hans banebrytende arbeider i materialvitenskapelig forskning, spesielt innen supraledning.

Fysikeren Øystein Fischer ble født i Bergen i 1942. Han har sin utdannelse hovedsaklig fra Sveits, og fikk sin diplomgrad i teoretisk fysikk i 1967 ved Ecole Polytechnique Federale, Zurich, og sin doktorgrad i 1971 samme sted. Deretter dro han til Department of Physics of Condensed Matter, University of Geneva, hvor han har vært professor siden 1974. I 2001 ble han leder for det sveitsiske "National Center of Excellence, Materials with novel electronic properties" (MaNEP). Dette tilsvarer de norske sentra for fremragende forskning.

Fischer har hatt en bemerkelsesverdig internasjonal karriere og en imponerende vitenskapelig produksjon med over 340 vitenskapelige arbeider. Han har vært engasjert i flere materialvitenskapelige felt og spesielt gjort banebrytende arbeid på ulike supraledende materialer, dvs materialer som kan lede elektrisk strøm uten motstand. Han har gjort avgjørende fundamentale oppdagelser av egenskaper og fenomener på disse eksotiske mate-

rialene som har økt mulighetene for mange svært avanserte teknologiske anvendelser innen ulike felt som for eksempel energisystemer, generatorer og motorer, kjemiske analysemetoder ved bruk av NMR, IKT samt energi- og transportsektoren. Fischer har også utført fremragende forskning på andre områder som metaller, magnetisme, lavtemperatur fysikk, høye magnetiske felt og tynne materialfilmer. Han har også videreutviklet og benyttet svært avanserte måleteknikker som "scanning tunneling microscopy" der en er i stand til å se enkeltatomer og de minste enhetene for magnetiske felt, såkalte flukskvant. Fischer har ikke bare bygget opp og ledet en formidabel forskningsaktivitet ved Universitetet i Genève. Originaliteten og betydningen av de vitenskapelige bidragene fra Fischer har også åpnet for nye forskningsfelt og mange ulike aktiviteter rundt omkring i verden ellers.

Fischer har i lang tid vært en sann norgesvenn. Han har vært den gode hjelper både i faglig og forskningspolitisk sammenheng, helt fra slutten av 70 tallet. Han har vært oppnevnt som faglig sakkyndig og medlem av referansegrupper i ulike sammenhenger og samarbeidet med forskere spesielt på NTH/NTNU. Han har i en årrekke betydd svært mye for å trekke fremragende forskere til Trondheim, rekruttert fra sin aktivitet i Genève.

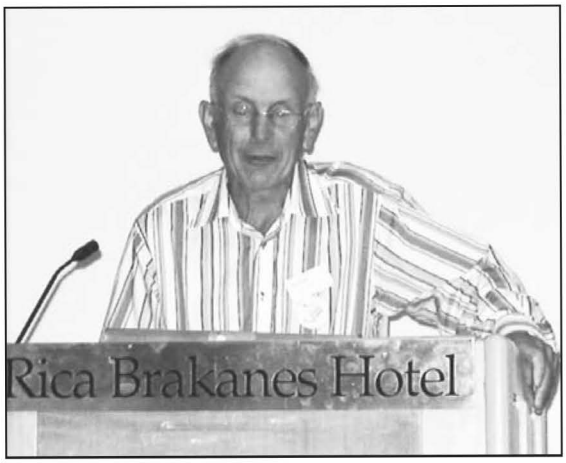
Fischer har flere utmerkelser. Han er Doctor Honoris Causa ved Universitet i Rennes, Frankrike, medlem av en rekke internasjonale vitenskapelige selskap og er innvalgt i Det Kongelige Norske Videnskabers Selskab i Trondheim.

Gunnar Randers Forskningspris består av et kunstverk og et beløp på NOK 100 000, og kan gis til nordmenn eller personer som har tilknytning til norske forskningsmiljøer. Prisen ble etablert i 2001 og deles ut hvert annet år for å belønne innsats til fremme av utviklingen innen grunnleggende materialvitenskap, innovasjon eller teknologiske gjennombrudd på dette området.
Dette var tredje gang Institutt for energiteknikk (IFE) delte ut denne prisen. Kong Harald overrakte den første Randersprisen til professor Thomas Ebbesen, Universitetet i Strasbourg i 2001. Professor Amnon Aharony, Tel Aviv Universitet, vant prisen i 2003.

Arne T. Skjeltorp

∞

Undervisningsprisen til Per Arnslett



Norsk Fysisk Selskaps Undervisningspris 2005 er tildelt lektor Per Arnslett ved Drammen videregående skole.

Årets undervisningspris er primært en pris til grasrota i norsk fysikk: en pris til alle de utrettelige, inspirerende og faglig-formidlende fysikklærerne som det finnes så mange av rundt om på landets skoler, og som prisvinneren er et fremragende eksempel på.

Per Arnslett har primært fått prisen for sin innsats som pådriver, utvikler, inspirator og veileder både for elever og kollegaer på Drammen videregående skole. En tilsvarende rolle har han også hatt i forhold til fysikklærere i hele Buskerud. Han får lovprisninger også fra lærere i skolen som ikke er realister, noe som vitner om at prisvinnerens innsats i skolen strekker seg langt utover det fysikkfaglige. Men denne prisen får han altså for sin innsats for fysikkfaget.

Prisvinnerens arbeid for fysikkundervisningen ved skolen og i regionen/fylket, går langt utover det som kan forventes av en *vanlig* fysikklærer. Arnslett har et stort nettverk av fysikkfaglige kollegaer innen universitetsmiljøene, forlag og blant fysikklærere utover det ganske land. Langt de fleste fysikklærere i dette landet har hørt om eller kjenner, prisvinneren. I de siste årene har prisvinneren vært et svært engasjert medlem av en gruppe fysikklærere som sammen med Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet og Universitetet i Oslo, har drevet fram utviklingsprosjektet "Fysikk for det 21. århundre", og han har vært en viktig initiativtaker og arrangør av regionale samlinger hvor bl.a. nye læreplaner i fysikk har vært et sentralt diskusjonstema. – *Vi gratulerer!*

∞

Simradprisen til Odd Løvhaugen og Ib-Rune Johansen

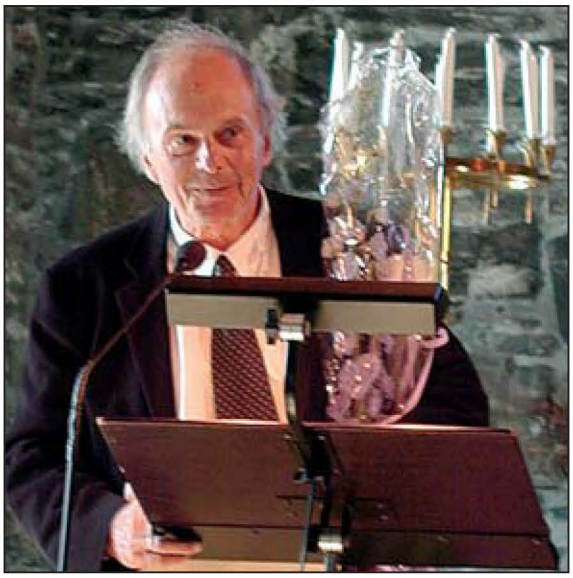
Ib-Rune Johansen (t.v.) og Odd Løvhaugen (foto fra "Elekrtronikk nett").

Simrad Optronics fagpris i elektrooptikk for 2005 ble tildelt forskerne Odd Løvhaugen og Ib-Rune Johansen ved SINTEF IKT i Oslo. De jobber med henholdsvis optiske målesystemer og dataanalyse, og med mikrosystemer og nanoteknologi. De har utviklet lavkost spektrometre basert på diffraktive optiske elementer (DOE). Med DOE teknologien kan optiske komponenter i et spektrometer erstattes av en liten plastbit på 1cm^2 produsert med CD-teknologi. Dette betyr at spektrometre blir langt billigere å produsere enn dagens standardinstrumenter, noe som åpner muligheter for konsumentprodukter baert på optisk spektroskopi.

Med den lille plastbiten kan lys av ulike bølgelendgder styres og fokuseres dit man vil i rommet, mens andre bølgelengder undertrykkes. I et spektrometer vil en kunne fokusere fem fritt valgte bølgelengder i rommet slik at disse skannes over en detektor. Unikt for spektrometeret er at algebra kan utføres direkte i målingen ved f.eks. å fokusere to bølgelengder til samme punkt i rommet og i ønsket styrkeforhold. Dermed kan deler av dataanalysen gjøres direkte i målingen, noe som både reduserer støy og kan øke følsomheten i målingene. Innenfor telekommunkasjon kan denne evnen til selektiv styring av lys f.eks. benyttes til å styre lys ved ulike bølgelengder som kommer i samme fiber inn på ulike ut-fibre. Arbeidet er et eksempel på hvordan en ved å benytte dagens teknologi innen ett område kan utvikle nye produkter og instrumenter innen andre felt. Spektrometeret har en rekke mulige anvendelsesområder. Med sine lave produksjonskostnader og mulighet for å benytte vanlige lyspærer som lyskilde, har det potensiale som industrielt produkt. Arbeidet er presentert i internasjonale fora og er også patentert. – *Vi gratulerer!*

∞

Birkelandprisen til Gunnar Løvhøiden



Birkelandprisen for 2005 er tildelt professor Gunnar Løvhøiden, Fysisk institutt, Unviersitetet i Oslo, for hans mangeårige innsats innen eksperimentell tungione kjernefysikk.

Løvhøiden har i 20 år deltatt i en uavbrutt rekke av internasjonalt ledende eksperimentelle grupper på dette området, først ved superprotonsynkrotronen ved CERN, og fra år 2000 ved den nye relativistiske tungioneakseleratoren RHIC ved Brookhaven-laboratoriet ved New York. I hele denne tiden har han vært den drivende kraften til å bringe norsk eksperimentell kjernefysikk til den internasjonale forskningsfronten innen tungione kjernefysikk, og å holde den der.

Hovedmålet med aktiviteten til Gunnar Løvhøiden og gruppen rundt ham, har vært å finne eksperimentelle signaturer for at kjernematerie ved høye trykk og temperaturer går gjennom en faseovergang til en ny tilstand som kalles et kvark gluonplasma. En slik tilstand har lenge vært forutsagt teoretisk som en konsekvens av kvantekromodynamikken, den moderne teorien for sterke kjernekrefter.

CERN-eksperimentene gav bare meget indirekte indikasjoner på eksistensen av en slik faseovergang i kollisjoner mellom relativistiske gull-ioner. Men

i april i år rapporterte BRAHMS-gruppen, som Løvhøiden tilhører, sammen med tre andre grupper ved RHIC, at de har funnet overbevisende eksperimentelle signaturer for en slik faseovergang. Interessant nok indikerer eksperimentene at den nye fasen er en væske med meget lav viskositet, i stedet for en gass eller et plasma, slik de fleste forutsigelsene gikk ut på.

Utenfor kjerne- og partikkelfysikernes rekker er kvark-gluonplasmaet og dets egenskaper, først og fremst av interesse for kosmologene. I henhold til dagens standard "big-bang"-kosmologi var hele det observerbare univers noen mikrosekunder etter "big-bang" et kvark-gluonplasma med temperatur på rundt $2 \cdot 10^{12}$ K. Oppførselen til dette plasmaet har bestemt utformingen av universet. Gunnar Løvhøiden er i tillegg til å være en fremragende eksperimentalfysiker også et organisatorisk talent, som i en årrekke har holdt en eksperimentell gruppe fordelt på to universiteter, Oslo og Bergen, samlet og fokusert. Han er medforfatter av det nye norske læreverket i generell fysikk for universitet og høyskoler. – *Vi gratulerer!*

∞

Magnetiske forstyrrelser av TV-bilder

Arnt Inge Vistnes *

Mulige virkninger av magnetfelt fra kraftledninger og varmekabler har vært diskutert i mange år. Nå har forstyrrelser av TV-bilder på grunn av magnetfelt også dukket opp som et problem. Her forteller vi litt om dette.

For noen år siden fikk jeg en henvendelse fra en kjendis i Oslo. Han og ektefellen hadde kjøpt seg et kjempeflott fjernsynsapparat, men bildet var langt fra tilfredsstillende. Han hadde klaget til forhandleren og hatt apparatet inne til justeringer og tester. Men i butikken fungerte TV-en utmerket, bare ikke hjemme i leiligheten. Hva kunne dette komme av?

Jeg møtte opp i ekteparets stue og fikk se forstyrrelsene selv. TV-bildet ble i perioder på noen sekunders varighet, betydelig forvrengt. Fargene endret seg og bildet ble også litt dreid og forskjøvet. Spesielt ille var forvrengningen i hjørnene av bildet. Hva kunne dette skyldes?

Jeg gjorde ulike målinger av elektriske og magnetiske felt i leiligheten. Målingene viste et kvasistatisk magnetfelt som stadig varierte litt relativt til det vanlige jordfeltet, og retningen på feltet varierte med styrken. Etter å ha målt litt rundt omkring i leiligheten, tegnet det seg et nokså klart bilde av hvor kilden til feltet måtte være, og jeg kunne ta med meg måleutstyret ut på gaten (en etasje under ekteparets leilighet) for å slå fast at magnetfeltet kom fra en kabel som var nedgravd i fortauet. Jeg fulgte kabelen et kvartal og kom da til en gate hvor det gikk trikkespor. Der kunne jeg følge kabelen (og magnetfeltet) helt til kabelen kom opp gjennom asfalten og gikk opp til kjøreledningen for trikken. Da var det ingen tvil lenger om hvem "synderen" var.

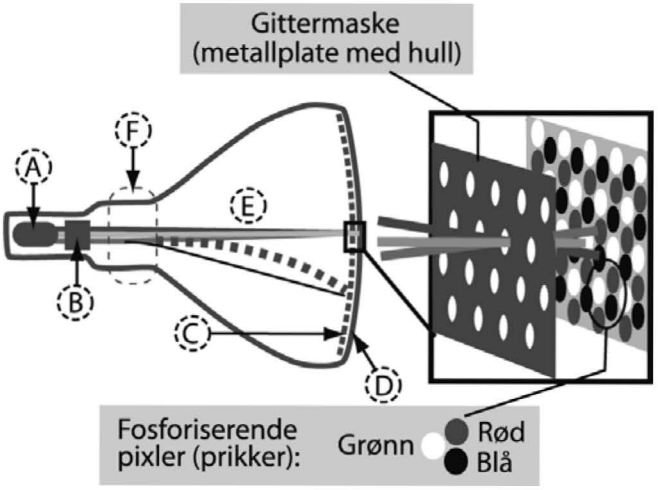
I vår fikk jeg en liknende henvendelse. Denne gang gjaldt det et helt nytt boligområde der enkelte av beboerne klaget over at TV-bildet ble forvrengt. De la først og fremst merke til at bildet var rotert om apparatets lengdeakse, og at fargene ikke var riktige. Boligfeltet lå langt fra trikkeskinner, og forstyrrelsene var konstante over tid, så her kunne man ikke klandre Sporveien. Jeg fant ved målinger at denne gangen skyldtes problemet magnetfelt i armeringen i gulv og tak i leilighetene.

Disse prosjektene har mye til felles, og innebærer praktisk fysikk, så la oss se litt nærmere på saken.

*Fysisk institutt, Universitetet i Oslo

Hvorfor blir TV-bilder forvrengt?

Et "gammeldags" TV-apparat er laget som et katodestrålerør (figur 1). Elektroner frigis fra katoden A bakerst i apparatet, akselereres til anoden B, og flyr fram til innsiden av fronten av skjermen, hvor de treffer et fosforiserende belegg D som gir fra seg synlig lys. Elektronene skytes ut fra tre ulike "kanoner" og går gjennom et gitter C (plate med huller). På grunn av at de tre strålene har litt ulik vinkel, tref fer de belegget i ulike fosforiserende flekker som enten lyser rødt, grønt eller blått. Elektronstrålene styres ved hjelp av spoler som ligger på utsiden av bilderøret i området F, og strøm gjennom spolene sikrer at strålene kan styres linje for linje fra topp til bunn i bildet. Dette hører med til grunnutdanningen for oss fysikere.



