Fra Fysikkens Verden

Nr. 2 – 2006
68. årgang

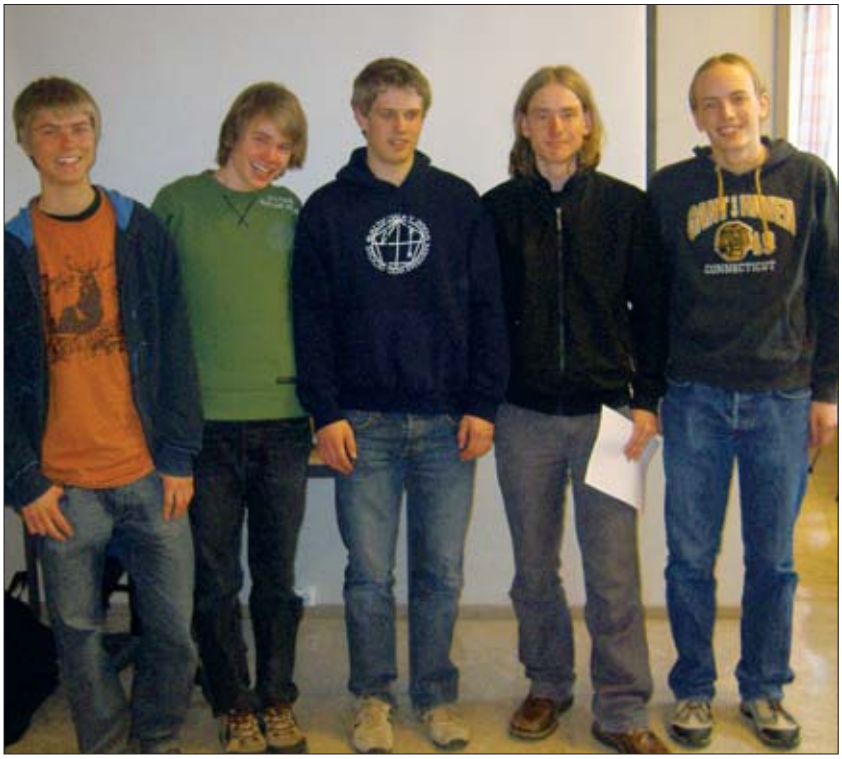
Utgiver:
Norsk Fysisk Selskap

Redaktører:
Øivin Holter
Finn Ingebretsen

Redaksjonssekretær:
Karl Måseide

Innhold

Annette Lykknes:
Ellen Gleditsch – pioner i kjemi . . 33
Aud Veen Noodt:
Albert Einsteins stemme 39
Gunnar Løvhøiden:
Har man funnet urstoffet? 43
Fra Redaktørene 30
In Memoriam 30
Trygve Holtebekk
Per Maltby
Fysikk i skolen 46
Kunnskapsløftet i realfagene
Hva skjer 48
NORDITA til Stockholm
Fysikkolympiaden 2006
Dobbel Onsager til Baxter
Takk til Fysisk institutt, UiO
Bokomtaler 53
Egeland og Burke: Kr. Birkeland
Renstrøm: Fysikkens historie
Trim i FFV 55
Drøfting av Et cavoritt-problem
Løsning FFVT 1/06
Nytt fra NFS 58
Nye medlemmer



Vinnerne på treningskurset for årets fysikkolympiade
(Se artikkel)

ISSN-0015-9247

Fra Redaktørene

I FFV nr 3 i 2004, skrev redaksjonen ned noen tanker om de to jubileene der CERN fylte 50 år og syklotronen ved UiO 25 år. Disse to laboratoriene har begge partikkelakseleratorer som hovedinstrument. Men der slutter også likheten. CERN er som kjent et internasjonalt senter der så vel budsjett som partikkelenergi er i verdenstoppen, og der nye akseleratorer stadig blir bygget. Syklotronen er en lokal installasjon der akseleratoren praktisk talt har vært uforandret hele tiden.