Figur 1. Prinsippskisse for et bilderør for farge-TV (ikke triniton). Forklaringer i teksten.

Men så kommer utfordringene. Hva skjer når TV-en plasseres i et ytre magnetfelt i tillegg til jordens eget magnetfelt? Da skulle vi forvente at strålen ble avbøyd på liknende måte som den ellers styres av magnetfeltet i TV-apparatet. Men dersom noe slikt var tilfelle, ville også jordens magnetfelt i prinsippet påvirke et TV-bilde, og det innbiller vi oss kanskje at det ikke gjør. Men da tar vi feil. Snur vi et vanlig TV apparat på hodet (helst mens det står på) vil vi se at jordmagnetfeltet påvirker bildet. Det mest fremtredende er at fargene endres.

Jordens magnetfelt

Jordens magnetfelt har en styrke på ca. 50 mikrotesla (μT) her hos oss, og peker på skrå i nordlig retning inn i jorden. I Oslo-distriktet er vertikalkomponenten ca. 48 μT nedover og horisontalkomponenten ca. 16 μT mot magnetisk nord. Det vil si at jordfeltet har en retning som er om lag 20 grader fra loddlinjen. Vertikalkomponenten er derfor dominerende, og vi ser effekten av denne når vi snur TV-en på hodet.

Får vi tilsvarende problemer om vi vender TV-en med fronten nordover sammenliknet med å vende den sydover? Vel, ikke normalt, for akselerasjonsspenningen i TV apparater er vanligvis tilstrekkelig til at bildet ikke skal bli nevneverdig forstyrret av horisontalkomponenten av jordfeltet. Men når et ytre magnetfelt blir noe sterkere enn jordfeltet, oppstår det problemer.

TV-apparater må justeres for å gi riktige bilder i det jordmagnetfeltet vi har. Et TV-apparat justert for Norge ville ikke fungere optimalt om det ble med på et flyttelass til Australia. Det er som for et vanlig orienteringskompass: Tar vi med oss et skandinavisk kompass til Australia, vil vi se at sydenden av nåla henger tydelig lavere enn nordenden. Liknende er det også med TV-apparater. Vi må kompensere for jordfeltet ved hjelp av et ekstra magnetfelt. På enkelte TV-er kan man gjøre denne justeringen selv ved å endre på posisjonsinstillingene, men på andre må en servicemann gripe inn i apparatet for å gjøre den nødvendige justeringen. Og blir det ytre magnetfeltet flere ganger sterkere enn jordfeltet, holder det ikke med innebygde justeringsmuligheter. Bildet blir da nokså ubrukelig.

Men skal ikke apparatet kunne tåle alt dette, lurer mange på. Vi hører jo det lille smellet hver gang vi slår på TV-en idet den såkalte degaussingen finner sted. Denne er først og fremst til for å fjerne restmagnetisering i alle ferromagnetiske strukturer i TV-apparatet. Ellers kunne vi risikere at det over tid bygget seg opp et betydelig magnetfelt fra ulike deler av apparatet som ville forstyrre bildet. Degaussingen sørger imidlertid ikke for å kompensere fullt ut for det ytre magnetfeltet. Enhver som har forsøkt å nulle ut jordmagnetfeltet i fysiske eksperiment vet at *det* er nærmest umulig dersom vi bare har spoler som er mindre enn det volumet vi skal nulle ut feltet i.

Her er det naturlig å nevne en detalj i forklaringen av fargeendringene på en TV-skjerm i et tilstrekkelig kraftig ytre magnetfelt. Vi kan jo flytte hele bildet en god del ved hjelp av justeringsinnstillingene uten at det blir noen lett synlig fargeendring. Og når vi flytter bildet, skjer jo dette nettopp ved hjelp av et statisk magnetfelt (en DC-strøm) i styrespolene på apparatet (område E på

figur 1). Hvorfor kan vi flytte bildet uten fargeendringer på denne måten mens et ytre magnetfelt kan gi kraftige fargeendringer selv om bildet flyttes betydelig mindre enn ved justeringsinnstillingene? Er det forskjell mellom indre og ytre magnetfelt?

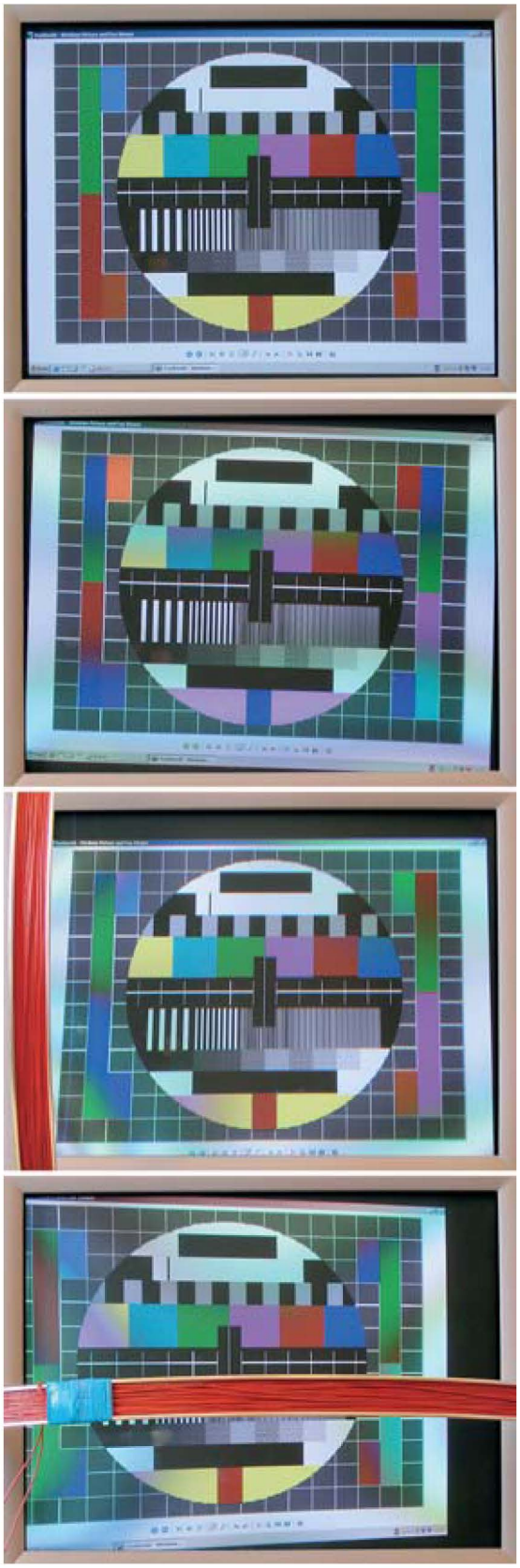
Forskjellen mellom indre og ytre magnetfelt har med posisjoneringen å gjøre. I figur 1 er det vist skjematisk elektronstrålenes gang fra de tre utskytingskanonene, gjennom styringsmagnetfeltet, via gittermasken og fram til de treffer de fosforiserende fargede prikkene (eller stripene for triniton-rør) på skjermen. Styringsmagnetfeltet er plassert langt bak i røret (F), og strålegangen er nokså rett derifra fram til gittermasken (nederste heltrukne svarte skrå strek). Når apparatet kommer inn i et ytre magnetfelt derimot, vil elektronstrålen krummes også i rommet C mellom styrespolene og gittermasken (stiplet kurve på figuren). Elektronene har derfor feil vinkel når de går gjennom hullene i gittermasken. De treffer derfor enten ikke fosforiserende prikker i det hele tatt, eller de treffer prikker som gir andre farger enn de man skulle hatt.

Endringen i farger medfører også at skarpe detaljer i et bilde blir litt vasket ut. Det betyr at bildet vil oppfattes som mer uskarpt og med mindre kontrast enn før. Dette er ikke så kritisk siden skarphet og kontrast i TV -bilder vanligvis ikke er så god. De nevnte effektene gjelder imidlertid også for dataskjermer av katodestråletypen (i motsetning til de nye flatskjermene). Det er problematisk at en dataskjerm blir uskarp og gir mindre kontrast og gale farger dersom man jobber timevis foran skjermen hver dag.

Det skal ikke særlig sterke ytre magnetfelt til for å få forvrengninger i bildet. Allerede ved et horisontalfelt på ca. 30 μT, dobbelt så sterkt som jordfeltets komponent i Sør-Norge, kan man ofte se forvrengninger. Når det ytre feltet kommer opp i 100 μT eller mer, vil de fleste legge merke til forvrengningene umiddelbart. Hvorvidt det er store forskjeller fra en type skjerm til en annen, har jeg ikke noe statistikk over, men jeg har inntrykk av at wide-screen bilderør er mer utsatt enn andre skjermer.

I figur 2 er det vist eksempler på endringer i et TV bilde ved ulike retninger på det ytre magnetfeltet. Det er ikke et homogent ytre magnetfelt som er brukt i dette tilfellet. Feltet er generert ved å sende en likestrøm gjennom en enkel spole med 100 viklinger og diameter litt større enn bilderøret. Spolen sees på de nederste eksemplene.

Det er lett å forklare disse fenomenene ved hjelp



Figur 2. Ulike former for forvrengning i TVbilder: Øverst: Normale bilder. De tre neste: Et ca. 150 μT ytre magnetfelt (ikke homogent) er rettet henholdsvis i bilderørets akseretning, horisontalt på tvers og vertikalt. Spolen som genererte feltet er synlig på de to nederste bildene.

av loven om magnetisk kraft som virker på en elektrisk ladning i bevegelse. Den magnetiske kraften virker nemlig på tvers av elektronenes hastighet og på tvers av magnetfeltet. De to nederste eksemplene er derfor lette å forstå. Det dreide bildet for magnetfelt langs bilderørets akse må man derimot kanskje tenke to ganger gjennom før man forstår.

Magnetfelt fra trikken

I kjendisleiligheten i Oslo var det strømforsyningen til trikken som skapte problemer. Oslotrikken bruker likestrøm, og returstrømmen går gjennom jordsmonnet, og ikke via separate kabler. Da blir magnetfeltet rundt mateledningen betydelig større enn om returlederen lå nær mateledningen. Magnetfeltet i en avstand r fra en rett enkeltleder der det går en strøm I, er gitt ved:

$$B = 0,2 \cdot \frac{[I]}{[r]}\,\mu T$$

hvor magnetfeltet er i antall μT forutsatt at strømmen er målt i ampère og avstanden i meter. Formelen viser at feltet avtar nokså svakt med avstanden, nemlig bare som $1/r$. Hadde vi hatt to parallelle ledere der strømmen gikk i motsatt retning, ville magnetfeltet fra den ene lederen delvis ha motvirket feltet fra den andre. I slike tilfeller er feltet et stykke fra ledningsparet proporsjonalt med avstanden mellom lederne, og selvfølgelig også med strømmen. I tillegg avtar da feltet betydelig raskere med avstanden, nemlig som $1/r^2$.

Det spesielle opplegget som brukes ved Oslo sporveier betyr at magnetfeltet i kjendisleiligheten var på flere titalls μT selv om avstanden til kabelen var ca. 15 meter og strømmen i ledningen "bare" er noen hundre ampère.

Det er flere mateledninger som fører fram til kjøreledningene over trikkesporene i Oslo, så det er først og fremst trikkene som befinner seg nær det aktuelle matepunktet som gir størst strøm i den tilsvarende mateledningen. Trikken bruker mye strøm når den akselererer og når den går oppover bakker, og mindre ellers. Det er grunnen til at magnetfeltet er kvasistatisk der strømpulsene har en typisk varighet på noen få sekunder, fordi trikken ikke bruker så mange sekundene for å akselerere opp etter et stopp eller ved en nedbremsing.

Magnetfelt fra armeringsjern

I de nye blokkleilighetene hvor beboerne fikk forvrengninger på TV-bildene, skyldtes dette restmagnetfelt i armeringsjern i byggene. Det er i prinsippet ikke så rart, men det viste seg å være mer komplisert enn jeg fra først trodde.

Dersom en måler magnetfelt nær armeringsjern, vil en finne at feltet ofte er konsentrert omkring endene. Vi tenker oss at f.eks. jordfeltet "suges inn i jernet" på grunn av den store magnetiske permittiviteten, og at dette er litt av grunnen til konsentrasjonen av magnetfelt utenfor endene på et slikt jernstykke. Det er i og for seg riktig, men i tillegg kan jernstanga ha en egen magnetisering som er avhengig av forhistorien til jernstykket.

Et nokså kjent fysikkeksperiment kan belyse dette. Har man en krakk med metallbein vil beina over en del år bli magnetisert av jordfeltet. Legger man en slik krakk med beina i været og slår til et av beina med en hammer, vil magnetfeltet i enden av stolbeinet ofte endre retning. Dette kan lett vises med et kompass. Jeg pleide å demonstrere dette for studentene da jeg underviste i elektromagnetisme.

Samme effekt griper inn i all behandling av armeringsjern. Det brukes en standardisert legering og herdeprosess ved fremstilling av armeringsjern, og alt slikt jern kan magnetiseres. Hver gang jernet kuttes eller bøyes, vil magnetiseringen i jernet endres. Og feltstyrken i enden av jernet kan lett komme opp i flere hundre μT på denne måten, ja, til og med et par tusen μT har jeg målt. Noen av disse målingene gjorde jeg hos Fundia i Oslo, hvor de kutter og former armeringsjern slik kundene bestiller dem. Jernet de bruker kommer fra smelteverket i Mo i Rana.

Denne effekten, at mekanisk stress påvirker magnetiseringen i ferromagnetiske materialer, kalles Villari- effekten. Den motsatte effekten hvor endring av magnetisering påvirker mekanisk struktur, kalles på engelsk "magneto-striction". Disse effektene skal jeg ikke forsøke å gi noen dypere forklaring på. Det essensielle er at vanlig armeringsjern kan få en magnetisering som beskrevet ovenfor, nærmest uten ytre *magnetisk* påvirkning. Magnetiseringen vil endres over tid, men kan vare ved i årevis.

Siden armeringsjern antakelig har vært magnetisert gjennom mekanisk påvirkning i mange tiår, hvorfor har da ikke folk rapportert om problemer med TV-er og dataskjermer i murhus for lenge siden? Det var først i ett spesielt byggeprosjekt problemet nå oppstod. I andre byggeprosjekter hvor

jeg gjorde målinger, fant jeg lokalt, tett inn til gulv, vegger og tak, områder der magnetfeltet var betydelig sterkere enn jordfeltet. Spesielt gjaldt dette områder nær der armeringsjernet hadde ender. Men det som var typisk for disse byggene var at det ikke var noe systematikk i retningen på feltet, og at feltet først og fremst var svært lokalt. I 80 cm høyde over gulvet, der et TV-apparat ofte står, var magnetfeltet ikke svært forskjellig fra jordfeltet utendørs.

I problemblokkene var situasjonen en helt annen. Her var magnetfeltet typisk 120–200 μT langs hele taket og hele gulvet, og det sank bare til 80-120 μT midt mellom gulv og tak. Videre var magnetfeltet rettet langs blokkene, og i nøyaktig samme retning i alle leiligheter i samme blokka. Riktignok kunne vi finne lokale endringer i dette magnetfeltet tett inn mot vegger og tak, slik vi fant det i andre blokkleiligheter, men hovedtendensen var altså det ekstra, systematiske magnetfeltet. Og hva kunne dette skyldes?

Det viste seg at byggfirmaet i dette prosjektet baserte seg på halvfabrikata av betongelementer til gulv og tak, kalt plattendekker. Disse var ca. 10 cm tykke plater med samme lengde som leilighetene var brede, og 50–100 cm brede. Elementene inneholdt plane armeringsnett og "stiger" (bestående av tre rette armeringsjern som ble holdt sammen som et trekantet prisme ved hjelp av tversgående jern), se figur 3. Armeringsnettet var helt innstøpt i betongen, mens deler av stigene stakk opp. Elementene ble lagt tett inntil hverandre, og det ble lagt på ny armering for å gi tilstrekkelig styrke i overgangene mellom de enkelte plattendekkene og mellom plattendekkene og vegger. Ny betong ble så fylt på slik at hvert gulv/tak ble ett sammenhengende stykke.

Målinger på enkeltelement av disse plattendekkene viste at det var et ensartet magnetfelt langs elementene, og at dette feltet strakk seg en meter eller to ut over selve elementet.

Byggelementene ble fabrikkert i en fabrikk i Sverige. Jeg gjorde også målinger på dette stedet, og fant at det der ble generert betydelig magnetisering som følge av mekanisk bøying og kutting. Armeringsnettene ble sveiset sammen ved at man sendte en så kraftig likestrøm gjennom kontaktpunktet at jernstengene lokalt ble glødende og smeltet sammen. Også denne prosessen endret kraftig på magnetiseringen, kanskje først og fremst som følge av magnetfeltet som igjen var en følge av strømmen som ble brukt i sveisingen. Men den største forandringen skjedde et annet sted i produksjonslinjen. Her ble de ferdige armeringsjernene

Figur 3. Plassering av ekstra armeringsjern ved overgang mellom gulv og vegger og ved skjøter mellom plattendekkene. "Stigene" stikker opp fra plattendekkene som pyramideformede strukturer og en langsgående øvre stang.

flyttet over til en annen del av fabrikkhallen for påfylling av betong. I denne flytteprosessen ble det brukt en heis som løftet armeringsnettene ved hjelp av magnetfelt! (se figur 4.) Her hadde vi "synderen"!

Figur 4. Magnetheisen som skapte den ensartede magnetiseringen av byggelementene. Heisen består av tretti rekker med magneter, seks i hver rekke. Personen står på bordet hvor armeringsnettet ligger etter sammensveising.

Problemet var at produksjonslinjen var avhengig av denne magnetheisen, og fabrikken har, såvidt jeg vet, fortsatt ikke funnet en annen løsning. Dette førte til kansellering av ordrer fra den norske byggherren for millioner av kroner, og advokatene får i tiden som kommer brynt seg på hvilken jus man

kan basere seg på i slike tilfeller. Tidligere har det jo ikke vært nødvendig å spesifisere en maksimalgrense for magnetfelt som byggelementene produserer, men fra nå av er dette påkrevd. Også byggforskrifter og standarder må endres.

Slike problemer har vært kjent lenge for bygg som skal brukes til MRI-maskiner (magnetisk resonans imaging). Men nå var det snakk om vanlige bolighus med TV-apparater og dataskjermer. I etterdønningene etter byggelementsaken har det vist seg at problemet er oppdaget også andre steder enn her i landet. Et spesielt eksempel jeg fikk høre om var på et sykehus i Italia hvor de hadde laget en helikopterlandingsplass på taket. Der var det så mye magnetisering i armeringsjernet at instrumentene i helikopteret ikke fungerte som de skulle. De måtte til slutt lage en ny landingsplass for helikoptrene!

Hvordan håndtere problemet?

Byggherren har som motto "fornøyde kunder", og det var ikke lett å gjøre folk fornøyd når de får et skjevt TV-bilde med masse fargestikk i de flunkende nye leilighetene de nettopp hadde kjøpt! Byggherren ønsket derfor å avmagnetisere leilighetene. Jeg gjorde noen få forsøk, men måtte gi tapt. Armeringsjern i biter på opp til meteren lange fikk jeg avmagnetisert med mer en 95 % ved hjelp av et vel 30 millitesla 50 Hz magnetfelt som ble redusert gradvis fra fullt til null. Feltet ble produsert av en spole med ca. 30 cm diameter og med tråddiameter 3 mm. Jeg forsøkte å føre denne spolen systematisk over gulvet i en av leilighetene, men her ble utbyttet dårlig. Jeg klarte bare å redusere magnetiseringen med noen få prosent på denne måten. Jeg brukte en kraftforsyning som veide minst 50 kg, og den måtte heises på plass i leiligheten med kran siden de innvendige heisene ennå ikke var installert. Og spolen ble varm allerede etter få minutter. Jeg hadde ikke utstyr for å generere sterkere tidsvariabelt felt og felt over større volumer, og ingen andre har fått dette til i de aktuelle omgivelsene så langt. (Byggherren er meget interessert i aktuelle innspill, så dersom noen av leserne skulle ha gode forslag kan de ta kontakt med undertegnede.)

Er dette farlig?

Mange blir engstelige når de hører at det er "stråling" i leiligheten deres. Heldigvis er det her snakk om et statisk magnetfelt som bare er noen få ganger sterkere enn jordfeltet vi alle er omgitt av. Det er derfor ikke vanskelig å få folk til å forstå at magnetfeltet i seg selv ikke er noe å bry seg om i dette tilfellet. Forslag til internasjonale grenseverdier for eksponering av den vanlige befolkningen er hele 40 000 μT, altså minst et par hundre ganger kraftigere felt enn det en har i problemleilighetene.

Indirekte kan imidlertid feltene føre til helseplager. I ett tilfelle hevder en kvinne å få mer hodepine og tretthet av å arbeide hjemme med sin PC i en av de aktuelle leilighetene. Hun rapporterer fargeendringer på skjermen sin. Det er ikke usann synlig at det er en direkte sammenheng mellom dårligere kvalitet på dataskjermbildet og hodepinen. Bildet blir jo mer uskarpt, får mindre kontrast og feilaktige farger, og alt dette påvirker hvor mye brukeren må anstrenge seg for å tyde det hun ser på skjermen.

Heldigvis er det i prinsippet en nokså enkel vei ut av uføret man er kommet opp i på dette boligfeltet. I dag har vi muligheter for å bruke de nye LCD- og plasmaskjermene i stedet for bilderør av katodestråletypen. De nye skjermene påvirkes ikke synlig av ytre magnetfelt, selv om feltet er flere ganger sterkere enn det vi har i problemleilighetene. Med nokså små investeringer kan man altså styre unna problemene som magnetfeltet medfører. Problemet er bare hvem som må bekoste overgangen til de nye skjermene, men det er heldigvis ikke mitt problem å løse.

Om relativt få år vil antakelig de gamle TV-apparatene og dataskjermene av katodestråletypen ikke være mer i bruk. Fra da av vil jeg tro at ingen lenger tenker på de problemene vi har balt med i det aktuelle boligprosjektet her i landet våren 2005.

Litteratur

1. Internett (min hjemmeside): *http://www.fys.uio.no/~arntvi/emflenker.html* Spesielt anbefales de to kapitlene fra boka *"Radiation at home, outdoors and in the workplace"* (2001), som er tilgjengelig fra denne websiden, samt vedleggene i NOU: *"Elektromagnetiske felt og helse"*, hefter fra Statens strålevern og info fra WHO.
2. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP): *Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz)*. Health Physics, **74**, 494–522 (1998). Inneholder forslag til internasjonale grenseverdier for eksponering for elektromagnetiske felt.

NSB-tog i Tromsø

Olav Gaute Hellesø, Alfred Hanssen og Åshild Fredriksen *

Kvalitetsreforma har fått konsekvensar som Kristin Clemet neppe kunne ha venta: No tøffar eit NSB-tog rundt i Tromsø. Eit prosjektbasert kurs vart starta våren 2005, som eit supplement til ordinære fysikk-kurs. Dette kurset skal gi studentane eit tidleg møte med teknologiske problem, dei skal læra å bruka Matlab som verktøy, og ein håpar at studentane slik blir motiverte til å studera fysikk vidare.

Fysikkstudiet startar gjerne med matematikk, informatikk og grunnleggjande fysikk. Det kan vera vanskeleg å sjå samanhengen mellom desse faga og det siktemålet studenten har med studiet sitt. Dei første åra er det gjerne mykje teori, og det fenger ikkje nødvendigvis studentar som fekk sitt kall frå "Fysikk på roterommet".

Ved Institutt for fysikk i Tromsø, har det dei siste åra vore eit problem at studentane slutta etter det første året. Eit spesielt problem her er at instituttet held til på Nordlysobservatoriet, som ligg 4 km frå campus og lavaregradsstudentane. Dermed får fysikkstudentane lite kontakt med forskinga, og det er vanskeleg for dei å avgjera om dei er på rett spor. Eit tog (figur 1) kan overtyda om det, med sporveksling som opsjon.

Figur 1. Modelltog av type Märklin i skala 1:32.

*Institutt for fysikk, Universitetet i Tromsø

Våren 2005 starta forfattarane eit nytt kurs med tittelen "Innføring i signaler og sensorer". Det er primært retta mot fysikkstudentar på første året. Kurset er sett saman av fem prosjekt:

1. Innføring i Matlab-programmering
2. Digital synthesizer
3. Mikrobølgjer og antenner
4. Posisjonering med ultralyd
5. Meteorologiske målingar

Det første prosjektet innheldt konkrete oppgåver i Matlab-programmering, og Matlab vart også brukt som verktøy i dei andre prosjekta. Fouriersyntese og sampling er vesentleg for ein digital synthesizer, og studentane fekk prøva ut korleis matematiske funksjonar kan brukast til å laga ulike lydeffektar. Etter ein introduksjon til mikrobølgjer og innføring i karakterisering av antenner, fekk studentane frie hender med oppgåve å finna ein passande antennedesign på Internett, byggja og karakterisera antenner. Studentane gjekk på oppgåva med liv og lyst, og det vart bygd antenner av typane helix, disk (figur 2) og Pringle (laga av chips-boks). Dei viste seg stort sett å vera like effektive som kommersielle antenner.

Til det fjerde prosjektet vart det brukt eit kommersielt posisjoneringssystem basert på ultralyd (*www.hexamite.com*, type Hx5) til å finna posisjonen til eit NSB-modelltog. Dei to modelltoga er av typen Märklin 55034 i skala 1:32 (figur 1 og 3). NSB betalte velvillig for investeringa, med følgjande argument: "Så lenge banen er på en øy og ikke kommer i scala 1:1, er vel konkurranseflaten begrenset. Vi har stor sans for at dere setter sammen behovet for høyere teknisk utdanning med faglige utfordringer innen jernbanen."

Det siste prosjektet starta med forelesing om meteorologiske observasjonar og vervarsel. På lab'en henta studentane ned data frå ein verstasjon på taket (*www.davisnet.com*, type Vantage Pro2), for vidare behandling og presentasjon med Matlab.

Figur 2. Diskantenne med design etter Martti Palomaki (*www.saunalahti.fi/~elepal/antenna1.html*). (Ei av søppelbøttene på lab'en måtte bøte med botnen sin.)

Figur 3. Modelljernbane av type Märklin i skala 1:32 og studentar i skala 1:1. Ultralydsendaren blir her halden i handa.

Dei sette også opp vifter som laga vind på lab'en, og målte "veret" med ein verstasjon montert på toget. Studentane kombinerte data frå posisjoneringssystemet og verstasjonen for å laga eit verkart.

Prosjekta vart gjennomførde som gruppearbeid med 3–4 studentar i kvar gruppe. Dei leverte individuelle rapportar, og kvar student sine fem rapportar vart vurderte samla til "bestått" eller "ikkje bestått".

Eit mål med kurset er å engasjera til vidare studium i fysikk. Det kan ein oppnå ved å ha prosjekt som studentane føler liknar på problemstillingar dei vil møta i ein jobb. Men problemstillingane må ha eit enkelt fagleg innhald for å vera tilpassa førsteårsstudentar. Og studentane vil truleg læra mindre konkret fysikk på eit slikt kurs enn på eit ordinært kurs. I dette tilfellet lærde studentane å bruka Matlab som verktøy, og dei fekk eit første møte med mange tema som dei vil læra meir om seinare i studiet, som f.eks. fouriertransformasjon, polarisasjon, måleuvisse og filtrering. Ingen av oppgåvene var henta direkte frå forskinga på instituttet, men dei ligg innanfor tema som er sentrale, som signalbehandling, mikrobølgjeteknikk og måleteknikk.

I lab-oppgåver er det oftast bestemt i detalj kva studentane skal gjera. Det er nødvendig for å få studentane gjennom pensum, for å sikra at nødvendig utstyr er tilgjengeleg og for å letta rettinga av lab rapportane. Ulempen kan vera at det blir lite rom for engasjement og kreativitet. Med prosjektarbeid som går over fleire veker, kan nokre praktiske problem løysast undervegs, og det blir færre rapportar. Oppgåvene kan dermed vera meir opne og gi rom for større variasjon i løysingane. Vår erfaring frå dette kurset er at studentane set pris på meir frie oppgåver. Såleis kan oppgåvene neste gong kurset blir gitt heller oppfordra til meir kreativitet enn å stramma dei inn. Studentane var både motiverte og engasjerte, og fråværet av eksamenspress ga ikkje utslag i dårlege løysingar.

Prosjektarbeid er gjerne mindre effektivt enn forelesingar; det kan føra til svært ulik arbeidsfordeling, og studentane får kunnskap om spesielle tema. Derimot lærer dei å arbeida i lag; det skapar sosialt miljø og produktet kan bli betre enn med individuelt arbeid. I dette tilfellet oppga studentane etter kurset at dette var ein effektiv måte å læra på og at dei lærte relativt mykje, men dei var berre middels nøgde med produktet. Så studentane si oppfatning støttar ikkje heilt forventningane til lærarane.

Nokre av studentane oppga at arbeidsfordelinga hadde vore ulikt fordelt. Ujamn fordeling vil vera uheldig, men dei som legg ned størst innsats vil også læra mest. På spørsmål om dei kunne ha tenkt seg skriftleg eksamen med karakter A–F, var svaret negativt. Det var derimot positivt at praktiske problem undervegs ikkje var større enn fordelen med å sleppa skriftleg eksamen. Studentane opplevde ein del problem undervegs, for eksempel var dekninga til

ultralydsystemet begrensa, verstasjonen lagra data berre ein gong i minuttet og dataformatet gjorde det vanskeleg å ta data inn i Matlab. Dette vil bli retta opp til neste gong kurset går, men slike problem vil det alltid vera med praktiske oppgåver, og studentane lærer av problema også.

Alle studentar fekk karakteren "bestått". Vekta er lagt på at studentane får noko konkret kunnskap, blir kjent med fleire tema og spesielt at dei blir nysgjerrige på fysikk. Siling av studentane og fjerning av "blindpassasjerar", tar diverse matematikk- og fysikk-kurs seg av. Om kurset blir ein suksess for rekrutteringa til fysikk, står att å sjå. På ein skala frå kjedeleg (= 1) til gøyalt (= 5), vurderte studentane kurset til 4,1. Tittelen på kurset meiner verken studentane eller lærarane er god, og sensor foreslo tittelen "Gøy på lab'en!". Om den tittelen kan "kvalitetsreformerast" er ei administrativ sak. Men me trur me er på rett spor med eit NSB-tog i Tromsø!

Meir om kurset på *http://uit.no/fysikk/fys1006/*

∞

Logoen til Verdens fysikkår – meditasjoner i margen

Anders Johnsson *

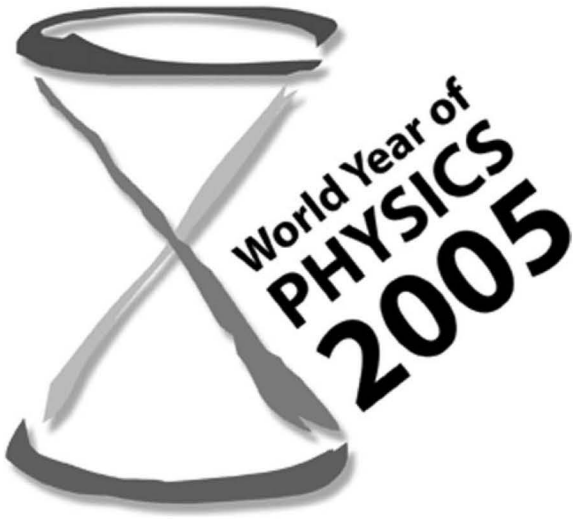
Vi feirer Verdens fysikkår, og flere vellykkete arrangement går av stabelen. En liten kommentar til selve logoen for Fysikkåret kan da kanskje være av interesse.