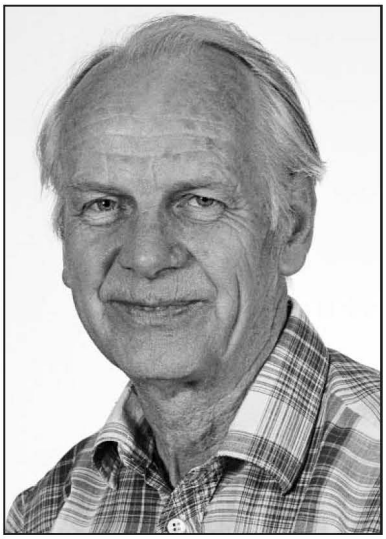
Studiet av prosesser ved stadig høyere energi har vært den vesentligste motivasjonen for utviklingen ved CERN. Ved syklotronlaboratoriet har motivasjonen vært studiet av atomkjerner. Av ulike årsaker er det i dag mangel på de energier og strålekvaliteter som syklotronen kan tilby. Dette har ført til en øking av antall henvendelser fra forskningsgrupper om tildeling av stråletid ved syklotronen. Syklotronen representerer i dag en viktig del av det store "Proton Emisjons Tomografi" eller PET–prosjektet i Oslo-regionen, og ukentlig produksjon av Fluor18 for diagnostiske undersøkelser har nå pågått i hele syv år. Samtidig er syklotronen blitt et stadig viktigere instrument for kjernekjemikerne ved Universitetet i Oslo. Dette har ført til en samlokalisering av fysikere og kjemikere i et "Senter for Akseleratorbasert Forskning og Energifysikk" (SAFE). I dag er SAFE en realitet og en historisk fusjon av kjernefysikk og kjernekjemi ved Universitetet i Oslo er et faktum. Senteret skal ledes av et styre med eksterne og interne representanter, og planlegging og tilrettelegging for samlokalisering og faglig virksomhet, er i full gang.

Universitetene har flere faglige oppdelinger som har sine Historiske årsaker. Opprettelsen av SAFE markerer et brudd på en slik oppdeling, og er blitt en slagkraftig konsolidert enhet for så vel grunnleggende studier av atomkjerner som for nukleærteknologiske anvendelser over et bredt område. Med gode forbindelser til både Institutt for Energiteknikk og Statens Strålevern gjennom II-stillinger, gir SAFE tilbud om såvel basale som anvendte hovedfags- og doktorgradsprosjekter.

∞

In Memoriam

Trygve Holtebekk (1922–2006)



Professor Trygve Holtebekk døde 21. mai, nær 84 år gammel. Holtebekk tilhørte pionergenerasjonen som bygget opp kjernefysikken ved Universitetet i Oslo.

Han vokste opp på en gård i Austre Moland, og derfra var veien til en akademisk løpebane og forskerkarriere langt fra selvsagt. Han fikk også studiene avbrutt av krigen, kom seg over til Sverige og derfra til "Little Norway" i Canada, der han utdannet seg til flynavigatør. Holtebekk ble cand.real. i 1951 med hovedoppgave i kosmisk stråling under veiledning av stipendiat (senere professor) Sven Oluf Sørensen. Han tok doktorgraden i 1962 på en eksperimentell undersøkelse av partikkeloverføring mellom atomkjerner som han utførte under sitt forskningsopphold ved University of Michigan i Ann Arbor, i 1960–61.

Holtebekk var vitenskapelig assistent ved Fysisk institutt 1951– 57, og deretter amanuensis, lektor og førstelektor (førsteamanuensis) inntil han i 1988 ble professor.

Etter hovedfagseksamen i 1951, ble Holtebekk knyttet til universitetets kjernefysiske laboratorium, der en 3 MeV Van de Graaff høyspenningsgenerator for akselerasjon av lette atomkjerner var under bygging. Holtebekk var her med på å skape et levende forskningsmiljø som fulgte opp professor Roald Tangens pionerarbeid med protoninnfangning i lette atomkjerner, og som leverte en rekke vitenskapelige arbeider av høy faglig

kvalitet. Det var i første rekke Holtebekks originalitet og oppfinnsomhet i valg av forskningsoppgaver og målemetoder som førte til at Van de Graaff-laboratoriet kunne bidra med verdifulle forskningsresultater helt fram til begynnelsen av 1970-årene, da de fleste tilsvarende akseleratorer i utlandet for lengst hadde utspilt sin rolle i kjernefysikk.

Etter at Van de Graaff akseleratoren i Oslo ble oppgitt som kjernefysisk forskningsinstrument i 1970-årene, ledet Holtebekk oppbyggingen av et nytt kjernefysisk laboratorium omkring en syklotron. Han ledet også et prøveprosjekt som viste at syklotronen kunne brukes til å produsere radioaktive isotoper for medisinsk bruk. De siste årene har det vært en avtale om ukentlige leveranser av isotoper til bl.a. Rikshospitalet– Radiumhospitalet HF. Det må i første rekke krediteres Holtebekks store og tålmodige innsats at norsk eksperimentell kjernefysikk fremdeles har et aktivt og internasjonalt anerkjent akseleratorlaboratorium.