Det første man kan komme til å tenke på når man ser logoen til Verdens fysikkår (figur 1) er *timeglasset*, selve symbolet for tiden som renner – et timeglass tegnet i friske spektralfarger. Og timeglasset kan gi oss generelle assosiasjoner til tidsbegrep som jo knyttes til Einsteins arbeid i relativitetsteorien.(1)

Men dypere enn som så illustrerer timeglasset som *dobbeltkon* spesielle aspekter av Einsteins arbeider. I lærebøkene går dobbeltkonen under betegnelsen lyskonen, "the light cone" og har en sentral plass i relativitetsteorien.(2)

Om vi plasserer oss i et punkt – la oss legge det til *origo* – og sender ut en lyspuls i alle retninger, vil den selvfølgelig spres sfærisk med lyshastigheten. Avstanden fra origo vil bli $c \cdot t$, hvor c er lyshastigheten i vacuum.

For enklere å kunne illustrere hva som skjer i tid, tenker vi oss nå istedenfor sfærisk lysutbredelse

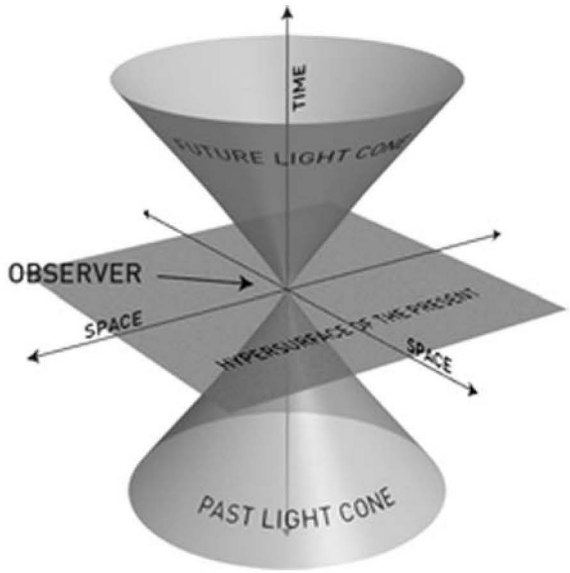


Figur 1. Logoen til Verdens fysikkår 2005.

en lysutbredelse i to romdimensjoner – la oss si x og y - mens z-retningen brukes for å betegne *tiden.* Positiv tid oppover i akseretningen og negativ tid, altså tid som er gått, nedover. I figur 2 illustreres blant annet dette aksesystemet.

Alt ettersom tiden går vil lyspulsen altså bevege seg oppover tidsaksen samtidig som den brer seg ut mer og mer i x- og y-retning. Lysglimtet befinner

*Institutt for fysikk, NTNU



Figur 2. Lyskonen (hentet fra Wikipedia, ref. 2.)

seg til enhver tid et eller annet sted på en sirkel i denne vår tenkte todimensjonale verden og definerer en overflate til den positive konen i figur 1. Vi vet at avstanden fra tidsaksen til det punktet hvor lyset befinner seg er $\sqrt{x^2+y^2}$. Samtidig vet vi at denne avstanden må være $c \cdot t$. Altså

$$(c \cdot t)^2 = x^2 + y^2 \qquad (1)$$

Dette kan vi skrive som $x^2 + y^2 - (c \cdot t)^2 = 0$.

Hadde vi arbeidet med tre romdimensjoner (x, y, z), hadde vi fått et problem med å illustrere lyspulsens utbredelse. Men på den andre siden hadde vi fått en relevant formel kjent fra Einsteins arbeider med romtiden i spesiell relativitetsteori (og som bl.a. hans lærer Minkowski arbeidet med)

$$x^2 + y^2 + z^2 - (c \cdot t)^2 = 0$$

(I romtiden vil det generelle uttrykket $x^2 + y^2 + z^2 - (c \cdot t)^2 = s^2$ si noe om "avstanden" mellom to "punkter").

Nå, vi nøyer oss med våre to dimensjoner og kan si at Verdensårets logo illustrerer en lyskon etter formelen (1). Den konen som dannes rundt den negative tidsaksen kan illustrere lyskonen for negative tider, $t < 0$, altså for fortiden.

Einsteins postulat om lysets konstante hastighet er et av fundamentene for den spesielle relativitetsteorien. Hans postulat om at fysikkens lover er de samme i alle koordinatsystem som beveger seg med konstant hastighet i forhold til hverandre, kan vi også ta en kort tur innom her.

Altså: har vi et annet koordinatsystem – la oss si at det beveger seg med konstant hastighet $V_{x'}$, og at koordinatsystemene faller sammen ved tiden $t = 0$ – så skal vi få et uttrykk for lyskonen i det nye systemet som blir

$$x'^2 + y'^2 + z'^2 - (c' \cdot t')^2 = 0 \qquad (2)$$

Merkete koordinater hører til det bevegelige systemet. Einstein sier at $c' = c$.

Med dette som utgangspunkt kan man vise at overgangen mellom de to koordinatsystemene må gis av *Lorentz-transformasjonene* (som jo først ble utledet fra Maxwells ligninger av Hendrik Lorentz)

$$x' = (x - V_x \cdot t)/\sqrt{1 - (V_x/c)^2}$$

$$y' = y$$

$$z' = z$$

$$t' = (t - V_x \cdot x/c^2)/\sqrt{1 - (V_x/c)^2}$$

Lyskonens ligning blir da den samme i begge systemene (det kan man jo teste ved å sette inn de merkete variablene i (2)), som forlanges av Einsteins behandling. Som kjent utvikler man fra disse tankegangene begrepene *lengdekontraksjon* og *tidsdilatasjon.*

Lyset beveger seg altså langs lyskonen. Andre signaler eller partikler må ha en fart mindre enn c, og må derfor ha rom-tids koordinater begrenset til konens indre. Vi kan derfor ikke sende et signal fra konens indre til rommet utenfor, og noe som skjer i origo kan bare påvirke hendelser og prosesser i konens indre. På tilsvarende måte er vi i origo påvirket av hendelser som har skjedd for $t < 0$, i det indre av den nedadrettede konen. Dette *kausalitetsbegrepet* blir her sentralt og utvikles både i den spesielle og i den generelle relativitetsteorien.

Logoen illustrerer neppe det faktum at en overgang kan skje mellom Newtonsk og Einsteins mekanikk. Feynman skriver i sin berømte lærebok[3] at en omforming av massen til en partikkel er det eneste vi trenger å kunne for å behandle mekanikken relativistisk! Man kan introdusere en masse m_{rel}:

$$m_{rel} = m/\sqrt{1 - (v/c)^2} \qquad (3)$$

der v er partikkelens fart. Da kan overgangen fra Newtonsk til relativistisk mekanikk gjennomføres

om vi bruker uttrykket for en kraft $\boldsymbol{F}$ på følgende måte:

$$\boldsymbol{F} = d(m \cdot \boldsymbol{v}/\sqrt{1-(v/c)^2})/dt = d\,(m_{rel} \cdot \boldsymbol{v})/dt$$

I "moderne" litteratur har man stort sett forlatt å bruke formel (3) (se for eksempel læreboken til Seaway et al.[4]).

Feynman gir et artig eksempel på formell bruk av (3). Om vi lar en mengde gassmolekyler oppvarmes så øker som kjent v. Massen forandres i følge transformasjonsligningen (3), og rekkeutvikling gir oss

$$m_{rel} = m/\sqrt{1-(v/c)^2} \;\approx\; m(1+\frac{1}{2}\cdot(v/c)^2...)$$

eller

$$m_{rel} \cdot c^2 = m \cdot c^2 + \frac{1}{2}mv^2...$$

Den siste termen kan identifiseres som den kinetiske energien. Vi kommer altså fram til at man kan behandle energien i systemet som $E = m \cdot c^2$, også knyttet til Einsteins navn!

I Einsteins "mirakuløse" år 1905 ble den fotoelektriske effekten forklart, og altså kvantebegrepet utvidet. Logoen til Verdens fysikkår – tenker jeg meg – kan også illustrere kvantenes energi og bølgelengde. De fire fargene som er brukt for å tegne lyskonen, blått, grønt, gult og rødt, illustrerer jo bølgelengdene (eller synsinntrykkene vi får) til fire "fargete" fotoner. Og får vi nå med den Planck'ske formelen

$$E = \hbar \cdot \omega$$

så illustreres i logoen også et av de mest radikale brudd med gamle tradisjoner som er skjedd i fysikken. Kausalitetsbegrepet står sentralt i den generelle relativitetsteorien. Derfor kan lyskonen og videreføring av den enkle betraktningen finnes igjen i diskusjoner av den generelle relativitetsteorien og konsekvenser av Einsteins arbeid på dette område.

Men da har vi kanskje meditert oss et stykke vekk fra de umiddelbare assosiasjoner som logoen til Verdens fysikkår 2005 kan gi opphav til!

Referanser

1. M. Cederwall: *Logotypen for Fysikkåret 2005.* Fysikaktuelt 1: 20-21 (2005)
2. Internett: *http://en.wikipedia.org/wiki/Light_cone/* hvorfra lyskonfiguren er hentet.
3. R. Feynman, R.B. Leighton and M.I. Sands: *The Feynman lecture on physics; Commemorative issue, chapter 16, 17.* California Institute of Technology (1989)
4. R.A. Seaway, R.J. Beichner and J.W. Jewett: *Physics for scientists and engineers.* Saunders College Publishing, 2000. ISBN 0-03-022654-6. (2000)

∞

Konferanser

Fysikermøtet 2005

Festforestilling i Håkonshallen

Fysikermøtet i Fysikkåret 2005 ble innledet med en storstilt forestilling i Håkonshallen i Bergen, onsdag ettermiddag 10. august. Værgudene hadde gjort sitt beste for å forpurre arrangementet ved å tåkelegge Vestlandet fra morgenen av, men kom heldigvis på bedre tanker utover formiddagen, så Håkonshallen var omtrent fullsatt av tilreisende og lokale gjester. *"Fysikk og energi post Einstein"* var tittelen på arrangementet, som startet med forfriskninger og hilsen fra Universitetet i Bergens nye rektor Simund Grønmo, og Bergens ordfører Herman Friele. En stor begivenhet var uroppføringen av skuespillet *"Becoming Albert Einstein"* av Robert Marc Friedman, med Frode Rasmussen i hovedrollen (og noen biroller) og Yvonne Øyen som Einsteins 2 koner og mor - det hele til nydelig celloakkompagnement ved Agnese Rugevica.

Norsk Hydros Birkelandpris i fysikkåret ble så tildelt Gunnar Løvhøiden for fremragende og mangeårig innsats i studiet av tungionekollisjoner, og overrakt ved dir. Øystein Mikkelsen.

Programmet forøvrig besto av en rekke foredrag om forskjellige perspektiver på vårt fremtidige behov for energi, holdt av Roy Gabrielsen (NFR), Jacob Bleie (Hordaland Olje og Gass), Astrid Sørensen (Statoil) og Jan S. Vaagen (UiB). Denne sesjonen ble avsluttet med en smakebit av Edvin Østergaards nye musikkstykke *"Einstein i gjenklang"*, inspirert av Einsteins tekster.

Etter pausen fulgte foredrag av Ola M. Johannessen (Nansensenteret) om overvåkning av jordens tilstand, og foredrag av Jan A. Andersen (CMI) om 75 år med Christian Michelsens Institutt. Denne sesjonen ble avsluttet med et artig foredrag om Ein-

steins korte Norges-besøk i 1920, ved Nils Voje Johansen.

Etter en velsmakende bespisning i Håkonshallens indre gemakker ble arrangementet avsluttet med avmarsjering et par hundre meter til Bradbenken, hvor hurtigbåten "Fjordtroll" skulle bringe deltakerne trygt til Ulvik, der det ordinære fysikermøtet ble holdt.

Dessverre skiftet værgudene mening igjen, og turen startet med tåken like over mastetoppen. Riktignok lettet den litt etter at man kom innover i Hardangerfjorden, men da senket til gjengjeld mørket seg, så den store naturopplevelsen uteble. Ankomsten til Ulvik kl. 00.30, ble ytterligere forsinket fordi kaiplassen var opptatt, men da vi omsider kom i land ble vi raskt og effektivt innkvartert i hotellet.

Fysikermøtet i Ulvik

Åpningen var behagelig lagt til ettermiddagen for å la andre tilreisende få anledning til å innfinne seg. Formiddagen var viet **møte i Norsk Fysikklærerforening.** Karl Torstein Hetland orienterte om kommende aktiviteter i fysikkåret, med en rekke eksempler fra oppfinnsomme kollegaer. Forøvrig var hovedtemaet orientering om arbeidet med den nye læreplanen. Referenten merket seg med noe undring at geometrisk optikk ikke lenger skal undervises i videregående skole, mens derimot Feynmandiagrammer skal inn i planen.

Fysikermøtet åpnet med 3 utmerkede **plenumsforedrag.** Først ut var Jean-Pierre Revol om *"Global energy needs in the 21th century"*, med gjennomgang av behov, og forventninger og status til de viktigste alternative energikilder. Rocky Kolb ga så en fascinerende innføring om sort materie, sort energi og kosmologi i lys av inflasjonsmodellen. Cecilia Jarlskogs sjarmerende historiske tilbakeblikk på *Nobelkomitéens anfektelser rundt tildelingen av Nobelprisen til Einstein* avsluttet sesjonen.

Dagen ble avsluttet med **konsert** i et nedlagt fruktlager. Verket *"Einstein i gjenklang"* av Edvin Østergaard ble fremført i sin helhet ved Gabriel Fliflet (trekkspill), Ole Hamre (slagverk m.m.) og resitasjon ved Pål Sverre Hagen, supplert med 5 sangere og stemningsfull lyssetting. En tankevekkende og fascinerende opplevelse.

Etter middag var det **"blåtur"**. Denne besto i tur til Hjeltnes gartnerskole for orientering om og prøvesmaking av egnens tradisjonelle produkt: sider. En gjestfri rektor Asbjørn Børsheim fortalte og serverte. Etter sigende gikk det med 80 liter sider. Transporten var valgbar: spasering, buss eller robåt. Værgudene var milde mot oss, selv om skyer dekket de høyeste toppene i landskapet.

Fredag 12. august skulle starte med **foredrag av Kristin Clemet** om *"Realfagenes rolle i skole og samfunn i de kommende år, med spesiell vekt på fysikkfaget"*. Men i anledning av samme dags presentasjon av den nye læreplanen var hun forhindret fra å komme, så foredraget ble i stedet holdt av statssekretær Bjørn Haugstad. Forskningsmeldingen og læreplanen var utgangspunkt for løfter om en lysere fremtid for realfagene – "akk, blir det bare så vel!" I plenumsdebatten som fulgte, sa Roy Gabrielsen at han som direktør i NFR ikke ville ha noe problem med å fordele 1 milliard friske forskningskroner til toppkvalifiserte forskere som i dag ikke når frem med sine søknader. Randi Taxt ved UiB, fremhevet behovet for midler til tungt utstyr. Øyvind Isachsen i NERA, tok opp kommunikasjonsproblemer mellom vitenskapelige miljøer og næringslivet.

Deretter holdt Gunnar Løvhøiden sitt **prisforedrag**, med tittelen *"Man and physics – vacuum and particles – matter"*. Odd Løvhaugen og Ib-Rune Johansen, begge ved SINTEF, Oslo, fikk *Simrad Optroniks pris* for utviklingen av et lavkost optisk spektrometer basert på diffraktive optiske elementer; og de fortalte om dette arbeidet. *Norsk Fysisk Selskaps Undervisningspris* ble tildelt lektor Per Arnslett ved Drammen videregående skole. Arnslett ga oss et interessant tilbakeblikk på sine erfaringer som fysikklærer.

Ettermiddagen startet med 2 **plenumsforedrag**. Phil Scott snakket om "Why can physics be difficult to learn and challenging to teach", med fokus på forskjellen i referansebakgrunn hos elev og lærer. Clifford Will holdt så en grundig gjennomgang av tester som er utført på *Einsteins generelle relativitetsteori,* fra den første epokegjørende under solformørkelsen i 1919 til korreksjonene som må legges inn i GPS-systemet for å opprettholde nøyaktigheten. Resten av ettermiddagen gikk med til 5 **parallellsesjoner**. Det var litt uheldig at presentasjonene hadde ulik lengde, slik at parallelliteten ble noe haltende.

Lørdag formiddag var avsatt til **møter i faggruppene** og **årsmøte i NFS,** etterfulgt av tre **plenumsforedrag** om energi: Arne Råheim, IFE, om hydrogen som energibærer, Rikard Solheim, BKK, om elektrisitetens nåtidige og frem-

tidige rolle, og sluttelig Lars Mathiesen, NHH, inspirert om energiens rolle i fremtidens økonomi. Det hadde vært nyttig om disse jordnære og nøkterne fakta også hadde kommet våre politikere og miljøvernorganisasjoner sterkere for øre.

Etter lunsj var det besøk på **Sima kraftstasjon** etterfulgt av oppstigning til **Kjeåsen fjellgård,** 600 moh. Sima kraftstasjon, bygget tidlig i 1980 årene, ble presentert både som film om byggeperioden og ved selvsyn i generatorhallen inne i fjellet. Kun toppen av generatorene var synlige i den ellers strøkne hallen.

Oppstigningen på den bratte stien til Kjeåsen tok pusten fra de fleste, men alle som våget kom opp i god behold – tredjedelen av deltakerne tok buss. Ikke fritt for at tankene gikk til de generasjonene som hadde fjellsiden som eneste adkomst og transportvei til gården på fjellhyllen. Den nyere tids kraftutbygging hadde fremskaffet kjørevei til stedet som nå er et populært turistmål. En mektig opplevelse. Heldige med været var vi også. Forfriskninger på bussen ned igjen la ikke noen demper på stemningen.

Lørdagen ble avsluttet med festmiddag i tradisjonell stil, med legio taler. Stemningsfull var opplesningen av lyrikk av Ulviks store poet, Olav H. Hauge, i utvalg ved Arne Skjerve.

Søndag morgen fikk vi presentert de siste 5 **parallellsesjoner** før formell **avslutning** og bussavgang tilbake til tog og fly kl 14.00.

Rammen om Fysikermøtet, Rica Brakanes Hotel i Ulvik, ligger idyllisk til i et spennende landskap, og var et utmerket valg også funksjonelt. Det var omtrent 170 deltakere, som i tillegg til å få et spennende og variert møteprogram også ble godt bevertet. Det hørtes mange godord fra deltakerne, og få mishagsytringer. En velkommen gave til deltakere og inviterte foredragsholdere var boken "Einstein i Norge" av Nils Voje Johansen. Det er all grunn til å gratulere arrangementskomiteen, ledet av Øyvind Frette, med et godt planlagt og vel gjennomført fysikermøte.

Halvor Hobæk

Årsmøtet

Referat fra årsmøtet er tilgjengelig på Internett: *http://www.norskfysikk.no/nfs/aarsmote/2005/referataarsmote05.html*

Selskapets årsmelding finnes på nettadressen: *http://www.norskfysikk.no/nfs/arsmeldinger/aarsmelding04.htm*

∞

Nordic Workshop for Women in Physics

Historiens første Nordic Workshop for Women in Physics ble avviklet ved Institutt for fysikk og teknologi, Universitetet i Bergen, 8–10. august 2005. Det var rundt 100 deltakere, i hovedsak fra nordiske land. Møtet inkluderte parallell- og plenumsforedrag både om likestilling og fysikk, samt en postersesjon. Nordic Network for Women in Physics (NorWiP) ble offisielt initiert under møtet (se www.norwip.dk).

I Norge tror vi ofte at vi er verdensmestere i likestilling, men dette stemmer iallfall ikke innen realfagene, for der er vi en taper i europeisk sammenheng. I 2001 var kun 9,1 % av doktorgradene i alle naturvitenskapelige fag, matematikk og informatikk, skrevet av jenter. Til sammenligning var andelen 49,8 % i Portugal og EU-gjenomsnittet var på 35,7 % ("She figures", 2003). Kvinneandelen av faste vitenskapelige ansatte i fysikk ved universitetene i Norge er under 10 %. I lang tid har andelen av kvinner blant laveregradsstudentene vært over 20 %, men de faller fra på veien mot toppen. Hva kan vi så gjøre for å forbedre tingenes tilstand? Vel, man kan f.eks. danne et nettverk for kvinner i fysikk, og det første nordiske nettverksmøtet ble holdt 8–10. august i Bergen.

Byen viste seg fra sin beste side med strålende sol fra skyfri himmel og tok godt imot de ca. 100 deltagerne som hovedsakelig var fra nordiske land. Blant deltagerne var det både menn og kvinner, inviterte foredragsholdere, professorer, PhD- og masterstudenter.

Programmet var tettpakket og variert med gode plenumsforedrag og parallellsesjoner som berørte mange fagfelt. Deler av konferansen var publikumsorientert. Eleanor Campbell (Göteborgs Universitet) holdt for eksempel et foredrag om karbonnanostrukturer og molekylære "fotballer". Ling Miao (Syddansk Universitet) snakket om en fascinerende verden av flytende krystaller og membraner i grenseflaten mellom fysikk og biologi. Ka-

tri Huitu (Helsinki Universitet) tok oss med i den obskure verden av mørk materie og verdensrommets hemmeligheter. I tillegg til interessante foredrag om fysikk, ble det avholdt en postersesjon med utdeling av en pris for beste poster. Denne gikk velfortjent til Jenny Mattsson fra Stockholms Universitet.

Møtet hadde hovedvekt på fysikk, men hadde også likestillingsrelaterte problemstillinger i fokus. Liisa Husu (Helsinki Collegium for Advanced Studies) som er rådgiver til Europakommisjonen i likestillingsspørsmål, snakket om skjult diskriminering og overlevelsestaktikker. Hun presenterte tall som var lite flatterende for Norge. Vi fikk også høre om personlige erfaringer fra Elizabeth Griffin (Dominion Astrophysical Observatory) i tillegg til at hun snakket om historisk viktige kvinner innen astronomi. Mer utfyllende informasjon om foredragsholdere og abstracts er lagt ut på Internett: *www.ift.uib.no/nwip2005/*

Nettverket NorWiP ble offisielt etablert under møtet, og flere målsettinger ble satt. Det nordiske nettverket skal fungere som en paraplyorganisasjon for de nasjonale nettverkene som eksisterer i dag, og man blir automatisk NorWiP-medlem hvis man er medlem i et av de nasjonale nettverkene. Utveksling av informasjon og formidling av kunnskap mellom kvinnelige fysikere, blir en viktig oppgave for nettverket. Man ønsker å synliggjøre kvinner som jobber med fysikk, og man vil danne en database over kvinnelige fysikere. Vi oppfordrer derfor kvinnelige fysikere til å skrive seg inn i databasen på *www.NorWiP.dk/*

For å få flere kvinner oppover i systemet, må man også identifisere barrierene som kvinner møter. Nettverket vil jobbe for å fjerne disse og på den måten hjelpe flere fremover. Nettverket vil også jobbe for å fremme internasjonalt samarbeid, og møtet i Bergen ble for eksempel starten på et mulig samarbeid med et tilsvarende balkansk nettverk.

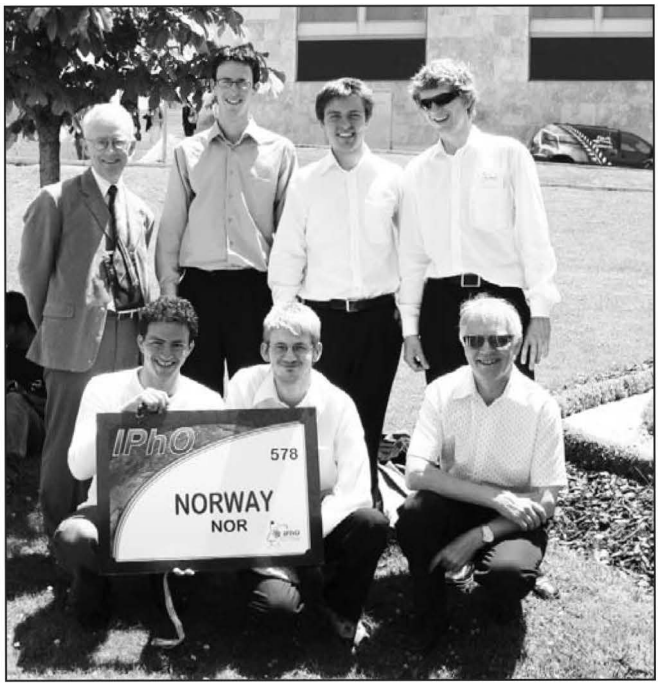
Møtet ble organisert av vitenskapelig ansatte og studenter fra Insitutt for fysikk og teknologi, Bjerknes- senteret og Geofysisk institutt. Fra IFT var Anna Lipniacka initiator og programansvarlig. Dorte Madsen var ansvarlig for logistikk og budsjett, mens Marita Sørbø, Victoria Popsueva, Lene Sælen, Tatyana Kuznetsova, og Tina Almhjell var ansvarlige for andre oppgaver. Solfrid Hjøllo og Anne Sandvik mobiliserte deltakelse fra miljøene i geo- og atmosfærisk fysikk. Undertegnede var mediekontakt og ansvarlig for lokale sponsorer. NordForsk og Dansk Forskningsråd var hovedsponsorer som gjorde det mulig for studenter å delta på møtet.

Konklusjonen er at møtet i Bergen var en stor suksess og man kan bare glede seg til neste gang.

Ingrid Sundvor

∞

Fysikkolympiaden 2005



De norske deltakerne med ledere på årets fysikkolympiade. 1. rekke f.v.: Gabriel Dima (Oslo), Peter Gyring (Årdal), Øyvind Guldahl (leder). 2. rekke: Hans Flornes (leder), Øystein Olsen (Porsgrunn), Pål Sævik Lode (Ålesund), Jørgen Trømborg (Tranby).

Årets fysikkolympiade ble avholdt i Salamanca, Spania, fra 3. til 12. juli.

Universitetet i Salamanca er et av de eldste universitetene i Europa, grunnlagt i 1218. I dag fremstår det som et moderne universitet med over 35 000 studenter. Byen er ikke større i utstrekning enn at både deltakerne og lederne kunne spasere til sentrum og til de forskjellige arrangementene selv om det var satt opp busser som kunne benyttes.

Teorioppgavene ga som ventet deltakerne våre utfordringer langt over det de møter i 3FY-kursene. De skulle beregne satellittbaner, sirkelbanen som behandles i 3FY, men også ellipse-, parabel- og hyperbelbaner. Det var ikke enkelt, og at ligningen for disse kurvene var gitt i polarkoordinater så ikke ut til å gjøre oppgaven enklere for våre deltakere. De skulle også gjøre teoretiske beregninger i forbindelse

med eksperimenter for bestemmelse av en ohm og en ampère beskrevet av flere kjente personer i fysikken for 100–150 år siden. Så skulle de følge nøytroner som ble sendt inn mellom et nøytronspeil og en nøytronabsorbator. De skulle beregne fartsintervall avhengig av startpunkt for de nøytronene som ikke ble absorbert. Først klassisk, men resultatet her stemmer ikke med målinger gjort i Grenoble i 2002. De måtte derfor ta i bruk både kvanteteori og Heisenbergs usikkerhetsrelasjon for tid og energi.

Den eksperimentelle oppgaven gikk ut på å bestemme Plancks konstant ved å studere resistansen i en lysavhengig motstand. Her ble det gitt en relativt detaljert beskrivelse av framgangsmåten. Dette passet våre deltakere godt, og de gjorde det meget bra her. Beste resultat var 17 poeng av 20 mulige. Til tross for dette ble det ingen medalje eller hederlig omtale for noen av våre. De norske deltagerne lå poengmessig godt samlet med bestemann 0,5 poeng fra hederlig omtale.

Det ble utdelt 46 gullmedaljer, 26 sølvmedaljer og 63 bronsemedaljer. 96 deltakere fikk "honorable mention". Gbor Halász fra Ungarn og Ying-Hsuan Lin fra Taiwan, delte førsteplassen i konkurransen. Oppgavene finnes på Internett: *www.ipho2005.com*

Arrangørene hadde lagt alt meget vel til rette både for deltakerne og lederne fra vi ble tatt imot på flyplassen i Madrid til vi dro derfra 9 dager senere.

Mer informasjon om fysikkolympiaden finnes på: *http://www.jyu.fi/tdk/kastdk/olympiads/* og på *http://www.fys.uio.no/skolelab/fysikkol/*

Hans Flornes

∞

Elektro-optikkmøtet og Northern Optics 2006

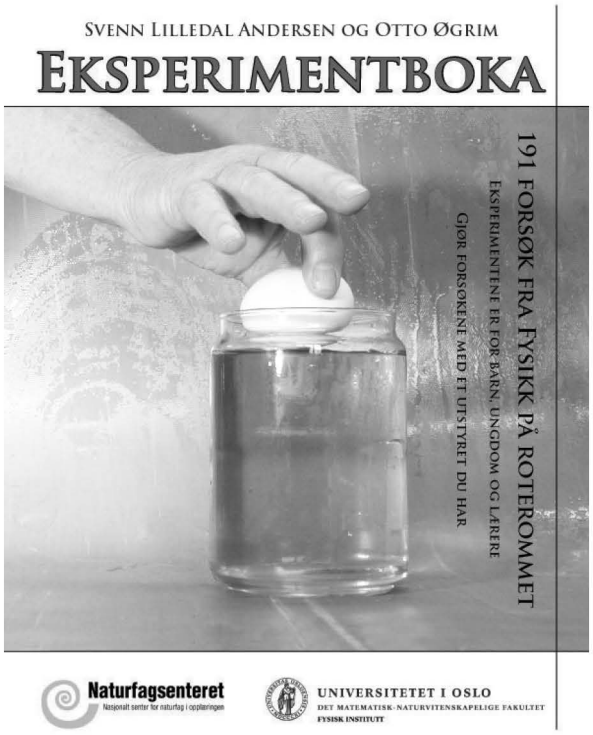
I 2006 er det Norges tur til å arrangere det nordiske optikkmøtet *Northern Optics*. Siden vi også skal ha elektro-optikkmøte i 2006, slår vi disse møtene sammen. Det kombinerte møtet vil bli holdt i Bergen fra 14. til 16. juni. Vi håper på stor oppslutning fra det norske optikkmiljøet. For mer informasjon se Internett: *www.unik.no/no2006* (lenke under konferanser på hjemmesida til NFS). Påmelding og innsending av bidrag vil åpne i oktober.

Gunnar Arisholm

∞

Bokomtaler

Otto Øgrim og Svenn Lilledal Andersen: Eksperimentboka. Produsert og distribuert av Kolofon as. ISBN 82-300-0150-2.



I en tid da unge mennesker vokser opp med data-animasjoner og -spill, vil kanskje noen stille spørsmål ved verdien av reelle eksperimenter og demonstrasjoner i fysikkundervisningen. Det gjør ikke forfatterne av denne boka, ei heller denne anmelderen for den saks skyld.

Enkle og illustrerende eksperimenter viser seg alltid å være den pedagogiske vinner, selv i dataalderen. Og Otto Øgrim og Helmut Ormestads "roteromtradisjon" har inspirert så mange at det er blitt et fast begrep. Tradisjonen er i mange år ført videre av Otto Øgrim og Svenn Lilledal Andersen. De to, som nå til sammen har nådd en alder av 172 år, har tidligere publisert en mengde gode og illustrerende fysikkforsøk, hvorav noen også har vært presentert i Fra Fysikkens Verden som "Fysikksnutter". I anledning Verdens fysikkår er 191 av disse forsøkene nå, i samarbeid med Naturfagsenteret, samlet mellom to permer i *Eksperimentboka.*

Forsøkene er delvis samlet fra forskjellige andre kilder og delvis selvlagde. I denne boka er det lagt vekt på å presentere dem slik at de bare kre-

ver enkelt og lett tilgjengelig utstyr. Stort sett vil man finne alt materiale og utstyr til forsøkene i en vanlig hus holdning. Det mest avanserte utstyret er et voltmeter, men det hører vel med blant tilgjengelig utstyr hjemme hos de fleste av FFVs lesere. Forsøkene kan derved også gjøres på kjøkkenbenken av barn i alle aldre, inkludert foreldre og besteforeldre, som det også sies i bokas forord.