Holtebekks innsats som forsker gikk hånd i hånd med hans innsats som universitetslærer. I årene 1955-75 var han veileder for ca 30 hovedfagsstudenter, vel halvparten av alle dem som utførte sitt hovedfagsstudium ved Van de Graaff-laboratoriet. Størstedelen av denne perioden var han også undervisningsleder for hovedfagsstudiet i fysikk og sterkt engasjert i utarbeidelsen av studieplaner.

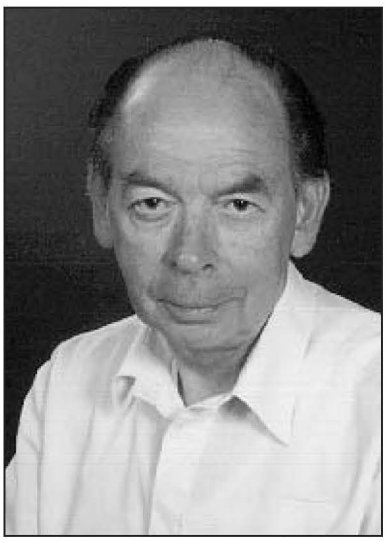
Holtebekk gjorde også en imponerende innsats for å formidle fysikkens resultater til ikke-eksperter. Han skrev en rekke populærvitenskapelige artikler og hadde dessuten i en årrekke hovedansvaret for fysikkstoffet i Aschehougs konversasjonsleksikon og Store norske leksikon, og var formann i Standardiseringskomiteen for tekniske og fysikalske enheter. Han var aktivt engasjert i menighetsarbeid og tok opp forholdet mellom naturvitenskap og kristen tro i tankevekkende foredrag og artikler.

I vemod og respekt hedrer venner og kolleger hans minne.

Magne Guttormsen
Finn Ingebretsen
Svein Messelt
Eivind Osnes
John Rekstad

∞

Per E. Maltby (1933–2006)



Da professor i astrofysikk Per Maltby døde den 24. mai kom det overraskende på oss. Vi visste at han var alvorlig syk, men regnet med at han igjen ville dukke opp på Blindern. Nå er han gått bort, og det er klart at med ham er den viktigste grunnpilaren i norsk astrofysikk og romforskning de siste 40 år blitt borte.

Per Maltby startet som forskningsassistent ved Institutt for teoretisk astrofysikk, Universitetet i Oslo, i 1955. Det er altså en tilknytning til vitenskapen og instituttet gjennom mer enn 50 år som nå er avsluttet. Fra januar 1963 var han universitetslektor, og senere amanuensis og førsteamanuensis, ved Universitetet i Oslo. Han ble dosent i 1967 og professor ved Institutt for teoretisk astrofysikk fra 1983.

Som forsker var Per mangesidig og produktiv. Under to opphold ved California Institute of Technology i 1960 årene studerte han fordeling og variasjon i radiostrålingen fra aktive galakser, det vi kaller kvasarer. Dette pionerarbeidet bidro til å avsløre hemmelighetene til disse fjerneste objekter i verdensrommet.

Men særlig var han interessert i vår egen sol, og de fleste av hans mer enn 200 publiserte artikler og presentasjoner er innen feltet solfysikk. Gjennom hele sin karriere og vel inn i tiden som emeritus-professor, nådde han vesentlige resultater innen dette feltet, resultater som forskere over hele verden referer til.

I 1964 tok han sin Dr.Philos.-grad på en studie av gasstrømninger i solflekker, Evershed-effekten. Fra dopplermålinger viste Per at hastigheten i disse horisontale strømmene ut fra senteret i solflekker

økte hele veien ut mot kanten av flekken. Dette var i motstrid til det man da mente å vite. Pers resultater er imidlertid bekreftet ved alle senere målinger. Videre kunne han demonstrere at gasstrømmen fløt radielt ut mot kanten av flekken med bare små asimutale og vertikale komponenter. Måten han viste dette på var et mønster i eleganse og enkelhet, og resultatene kan betegnes som epokegjørende i feltet.