Boka er ikke noen kokebok for fysikkforsøk der en ved å følge en detaljert oppskrift får det korrekte fasitsvar. Den pedagogiske fordelen ved disse forsøkene er for det første at man må være kreativ og finne fram og sette sammen alt utstyret selv. For det andre kan forsøket i noen tilfeller ikke gå som forventet i første omgang, hvilket appellerer til oppfinnsomhet. For det tredje, mange av forsøkene handler om fenomener som de fleste allerede har observert i en eller annen form, kanskje uten å få en forklaring. Alt dette er med på å gjøre forsøkene både spennende og aktuelle.

Eksperimentene er inndelt i 15 grupper som hver tar for seg samme klasse fenomen. Bortsett fra den 15. og siste gruppen tar alle eksperimentene for seg fenomen som har en fysisk forklaring. Innenfor gruppen "syn" gis det også andre typer forklaringer. Uttrykk som "Det ser ut til at hjernen noen ganger nekter å oppfatte noe den tror ikke kan eksistere", sprenger vel grensen for hva fysikken uttaler seg om.

Forklaringene og kommentarene er kortfattete og enkle, og boka er selvsagt fri for matematiske uttrykk. Noen av forklaringene og eksemplene går igjen i flere eksperimenter. Dette skyldes antakelig det faktum at dette er en samling av mange tidligere publiserte eksperimenter. På den annen side kan hvert eksperiment derved, med noen få unntak, leses, utføres og forklares uavhengig av de øvrige elsperimentene.

Ordbruken i boka er lett, kortfattet og til dels muntlig, mange ganger med et snev av humor ("Vi forutsetter at du ikke har vært borti såpe på en stund"). Noen ord kan kanskje være vanskelige å forstå for de aller yngste, men her kan jo de etter hvert mange fysikk-besteforeldre hjelpe. Ordet "flyve maskin" vil kanskje forstås av barn som vokser opp ca. 100 år etter at den første sådanne kom til Norge. Vanskeligere er nok ord som "spenning", potensial og brytningsindeks. At luft som strømmer fort får lavere trykk (statisk) er ikke overbevisende forklart før en gjør en energianalyse (Bernoullis lig ning). Men eksperimentene i boka som viser det, er gode og overbevisende.

Eksperimentboka anbefales på det varmeste for alle. Den er en ypperlig idébank for forelesere i elementær fysikk, så vel i skole som på universitet. Den burde også være en utmerket julepresang til barn i alle aldre – som en innføring i fysikkens forunderlige og engasjerende verden.

Finn Ingebretsen

∞

Bill Bryson: En kort historie om nesten alt. Gyldendal, 2005. ISBN 82-05-33391-2 (634 sider) 349 kr.

Slurvet og overfladisk populærvitenskap

Det finnes en hårdnakket og seiglivet myte om at vitenskapsfolk ikke kan skrive forståelig, men bør få hjelp av journalister når de vil formidle kunnskapen sin. Om ikke annet, så representerer dette en grov fornærmelse mot de norsklærerne som samvittighetsfullt lærte sine elever god skrivekunst. Nå er jeg nettopp ferdig med ei bok som viser at vitenskapsfolk bør betakke seg for slik assistanse.

Journalisten Bill Bryson har skrevet ei bok med den besnærende og utrolige tittelen: "En kort historie om nesten alt." Jeg synes ikke en historie på 634 sider uten tegninger, skisser eller bilder kan betegnes som kort. Bill Bryson begrenser seg til å fortelle overfladisk om naturvitenskap. Men det finnes nå som bekjent mer mellom himmel og jord enn de fleste andre steder, for menneskesinnet er opptatt av så mangt.

Jeg velger nå å være brutalt ærlig heller enn unnvikende høflig i min omtale. Bryson har lest mye, men forstått mindre. Boka hans viser til fulle at det ikke holder med å lese populærvitenskap om en ønsker å fortelle fra naturvitenskapens verden. En må ha den trygge fagkunnskap og skikkelige forståelse som bare et solid og grundig studium kan gi. Noen få eksempler på misforståelser (som det riktig vrimler av) får klare seg: Vi kan slett ikke se tilbake til 10^{-43} sekunder etter skapelsen, slik Bryson mener. Det er ikke riktig at vi trenger supernovaeksplosjoner for å lage karbon og jern. Disse grunnstoffene blir nettopp formet i stjernenes hete sentralområder. Hva slags ubetenksom språkbruk anvendes når det hevdes at "Principia" til Newton representerer et skarpsindig *øyeblikk*? Det tok faktisk Newton flere *år* å utarbeide dette uovertrufne mesterverket.

Når Bryson skal forklare innholdet av Newtons 3. lov, sier han at hver *bevegelse* har en motsatt og

jevnbyrdig kraft. Jeg tror ikke at Avogadros *hypotese* var noen *oppdagelse.* I dag er det velkjent at det finnes over hundre elementer. Jeg blir da nokså forundret når jeg får vite at Davy oppdaget ett dusin grunnstoffer, og de utgjør *en femtedel* av dem vi nå vet om. Jeg er ikke med på at Michelson-Morley-eksperimentet var en gåte fordi lys er bølger. Det var nok ikke kvantehypotesen til Planck som løste den gåten. Den spesielle relativitetsteorien til Einstein *viste* knapt at lyshastigheten er konstant. Naturen lar seg neppe diktere av teori, men eksperiment kan avsløre naturens spilleregler.

Jeg fatter heller ikke at Heisenbergs usikkerhetsrelasjon tilsier at vi ikke kan kjenne både banen til et elektron og hvor det befinner seg til ethvert tidspunkt. Dette betyr da vitterlig akkurat ett og det samme. Det som går tapt, er jo kunnskapen om *farten* til elektronet. Bill Bryson føler det nødvendig å gi bevis for hvor han har hentet grunnlaget for misforståelsene sine. Boka er utstyrt med ei liste på 37 sider som oppgir enhver tekst Bryson har benyttet for å skrive hver eneste side i boka si.

Bryson beveger seg gjennom vitenskapshistorien med hopp og sprett og tjo og hei. Her er det tydelig at det ikke er nødvendig å være sannferdig og edruelig. Det er visst det rene fyllerør som er spennende og sjarmerende. Hovedinntrykket en sitter igjen med, er at de som har gjort betydningsfulle oppdagelser oftest er kranglefanter og uberegnelige og uforbederlige vriompeiser. De er også raringer som lever sitt liv i sorg og savn, nød og forsakelse. De vågale som drister seg til å framlegge nye ideer og synspunkter, blir kun møtt med mistro, forakt og hån, og blir latterliggjort. Vitenskapspionerene består stort sett av smålige, misunnelige, ondskapsfulle og hevngjerrige skapninger, som helst er opptatt av å rakke ned på hverandre.

Språket i denne boka kan bare karakteriseres som elendig. Her tror jeg at oversetteren får ta sin del av skylda. Ordstillingen bærer et sterkt preg av å være hentet direkte fra den engelske originalen. De fleste setningene hadde tjent på å bli splittet for å lette forståelse og tilegnelse. Det er faktisk mulig å sette punktum for en setning før alt en måtte ha på hjertet er uttømt. Her er det en sann vrimmel og et riktig virvar av kløfete innskudd. Kommaregler er bare noe unødvendig bry som en kan krenke med suveren forakt. Eller er disse tegnene fordelt av vær og vind i håp om at pusteøvelsene ikke skal kvele en stakkars leser?

Forlaget forkynner begeistret at boka har fått strålende kritikker og har mottatt priser. Også for meg står boka for seg selv og fyller en plass som er dens egen. Det er nok den mest sjuskete populærbok jeg hittil har lest. Den som ikke har pålitelig kunnskap og ordentlig forståelse fra før, har knapt noe å lære av denne boka. Den er kun egnet som tidtrøyte, som ikke må bli tatt på alvor. En kan dessverre ikke stole på sannhetsgehalten i dette skriveriet.

Boka er et slurvet hastverksarbeid som kunne blitt mye bedre ved å heve presisjon og nøyaktighet. Dette skrapet tjener forfatter, oversetter og forlag til liten ære. Boka til Bryson er ikke noe å bry seg om.

Henning Knutsen

∞

Mark A. Garlick: Verdensrommet. En visuell guide til astronomi. Gyldendal, 2005. ISBN 82-05-33208-8. (303 sider) 349 kr.

Mye fakta, men lite nytt

Fjernsynet byr på ypperlige muligheter til å gi informasjon til et vitebegjærlig publikum. Vi vet at mange mennesker ønsker mer enn verdiløs underholdning som er det rene fjas og vås. NRK sine programmer "Newton" og "Schrödingers katt" gir innsikt i, og viten om, viktig og spennende naturvitenskap. Men TV-bilder flimrer raskt over skjermen og gir ikke den nysgjerrige anledning til å dvele ved det som spesielt fanger interessen eller ved det som trenger fordypning og ettertanke. Derfor vil det visuelle bilde aldri bli noen fullverdig erstatning for det skrevne ord.

Gyldendal har nå utgitt ei bok som kan tjene som en oppfølger for dem som har blitt nyfikne på stjernehimmelens objekter. Boka er skrevet av Mark A. Garlick, og tittelen er: "Verdensrommet. En visuell guide til astronomi". Denne teksten favner vidt, men den graver ikke dypt. På den kosmiske reisen møter vi først romfartens instrumenter og historie. Deretter går ferden gjennom vårt eget kjente og kjære solsystem med sol og planeter, måner og kometer. Så følger litt om stjerners fødsel, liv og død, før forfatteren forteller noe om de fjerne stjernetåker, som nå helst får hete galakser.

Jeg velger med vitende og vilje å være brutalt ærlig og hensynsløs, selv om dette måtte være sårende for en strevsom forfatter. Jeg blir ikke begeistret av denne boka. Den representerer grundig og flittig handverk, men heller ikke mer.

For en fagastronom er det selvsagt greitt å få justert sine data angående nøyaktig størrelse på temperatur, lysstyrke og sammensetning av planeter og måner. Men alle disse verdiene burde kun finnes i tabeller bak i boka og ikke ta opp plass for flere vakre fargebilder.

Jeg savner store og detaljerte bilder av alle måner til de ytre planeter. Disse objektene er jo ensbetydende med helt nye verdener, som ingen kjente før romsondene dro forbi. Her får vi ikke en gang følge den enestående begivenheten da kometen Shoemaker-Levy bombarderte kjempeplaneten Jupiter. Hadde Jorda blitt utsatt for dette himmelske fyrverkeriet, ville den nå vært en øde planet.

Det går for å være bastant ugjenkallelig når en tekst prentes svart på hvitt. Her synes jeg lesningen blir ubehagelig og slitsom når bokstavene toner hvite mot en svart bakgrunn. Jeg er heller ikke lykkelig med de skisser som forklarer årstider, månefaser og formørkelser. Slike tegninger har jeg møtt i andre bøker. Der var de umiddelbart lettere å begripe.

Men for den glødende amatørastronom må de gode og detaljerte stjernekartene for alle årets måneder være skikkelige saker, som det er verdt å trakte etter. For hver måned er det beskrevet tre skjønne astronomiske objekter som hver for seg representerer virkelige perler som det er vel verdt å gå på teleskopisk skattejakt etter. Men jeg gadd vite hvor aktuelt det er for norske amatørastronomer å observere fra de smaragdgrønne slettene på Pampas eller fra de rustrøde ørkener i Australia.

De siste tjue sidene der forfatteren prøver å si noe om det nyeste nye innen kosmologi, er så overfladiske at de bare må virke gåtefulle og forvirrende for den uinnvidde. Her finnes da også grove feil. Den kunnskap vi nå har tyder på at vi lever i et univers som er såkalt geometrisk åpent. I så fall var ikke universet noe "punkt" ved selve ursmellet, Big Bang, som forfatteren hevder. Da var det uendelig også ved tidenes morgen. Forfatteren har heller ikke oppfattet at romlig geometri og endelig skjebne for universet, representerer *uavhengige* gåter som flittige og ivrige forskere ennå ikke har greidd å løse.

Men nådeløs kritikk til tross, en får være takknemlig for det økonomiske løftet forlaget har tatt ved å utgi denne boka. Jeg skal også villig innrømme at smak og behag er det som kan diskuteres, og "til lags åt alle kan ingen gjera".

Henning Knutsen

∞

Nils Voje Johansen: Einstein i Norge. J.W. Cappelen Forlag, 2005. ISBN-10: 82-02-24730-6 (196 sider) 198 kr.

Et hyggelig besøk

Fra 13. til 22. juni 1920 visiterte Albert Einstein kongeriket Norge etter invitasjon fra Det Norske Studentersamfund i det daværende Kristiania. Matematikeren Nils Voje Johansen viser nå at han er en solid forfatter, for han har faktisk greidd å lage ei hel bok om den vesle begivenheten. "Einstein i Norge" er den passende tittelen. Motivasjonen og bakgrunnen for å skildre denne hendelsen er selvsagt at året 2005 er vedtatt av Unesco til å være Verdens fysikkår. Det er hundre år siden den da ukjente Albert Einstein publiserte sine tre banebrytende ungdomsarbeider som hver for seg minst var verdt en nobelpris.

Forlaget Cappelen skal ha all ære for at de er seg sitt kulturelle ansvar bevisst. La det være sagt at Nils Voje Johansen skriver drivende godt. Boka er lettlest og oversiktelig. Denne forfatteren viser virkelig at realister ikke behøver hjelp fra profesjonelle journalister for å formulere seg. Og leseren merker at dette er verket til en flittig vitenskapsmann som har gjort et grundig arbeid da han samlet stoff til boka. Han har en suveren oversikt over stoffet sitt, og han vet å plassere de vesentlige detaljer i den rette kontekst. Fortellingen blir spennende til tross for mangel på dramatikk. Leseren iler ivrig fra side til side før Einstein takker farvel, og forfatteren sier snipp, snapp snute.

Det var nesten merkelig at Einstein takket ja til innbydelsen fra de uforferdede norske studenter som ganske dristig troppet opp hos ham hjemme i Berlin. For Einstein var året før blitt den mest verdensberømte av samtlige fysikere. Da bekreftet nemlig astronomene at stjernelys som passerer nær Sola, faktisk vil bevege seg i en krum bane. Einstein hadde forutsagt dette fenomenet i mesterverket sitt om gravitasjon fra 1915, den generelle relativitetsteorien.

Det var nok tilfelle at Einstein slett ikke var særlig opptatt av å øke kunnskapen om og forståelsen for, ideene sine da han viste positiv interesse for anmodningen fra de modige norske ynglinger. Han visste aldeles utmerket at teorien ble studert med stor iver ved kjente universiteter, for han mottok flust med innbydelser fra rike læresteder. Men verdens nye "ikon" var jo en ivrig fredsvenn og ønsket forsoning mellom nasjonene etter den grusomme verdenskrigen. Da var en reise

til det nøytrale Norge et passende foretak. Dessuten betydde turen til dette vakre landet en kjærkommen ferie etter mange års intenst arbeid.

Forfatteren bibringer særdeles interessant kunnskap om alle de personer som hadde befatning med besøket til Einstein. Her møter vi Jonas Schanche Jonasen som senere ble en uhyre dyktig journalist. Vi treffer Harald Schjelderup som ble banebryter for psykologien i vårt land. Her finner vi den iherdige Ole Colbjørnsen som ble en trofast tjener for Arbeiderpartiet. Ærverdige norske professorer og naturvitenskapsfolk blir grundig omtalt. Den nordmannen som utvilsomt hadde den dypeste forståelse av ideene til Einstein, var Jørg Tofte Jebsen. Denne unge døde var lenge skjult av glemselens slør. Nils Voje Johansen har løftet dette sløret til side. Jebsen står her fram og får fortjent takk for sin innsats. Han leverte nemlig et praktfullt forskningsbidrag som tok teorien til Einstein et viktig steg videre.

Det er beundringsverdig at forfatteren har greidd å få til en troverdig gjengivelse av de tre foredragene som Einstein holdt i Norge. Manuskriptene finnes ikke lenger, men Nils Voje Johansen har maktet oppgaven ved å benytte referatene i avisene og den populærvitenskapelige boka til Einstein.

Dette er ei god og viktig bok som i stor detalj forteller sannheten omkring Einstein sin gjesteopptreden i Norge. Boka er et ærlig arbeid som fortjener honnør. Den anbefales på det varmeste. Det gjør godt at det ennå finnes så gode skribenter i vårt lange, værbitte land.