Per Maltby la stor vekt på sine arbeider sammen med kollega Gunnar Eriksen. De studerte virkningen av bølger i stjerneatmosfærer på formen av spektrallinjer. Arbeidene ryddet opp i et vitenskapelig felt hvor det i 1960- årene hersket en god del forvirring og la grunnlaget for korrekt påvisning av slike bølger som kanskje kan varme opp solens øvre lag til mer enn 1 million grader og forårsake en storm av partikler fra solen – det som kalles solvind.

Solflekker fortsatte å være en hovedinteresse. I en årrekke målte han sammen med sine studenter, intensiteten i solflekkenes umbra og penumbra. Målingene ble gjort for bølgelengder fra blått til infrarødt. Særlig var de infrarøde målingene noe helt nytt idet man på disse bølgelengdene ser de dypeste lagene i solflekkene. Også målingene i synlig lys gav nye resultater. Den raffinerte serien av spektrale solflekkmålinger pågikk i mer enn 20 år, over to 11-års aktivitetsperioder. Fra resultatene ble det laget modeller for umbra og penumbra i solflekker som har vært brukt som standardmodeller til i dag.

Pers siste arbeider dreide seg om bølger i lagene over solflekker. I samarbeid med Nils Brynildsen påviste han at soniske bølger fra lavtliggende og kjølige lag i solen trenger igjennom til den 1 million grader varme solkoronaen. Resultatet er oppsiktsvekkende nettopp fordi så mange har ment at en slik gjennomgang må finne sted, uten at noen tidligere har påvist det direkte og overbevisende med observasjoner. Lignende påvisninger vil finne sted i årene som kommer for andre steder i solen enn over solflekker. Pers resultater vil da tjene som pekepinn for hvor man skal se og hva man skal se etter.

Per Maltby var en framsynt forsker som alltid så nye muligheter. Han var ledende i å dreie solforskningen i Norge slik at den ble et fundament i vår nasjonale romforskning. De siste 15 til 20 år av sin forskerkarriere studerte han solens stråling i ultrafiolett lys med instrumenter på raketter og satellitter utenfor jordens atmosfære. Mulighetene og ekspansjonen i denne virksomheten la han selv grunnlaget for. Som medlem av Lied-komiteen, var han i 1986 med på å anbefale norsk medlemskap i European Space Agency, ESA. Han bidro sterkt til at det ble gitt midler til en følgeforskning i Norge som del av ESA-medlemskapet. Dette gav liv og flukt til norsk romforskning og rike vitenskapelige muligheter og resultater for all romforskning i Norge.

I en årrekke satt Per i flere viktige komiteer for ESA. Han ledet Institutt for teoretisk astrofysikk 1976–77 og var medlem av og senere formann i Rådet for naturvitenskap i NAVF 1976–81. Han hadde et våkent blikk for muligheter, fikk i gang virksomhet og var drivkraften i den. Han spilte en ledende rolle i det norske SOHO-prosjektet som utnyttet ESAs solobservatorium i rommet, Solar and Heliospheric Observatory. Et siste bidrag hvor han var avgjørende, var å sørge for at vi kom med i det internasjonale samarbeid om verdens nyeste solobservatorium i rommet, Solar-B. Solar-B vil bli skutt opp senere i 2006. Per skulle nok gjerne ha opplevd det, og uten ham hadde vi neppe kommet med.

Per hadde en sjelden faglig bredde. Hans vitenskapelige arbeider dreier seg oftest om observasjoner og tolkningen av disse. Han hadde en enorm respekt for det "virkelige", det som kunne registreres og måles. Men han hadde like dype teoretiske innsikter, som han også viste gjennom sin tolkning av observasjonene og i teoretiske arbeider.

Per oppdro sine studenter i en rasjonell, vitenskapelig tenkemåte. Han var en miljøskaper som la vekt på samarbeid og åpenhet, og han formidlet en ekte forskningsiver til sine studenter og medarbeidere. Alltid var han sjenerøs, noe som var viktig for hans unge medarbeidere.

Sin store innflytelse nasjonalt og internasjonalt vant han gjennom sin rasjonalitet og sin vitenskapelige styrke. Han kunne virke reservert, men hadde en hjertets varme når man kom nær inn på ham. Vi har mistet en sjelden venn og kollega og Institutt for teoretisk astrofysikk har lidd et stort tap ved hans bortgang.