Henning Knutsen

∞

Arild Stubhaug: Skjulte kodar. Det Norske Samlaget, 2004. ISBN 82-521-6405-6 (193 sider) 228 kr.

Niels Henrik Abel sitt tragiske liv

I sommer tok vi ei pause ved Froland Verk da vi dro østover. Her døde den unge matematiker Niels Henrik Abel i 1829, bare 26 år gammel. I dag er stedet et trivelig kultursenter, og det er vel verdt et besøk. Jeg ble da oppmerksom på at Arild Stubhaug nå har utgitt en ganske kortfattet biografi over han som utvilsomt får gjelde som Norges største vitenskapsmann. Jeg synes det er litt viktig at folk får vite at denne nye biografien finnes.

Arild Stubhaug har jo fra før skrevet den definitive og særdeles omfattende skildringen av Abels liv og virke der knapt noe relevant stoff er utelatt. Folk som har flust med tid, kan ha mange trivelige stunder med *"Et foranskutt lyn"*. Men travle mennesker synes kanskje det blir vel mye å gi seg i kast med. For disse er da den konsentrerte boka et lykkelig alternativ. Den heter *"Skjulte kodar"* og er utgitt på *Det Norske Samlaget,* og teksten er altså på nynorsk. Språkdrakten bør i alle fall ikke avskrekke noen, for Stubhaug skriver et lett og ledig nynorsk. Boka er en utmerket presang til ungdom som viser vettuge interesser. Min eneste innvending er at forlaget kunne ha spandert noen illustrasjoner.

Denne fortellingen gir leseren en klar forståelse for at matematikere faktisk er levende mennesker med følelser. Vår fremste matematiker var ingen tørr og iskald regnemaskin som kun tumlet med abstrakte begreper og formler langt over vanlige folks vett og forstand. Abel var vennesæl og var avhengig av godt selskap for å trives. Som folk flest trengte han pålitelige venner som han kunne betro seg til. I sitt unge liv opplevde han både nyfikenhet, tvil og overstrømmende glede i forholdet til det annet kjønn.

Stubhaug gjengir livet til Abel med fart, driv og spenning. Vi følger gutten sin oppvekst hos den velstående prestefamilien i Gjerstad, og i flittig skolegang og studier i Christiania. Han forteller om det sørgelige forfallet hos både prest og frue. Vi får høre om de menneskene som oppdaget og forstod hvilke helt usedvanlige evner og talenter ynglingen satt inne med. Universitetsfolkene var villige til å hjelpe ham etter beste evne, men byråkratiet i departementet hadde mest sans for å holde sparegrisen velfylt av kongens mynt.

Den store utenlandsreisen til Abel ble en avgjørende del av livet hans. Muligens var det under de kummerlige kår i Paris at han pådro seg tuberkulosen. Men det fantes også lykketreff, for han ble kjent med Crelle som syslet med planer om å utgi et matematisk tidsskrift. Dermed hadde Abel en solid journal der han kunne publisere arbeidene sine. Verre var det at den uovertrufne pariseravhandlingen med det viktige addisjonsteoremet forsvant i bunkene på skrivebordet hos den egosentriske franske matematiker Cauchy.

Det er virkelig godt gjort av Stubhaug å inngi leseren en følelse av den store betydningen av arbeidene til Abel, og det uten at leseren behøver å være fagmann. Derfor er det også så gripende å lese den siste delen av denne tragedien. Dødskampen ble

hard, for Abel hadde så altfor mye ugjort. Han visste meget godt hvilke store og ukjente matematiske tanker han bar på. Men selv om Abel ikke fikk anledning til å avsløre mange sammenhenger han og ingen annen kjente, så tok nye generasjoner av matematikere opp den fruktbare arven. En av dem fastslo: "Han har gitt matematikerne nok å sysle med i 400 år framover".

Henning Knutsen

∞

Trim i FFV

FFVT 3/05

Tautyven

I et gammelt kirketårn henger to uerstattelige gamle tau til å svinge klokkene med. Tauene henger ned gjennom to hull i et over 10 meter høyt tak med omtrent 25 cm mellom tauene. Hullene er så trange at tauet bare kan gå gjennom en gang. Loftet over taket er avlåst.

En antikvitetstyv vil stjele så mye av tauene som mulig. Han er utstyrt med en skarp kniv og er en virkelig akrobat i tauklatring. Men han slår seg i hjel hvis han faller ned fra mer enn 5 meters høyde. Hvordan kan han få med seg mest mulig tau?

Løsning FFVT 2/05

Frøken Jeger på jakt

Frøken Jeger ville gjerne bli kjent med en utadvendt mann og meldte seg inn i en klubb for enslige som var delt i to selskaper hvor det var henholdsvis 18 og 22 menn. I katalogen kunne hun lese om medlemmenes egenskaper, men der var ingen bilder. Frøken Jeger festet seg ved om mennene hadde skjegg eller ikke, og hun regnet ut at sjansen for å treffe en utadvent mann ville være størst hvis hun valgte en med skjegg i begge de to selskapene. Men etter at selskapene ble slått sammen, fant hun at sjansen for treffe en utadvendt mann ville være størst hvis hun valgte en mann *uten* skjegg. Hvordan kunne dette henge sammen?

Oppgaven er hentet fra Martin Gardner: "Aha, Gotcha. Paradoxes to puzzle and delight", side 130. W.H. Freeman & Co, San Francisco, 1982. Denne historien illustrerer et statistisk paradoks som viser hvor vanskelig det kan være å konstruere statistiske undersøkelser som er robuste og troverdige. Det blir feil å anvende sannsynligheter fra smågrupper til å prediktere sannsynligheter som opptrer hvis smågruppene slås sammen. En forutsetning for at feilen skal manifestere seg, er at sannsynlighetene i gruppene er nokså ulike. Her var den ene sannsynligheten $< 1/2$ og den andre var $2/3$. Spørsmålet om hvordan dette kan henge sammen er derfor ikke lett å forklare.

Analoge modeller fra den nevnte boka.

Dette paradokset kan modelleres med vanlige spillkort hvor den skjulte egenskapen (utadvendt) for eksempel kan tilsvare røde kort, og den synlige egenskapen (skjeggete) markeres på baksiden av kortene med en x. Ved å merke 5 røde kort og 6 sorte med x, og blande disse med 3 røde og 4 sorte uten merking, kan de 18 kortene representere mennene i det ene selskapet.

Tilsvarende kan gjøres for å representere de 23 mennene i selskap nr 2. Ved sannsynlighetsberegninger på de to kortbunkene finner man tallene som var angitt i oppgaven. Hvis man ønsker seg et rødt kort (utadvendthet), lønner det seg altså å velge et x-merket kort (skjeggete mann) fra begge disse kortbunkene. Men hvis alle 41 kortene stokkes sammen, blir resultatet motsatt.

Ved utprøvning av nye legemidler, kan dette paradokset villede uerfarne statistikere. Ofte har man en situasjon hvor en sykdom behandles med et gammelt, vel prøvet medikament og en ønsker å finne ut om et nytt medikament kan ha bedre effekt. Medikamenttypen er her den synlige egenskapen. Nytt medikament tilsvarer x-merket kort (skjeggete). Gammelt medikament tilsvarer umerket kort (glattbarbert). Pasientbedring er den skjulte egenskapen; bedring tilsvarer rødt kort (utadvendthet) og ingen bedring tilsvarer sort kort. Hvis to undersøkelser foretas med henholdsvis 18 og 23 pasienter, vil fordelingene gitt i oppgaven gi som resultat at det nye medikamentet er best i begge undersøkelsene. Men hvis alle 41 pasientene slås sammen til en gruppe, får en altså motsatt resultat!

∞

Nye Doktorer

Giovanni Alfieri

Cand.scient. Giovanni Alfieri forsvarte 8.6.2005 avhandlingen *Physics and modelling of point defects in silicon and silicon carbide* for graden dr.scient. ved Universitetet i Oslo.

Målet for dette forskningsprosjektet var å identifisere punktdefekter i halvledermaterialer og studere deres termiske egenskaper. Slike defekter kan introdusere elektriske nivåer i halvledernes båndgap, og kan således studeres med elektriske karakteriserings teknikker. Defekter kan oppstå av ett eller flere fremmedatomer, eller når atomer forflyttes ut fra sine korrekte posisjoner i krystallgitteret og gir opphav til vakanser (fravær av atomer) og interstitsielle atomer. En defekt relatert til et oksygendivakanskompleks i silisium ble identifisert og studert, og det ble oppdaget at et forflyttet silisium- eller karbonatom gir opphav til en vanlig defekt i silisiumkarbid (SiC). To defekter relatert til hydrogen ble også identifisert i SiC.

Resultatene fra denne forskningen er viktig for elektroniske og optiske komponenter som strålings- og partikkeldetektorer, medisinsk apparatur og elektronikk for bruk i rommet. Punktdefekter kan i sterk grad påvirke hvordan slik apparatur oppfører seg. Det er derfor viktig og forstå hvordan slike defekter oppstår og hvordan de oppfører seg.

Arbeidet ble finansiert av Forskningsrådet og ble utført i Micro- og Nanoteknologi Laboratoriet (MiNa Lab), og var underlagt gruppen for elektronikk ved Fysisk institutt, UiO. Veiledere har vært Bengt Gunnar Svennson og Edouard Monakhov.

∞

Bjørn Åge Bergsjordet

Cand.scient. Bjørn Åge Bergsjordet forsvarte 17. juni 2005 avhandlingen *Some Aspects of Cavity Quantum Dynamics* for graden dr.scient. ved Institutt for fysikk, NTNU.

I doktorgradsarbeidet er det undersøkt et utvalg av problemstillinger knyttet til kvanteelektrodynamikk i kaviteter, ved hjelp av både analytiske og numeriske metoder.

I den første delen av avhandlingen studeres såkalte Schrödinger katt-tilstander, og hvordan disse går over til klassiske ikke-interfererende tilstander på grunn av vekselvirkning med atomer. Bakgrunnen er at en er interessert i å studere og forstå det såkalte dekoherensbegrepet. Enkelt forklart handler dette om hvorfor makroskopiske tilstander i sin alminnelighet ikke interfererer med seg selv.

I den andre delen av avhandlingen studeres begrepet kvantemekanisk fase. Fasebegrepet er enkelt å forstå i den klassiske elektrodynamikken, men en støter på problemer når en i kvantefysikken vil assosiere en observabel til begrepet.

En må forstå og ha kontroll over mekanismer for dekoherens hvis en i fremtida skal kunne lage kvantedatamaskiner. Det å kunne beskrive dekoherens ved hjelp av en fase kan derfor ha betydning.

Arbeidet ble utført ved Institutt for fysikk, NTNU, med professor Bo-Sture Skagerstam som hovedveileder og professor Kåre Olaussen som medveileder. Bergsjordet er nå ansatt som førsteamanuensis ved Høgskolen i Sør-Trøndelag, avdeling for informatikk og e- læring.

∞

Håkon Enger

Cand.scient. Håkon Enger forsvarte 3/6 2005 avhandlingen *D-branes and Geometry* for graden dr.scient. ved Fysisk institutt, Universitetet i Oslo.

Doktoranden har studert sammenhengen mellom geometri og strengteori, og resultatene er av interesse både i fysikk og matematikk. Innen fysikk kan de bidra til en bedre forståelse av de grunnleggende naturlovene, og innen matematikk kan de bidra til anvendelser i fagområdet geometri.

Ett av hovedmålene i fysikk er å finne fundamentale beskrivelser av naturlovene. Men de to mest grunnleggende beskrivelsene vi har, Einsteins gravitasjonsteori og standardmodellen i partikkelfysikk, lar seg ikke uten videre kombinere. Nå er strengteori blitt praktisk talt enerådende som kandidat for å finne en forenet "teori for alt".

Strengteoriens grunnlag er antagelsen om at de minste udelelige partiklene i all materie er strengformede. Dette fører til en kvanteteori som kan inneholde en beskrivelse av gravitasjon sammen med de andre naturkreftene. I tillegg har strengteorien vist seg å gi oss nye resultater innen geometri.

I 90-årene viste det seg at det innen strengteorien også er plass til høyere-dimensjonale "membraner" ved siden av de éndimensjonale strengene, såkalte D-braner. Avhandlingen belyser tre forskjellige aspekter av sammenhengen mellom D-braner og geometri. En sammenheng mellom D-braner og gravitasjonsteori blir studert ved en utregning innen supergravitasjon. Et stabilitetsbegrep for D- braner blir knyttet sammen med et annet stabilitetsbegrep innen geometri. Til slutt foreslås en sammenheng mellom en spesiell konstruksjon av "knipper" innen algebraisk geometri og en spesiell type D-braner.

Arbeidet er utført ved Fysisk institutt, UiO, med professor Carsten A. Lütken som veileder.

∞

Børge Kile Gjelsten

Cand.scient. Børge Kile Gjelsten forsvarte 3.5.2005 si avhandling *Mass determination of supersymmetric particles in ATLAS* for graden dr.scient. ved Universitetet i Oslo.

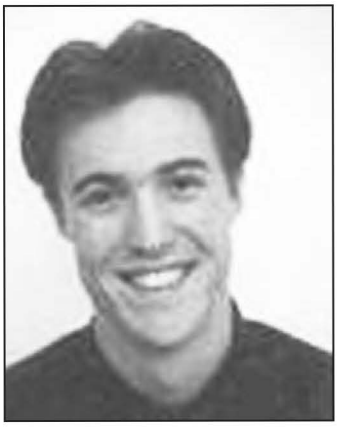
Det mest fundamentale i naturen kan enno best forståast via Standardmodellen som skildrar korleis elementærpartiklar vekselverkar. Men denne modellen har også manglar. På den eine sida er der problem i relasjon til gravitasjon, og på den andre sida kan ikkje modellen forklare all strukturen i universet. Ei utviding av teorien synest difor uunngåeleg.

Ein av dei sterkaste kandidatane til ei slik utviding baserer seg på at naturen kan ha ein såkalla supersymmetri som inneber at kvar elementærpartikkel har ein supersymmetrisk partnar med nesten identiske eigenskapar. Supersymmetri vil løyse hierarkiproblemet i Standardmodellen, og kan relaterast til strengteori, som ein vonar ein dag kan vise seg å vere den ultimate teorien. Slike supersymmetriske partiklar vil kanskje også kunne forklare den mørke materien som nyare observasjonar tyder på utgjer omlag ein fjerdedel av energien i universet.

Motivasjonen for supersymmetri er sterk, så vi vonar at LHC (Large Hadron Collider), den nye partikkelakseleratoren som blir bygd ved CERN, vil oppnå energiar ved kollisjonar mellom protonar som er høge nok til at dei supersymmetriske partiklane vil kunne bli produserte og bli oppdaga. I denne avhandlinga som er utført ved gruppa for eksperimentell partikkelfysikk ved Fysisk institutt, UiO, er det utvikla metodar for å bestemme massene til dei supersymmetriske partiklane innanfor ATLAS-eksperimentet ved LHC.

Professorane Steinar Stapnes og Per Osland har

Bjørn Anton Graff



Sivilingeniør Bjørn Anton Graff forsvarte 17.6.2005 avhandlingen *Uptake of macromolecules and blood perfusion in human melanoma xenografts* for graden dr.philos. ved Universitetet i Oslo.

Nye terapeutiske stoffer som skal hemme veksten av svulster og hindre oppvekst av metastaser utvikles og testes i stor skala på mange klinikker. Disse nye medisinene er gjerne målsøkende og binder seg til kreftcellene, eller de er utstyrt med genetisk materiale som overføres til kreftcellene. Problemet med disse medisinene er at de består av store molekyler og derfor ikke når frem til alle cellene i en kreftsvulst.

I sitt doktorgradsstudium ved Radiumhospitalet har sivilingeniør Bjørn Anton Graff undersøkt hva det er som begrenser opptaket av større terapeutiske stoffer. Gjennom målinger av opptak av molekyler med ulik størrelse i føflekkreftsvulster, har han vist at det primært er blodstrømmen i svulstene som begrenser opptaket. Mange svulster har en svært begrenset blodstrøm som altså gir seg utslag i lavt opptak av disse nye terapeutiske stoffene i enkelte områder av svulstene, noe som igjen gir et dårlig behandlingsresultat. Fra før er det kjent at den lave blodstrømmen i svulster reduserer effekten av konvensjonelle behandlinger med stråling og kjemoterapi. Derfor har Bjørn Anton Graff, sammen med sin veileder og de øvrige medlemmene av forskningsgruppen ved Radiumhospitalet, utviklet en avbildningsmetode der MR brukes til å måle blodstrøm. Denne metoden testes nå på pasienter med livmorhalskreft. Dr. Einar Kåre Rofstad har vært veileder.

∞

Jarle Gran

Sivilingeniør Jarle Gran forsvarte 28. juni avhandlingen *Accurate and independent spectral response scale based on silicon trap detectors and spectrally invariant detectors* for dr.scient.-graden ved UiO.

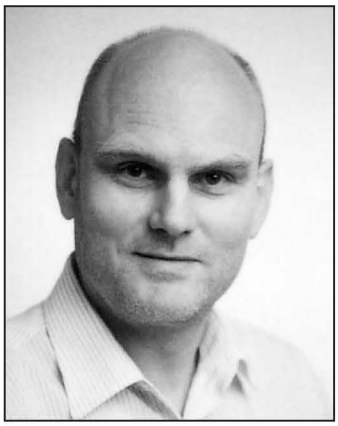
Lys betyr mye for oss både fysisk og psykisk. Det er derfor satt krav til belysningen på arbeidsplasser. Videre benyttes lasere til en rekke formål, og produkter med lasere blir klassifisert for å varsle forbrukere om faren for øyeskader ved bruk. Det forskes på hvordan ultrafiolett lys kan skade planter og mennesker, og kan føre til hudkreft og andre lidelser. På den annen side benyttes lys også til behandling av hudlidelser hvor lyseffekten spiller en avgjørende rolle for resultatet. Instrumentene som måler lyset må derfor kalibreres.

Tradisjonelt krever slik kalibrering kostbare instrumenter. Men avhandlingen viser hvordan en kalibreringsskala for optisk effekt kan etableres med forenklede metoder og likevel gi omtrent like god nøyaktighet. Det er tatt utgangspunkt i arbeid som startet i USA tidlig på 1980-tallet, med bruk av silisiumdetektorer som standarder. Men disse metodene endret detektorene og gjorde dem lite egnet som standarddetektorer. Gran har videreutviklet disse metodene og har vist hvordan man kan utnytte matematiske modeller til å beregne effekten som faller inn på silisiumdetektorene som da ikke forandrer seg. Han har vist at den optiske effekten kan finnes med god nøyaktighet ved enkle metoder som vil bli brukt som referansemetoder ved Justervesenet. Disse kan også brukes av andre laboratorier og kan dermed sikre større harmonisering i målinger av optisk effekt, både nasjonalt og internasjonalt.

Arbeidet er utført ved Justervesenet og Universitetsstudiene på Kjeller, med professor Aasmund S. Sudbø som veileder.

∞

Lars Morten Johansen



Lars Morten Johansen forsvarte 31/5 2005 sin avhandling *Quasi-probabilities and nonclassicality* for graden Doctor philosophiae ved Fysisk institutt, Universitetet i Oslo.

Kvantemekanikken byr på mange paradoksale effekter, for eksempel partikler som også er bølger, og partikler som tilsynelatende påvirker hverandre øyeblikkelig uansett hvor langt fra hverandre de er. Disse effektene har vanligvis vært observert for mikroskopiske systemer som er generert i laboratorier.

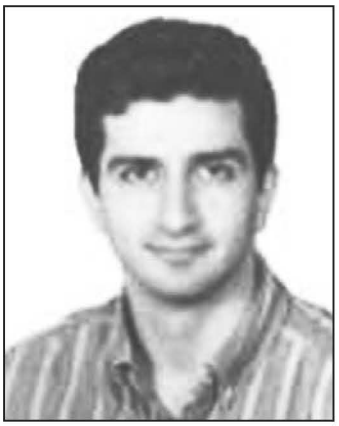
Lars Morten Johansen har funnet nye paradoksale effekter, for eksempel viser han i avhandlingen at laserlys, som finnes i CD- spillere, i printere og i kasser på supermarkeder, kan avgi et *negativt* antall fotoner. Denne effekten er knyttet til at kvantemekanikken bare lar seg forklare ved hjelp av *negative sannsynligheter.*

Effektene forutsies i målinger som kalles *svake målinger.* Denne målemetoden ble oppdaget for få år siden. Den foregår slik at systemet det måles på nesten ikke forstyrres. Hver enkeltmåling gir svært lite informasjon og må derfor gjentas mange ganger for å kunne gi et endelig svar. Arbeidet har vakt interesse ved forskningsinstitusjoner i utlandet, og noen av eksperimentene som foreslås vil sannsynligvis bli gjennomført i nær framtid.

Arbeidet er i hovedsak utført ved Høgskolen i Buskerud i nært samarbeid med blant andre Universidad Complutense i Madrid. Deler av arbeidet er også utført ved Universitetet i Oslo.

∞

Peyman Mirtaheri



Cand.scient. Peyman Mirtaheri forsvarte 4.3.2005 avhandlingen *A novel biomedical sensor for early detection of ischemia* for graden dr.scient. ved Universitetet i Oslo.

Ischemi regnes som den hyppigste dødsårsak i den vestlige verden, i form av infarkt, slag eller komplikasjoner etter operasjoner og ulykker. Dette er en tilstand der det kommer for lite blod til organet, og dermed får ikke cellene nok oksygen til å overleve. Hvis man oppdager ischemi tidlig, kan skaden reverseres og vevet reddes.

Mirtaheris arbeid har gått ut på å utvikle en rask og kontinuerlig metode for overvåking av ischemi i alle typer vev og organer. Arbeidet er utført ved Fysisk institutt, Universitet i Oslo, og ved Intervensjonssenteret og medisinteknisk avdeling, Rikshospitalet universitetssykehus.

Resultatet er en ny biomedisinsk sensor som måler PCO_2 (partialtrykket av karbondioksid) kontinuerlig og i sann tid. PCO_2 er en tidlig indikator for ischemi. Sensoren består av en væskefylt enhet med en membran som er permeabel for CO_2 og kan miniatyriseres slik at den kan plasseres direkte i vev. Indikatornivået registreres ved å måle endring i væskens ledningsevne.

Sensorideen er patentert og kan forhåpentligvis anvendes klinisk i løpet av kort tid. Kandidaten og veileder Tor Inge Tønnessen, har fått SNDs idé- og nyskapingspris "Reodor" for sensoren. Forruten Tønnesen har Sverre Grimnes og Ørjan G. Martinsen vært veiledere på prosjektet.

∞

Lilia Castro Nicolli

Cand.scient. Lilia Castro Nicolli forsvarte 25.2.2005 avhandlingen *Mathematical modelling of macrosegregation formation caused by deformation of the mushy zone* for graden dr.scient. ved Universitetet i Oslo.

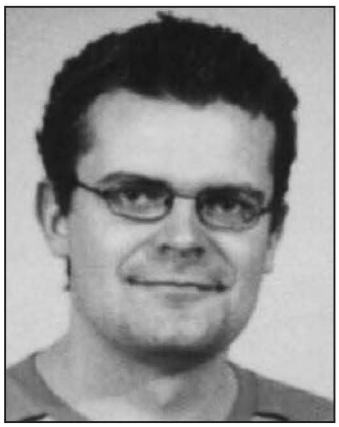
Under støping av aluminium tilsettes forskjellige legeringselementer for å forbedre egenskapene til det ferdige støpegodset. Det er svært viktig at disse legeringselementene er jevnt fordelt i støpen. Størkningsprosessen foregår imidlertid over et temperaturintervall, og vi får en såkalt "grøtsone" som er en blanding av smeltet og størknet materiale. De to fasene i grøtsonen har forskjellige sammensetninger, og på grunn av mekaniske forhold under størkning får vi svært ofte en relativ bevegelse mellom fasene. Det ferdige støpegodset får da ujevn fordeling av legeringselementer. Dette fenomenet kalles *makroseigring.*

I doktorgradsarbeidet er det utviklet en matematisk modell som relaterer dannelsen av makroseigring i støpegodset til prosessparametere som nedkjølingsforløp og støpehastighet. Spesielt er det utviklet og løst differensialligninger som beskriver dannelse av makroseigring på grunn av deformasjon av grøtsonen. Videre er det gjennomført eksperimenter for verifisering av den matematiske modellen.

Doktorgradsarbeidet er utført ved SINTEF i et prosjekt finansiert av Elkem Aluminium, Hydro Aluminium og Norges forskningsråd. Professor Asbjørn Mo og dr. Mohammed M'Hamdi har vært veiledere. Institutt for energiteknikk har deltatt i forskningssamarbeidet, og stipendiaten har hatt et studieopphold ved Institut National Polytechnique de Grenoble, der han gjorde eksperimentene.

∞

Aage Stangeland



Cand.scient. Aage Stangeland forsvarte 13/6 2005 sin avhandling *Development of Thermal Strain during Solidification of Aluminium Alloys* for graden dr.scient. ved Fysisk institutt, Universitetet i Oslo.

Under støping av aluminiumslegeringer kan materialet slå sprekker slik at produktet må vrakes. I doktorgradsarbeidet er det utviklet en matematisk modell som beskriver mekanismer som kan forårsake sprekkdannelsen. Denne modellen kan implementeres i simuleringsprogrammer for støping av aluminiumslegeringer. Man kan derved beregne hvordan sprekkdannelse kan unngås før støpeprosessen utføres med større sikkerhet enn før.

Ved støping av aluminiumslegeringer vil man ha et temperaturintervall hvor både smelte og størknet materiale eksisterer samtidig i en såkalt grøtsone. Størknet materiale har høyere tetthet enn smelten. Materialet vil derfor krympe når det størkner. Temperaturen vil være forskjellig i ulike deler av materialet under størkning, og dette kan forårsake deformasjoner i materialet. Både størkningskrymp og termisk indusert deformasjon kan forårsake sprekkdannelse. Drivkraften for deformasjonen er termisk tøyning. En matematisk modell for termisk tøyning i grøtsonen er utviklet i doktorgradsarbeidet. Modellen er bestemt ved å kombinere eksperimentelle forsøk med matematiske simuleringer av støpeprosessen.

Doktorgradsarbeidet er utført ved SINTEF i et prosjekt hvor de fleste store norske aluminiumsbedrifter har vært involvert. Arbeidet er finansiert av The Netherlands Institute for Metals Research.

Veilerder for prosjektet har vært Asbjørn Mo, med Øyvind Nielsen, Mohammed M'Hamdi og Laurens Katgerman som medveiledere.

∞

Oddbjørn Sæther

Siv.ing. Oddbjørn Sæther har forsvart avhandlingen *NMR spectroscopy applied to the eye: Drugs and metabolic studies*, for graden dr.ing. ved NTNU.

Forekomsten av grå stær er økende, og omlag 20 millioner mennesker er blinde på grunn av denne sykdommen. Visse steroider og UV-stråling fra sollys er risikofaktorer for å utvikle grå stær. Med etablerte metoder kan en undersøke stoffsammensetningen i hornhinnen og linsen. Dette vil være fordelaktig i videre studier av grå stær-utvikling og beskyttelsesmekanismer mot denne.

Sæther har benyttet NMR-spektroskopi i dyremodeller for å undersøke forandringer i øyets stoffsammensetning som en effekt av UV-stråling og stereoider. Med "magic angle spinning" (MAS)-teknikk ble intakt vev fra hornhinne og linse analysert; dermed ungikk en ekstraksjonsmetoder. Linser med UV-indusert grå stær viste en stor nedgang i konsentrasjonen av antioksidanter og osmoseregulerende substanser som har betydning for å opprettholde linsens gjennomsiktighet. Ved å kombinere langvarig steroidbehandling med UV stråling, ble det også funnet store endringer i øyets stoffsammensetning selv uten påvist grå stær. Steroidbehandlingen forsterket konsentrasjonsnedgangen av antioksidanter og osmolytter i linsen. Samtidig fant en at UV-stråling ga en betydelig nedgang i antioksidanter (vitamin C) og osmolytter både i hornhinnen og i kammervannet, hvor et høyt nivå virker beskyttende mot grå stær.

Arbeidet er utført ved Institutt for nevromedisin og Institutt for fysikk, NTNU, med professor Anna Midelfart som veileder, og ble finansiert av Norges forskningsråd. Oddbjørn Sæther er ansatt som forsker ved Institutt for nevromedisin, NTNU.

∞

Nytt fra NFS

Avtale med Institute of Physics

I mai 2005 inngikk NFS en samarbeidsavtale med Institute of Physics (IoP), NFS' søsterorganisasjon i Storbritannia og Irland. Avtalen innebærer en rekke fordeler for NFS' medlemmer, blant annet redusert konferanseavgift ved deltagelse på konferanser i regi av IoP, mulighet til å abonnere på IoPs månedlige magasin "Physics World" til redusert pris, mulighet til å benytte seg av fasilitetene i IoPs hovedkvarter i London og rabatt på publikasjoner utgitt av Institute of Physics Publishing.

Styret

∞

Nye medlemmer 11. august 2005

Jon Inge Førland
Terje Vigensv. 15, 4085 Hundvåg

Helge Josef Hagen
Sverre Iversensv. 13, 0972 Oslo

Oddvar Lia
Inge Krokannsv. 2B, 7024 Trondheim

Snorre Nordal
Postboks 733, 1432 Ås

Petter Norli
Nordahl Rolfsensvei 27A, 5094 Bergen

Audun Pedersen
Torgny Segerstedtsv. 73, 5143 Fyllingsdalen

Kjell Tangen
Bygdøyveien 23G, 0287 Oslo

∞

Om fysikkens framtid

It seems probable that the grand underlying principles of physical science have been firmly established and that further advances are to be sought chiefly in the rigorous application of these principles to all phenomena.

Albert Michelson

Fysikk i skolen

Etterlysning av fysikklærere

Undertegnede er masterstudent i fysikkdidaktikk ved Universitetet for miljø- og biovitenskap, og holder på med et prosjekt om "kontekstualisering av fysikkfaget". Jeg vil gjerne komme i kontakt med fysikklærere som har gode erfaringer med tverrfaglige prosjektarbeid rettet mot fysikkrelevante problemer, eller som på andre måter har arbeidet med å sette fysikkfaget inn i tydelige kontekster og sammenhenger som et fysikkdidaktisk grep.

Snorre Nordal
e-post: snorre.nordal@student.umb.no

∞

HUSK Å BETALE KONTIGENTEN!

HUSK Å MELDE ADRESSE-FORANDRING

Et dopplereksperiment

The Doppler effect for sound waves was tested by the Dutch meteorologist Boys-Ballot in an endearing experiment in 1845 – as a moving source of sound he used an orchestra of trumpeters standing in an open car of a railroad train, whizzing through the Dutch countryside near Utrecht.

Steven Wainberg
in The First Three Minutes

∞

Sett nedenfra

The best person to decide what research work shall be done is the man who is doing the research, and the next best person is the head of the department, who knows all about the subject and the work; after that you leave the field of the best people and start on increasingly worse groups, the first of these being the research director, who is probably wrong more than half the time; and then a committee, which is wrong most of the time; and finally a committee of vice precidents of the company, which is wrong all the time.

C.E.K. Mees
later head of research
at Eastman Kodak

∞

B-BLAD

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

Retningslinjer for forfattere

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Norsk Fysisk Selskap

STYRE

President:
Professor 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:
Professor Gaute Einevoll
Inst. for matem. realfag og teknologi, UMB.
Professor Ruth Esser
Inst. for fysikk, UiTø.
Professor Jon Otto Fossum
Inst. for fysikk, NTNU.
Professor Ulf Kristiansen
Inst. for elektronikk og telekom., NTNU.
Førsteaman. Jon Samseth
Høgskolen i Akershus.
Professor Jan S. Vaagen
Inst. for fysikk og teknologi, UiB.
Lektor Eimund Aamot
Levanger vgs.

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.