Olav Kjeldseth-Moe

∞

Ellen Gleditsch – norsk pioner i radiokjemi

Annette Lykknes *

Ellen Gleditsch (1879–1968) ble Norges første autoritet innen radioaktivitetsforskning og Norges andre kvinnelige professor. Gleditsch, som opprinnelig var farmasøyt, utdannet seg til radiokjemiker gjennom studier ved Sorbonne-universitetet og var så heldig samtidig å ha laboratorieplass ved Marie Curies laboratorium i Paris. Slik fikk hun den beste opplæring i et av sentrene for radioaktivitetsforskning i verden og bidro med flere viktige arbeider. Etter sine år i utlandet kom Gleditsch tilbake til Norge som stipendiat og etter hvert dosent (1916) og professor (1929) i kjemi, hvor hun begynte det møysommelige arbeidet med å etablere et undervisningstilbud og forskningsmiljø innen sitt felt.

Høsten 1907 reiste 28 år gamle Ellen Gleditsch til Paris for å studere hos Marie Curie i Paris. Hun var allerede fra oppveksten i Mandal og Tromsø, blitt svært interessert i naturfag. Faren var lærer og tok gjerne med seg familien på 12, på turer i skog og mark, eller på sjøen. Foreldrene ønsket at alle barna, jenter som gutter, skulle få en utdanning og bli nyttige og økonomisk uavhengige borgere. Den eldste, Ellen, var spesielt interessert i botanikk, og fikk gå i lære hos apotekeren i Tromsø, som delte denne interessen. Utdanningen til farmasøyt ble valgt både fordi den ga mulighet til fordypning innen flere av naturvitenskapene, samtidig som den var av relativ kort varighet slik at Ellen kunne stå på egne ben innen få år.

Farmasøytutdanningen innebar flere år som lærling og to eksamener: farmasøytisk medhjelpereksamen og senere apotekereksamen. Den siste ble avlagt ved Universitetet hvor studentene blant annet fikk følge undervisning i kjemi. For Gleditsch ble dette et vendepunkt. Her møtte hun amanuensis Eyvind Bødtker, som opprinnelig var apoteker og hadde videreutdannet seg til kjemiker. Gleditsch ble oppmuntret til å gjøre det samme, og for å tjene til livets opphold, tilbød hun privatundervisning. Etter hvert ble hun tilbudt en assistentstilling ved Det kjemiske laboratorium, og da Bødtker i 1906 reiste på studieopphold til Paris, vikarierte hun for ham som amanuensis i organisk kjemi. I perioden ved Det kjemiske laboratorium fikk hun mulighet til å forske og ga ut sin første artikkel i

Figur 1. Ellen Gleditsch som dosent.

*Høgskolen i Sør-Trøndelag, avd. for lærer- og tolkeutdanning, 7004 Trondheim (Annette.Lykknes@hist.no).

Bulletin de la Société chimique de France, i 1906.

Forskningen ga mersmak, og Gleditsch ville ut i verden og lære mer. Ti år tidligere, i 1896, hadde Henri Becquerel oppdaget en ny type stråling fra uranmineraler, som Marie og Pierre Curie hadde jobbet videre med. To år senere oppdaget de grunnstoffene radium og polonium, som var mye mer radioaktive enn uran og thorium. I 1903 delte Becquerel og Curie-paret Nobelprisen i fysikk for sine oppdagelser. Gleditsch syntes det var spennende med "stråler man ikke kunne se, men som virket like fullt." Dette var et felt med mange ubesvarte spørsmål, og der lå også karrieremuligheter. Paris var et av fagfeltets sentre med Marie Curie som kvinnelig rollemodell og stor forsker.

Bødtker, Gleditsch' lærer fra farmasistudiet, var som nevnt i Paris i perioden 1906–1907. På Gleditsch' forespørsel tok han kontakt med Marie Curie for å be om plass for henne i laboratoriet der. Marie Curie, som etter sin manns død var blitt leder for forskningslaboratoriet ved Sorbonne, hadde allerede sprengt kapasiteten ved laboratoriet med ti arbeidere. Det var derfor umulig å ta imot den norske studinen. Gleditsch forteller selv hvordan Bødtker da spontant utbrøt: "Men Gleditsch er så liten, hun trenger ikke meget plass!" (Hun var bare 154 cm høy.) Marie Curie ble imidlertid interessert da Bødtker fortalte mer om Gleditsch' faglige kvalifikasjoner; hun var kjemiker med erfaring i mineralanalyse, akkurat det Curie hadde bruk for.

Paris 1907–1912

Radioaktivitetsforskningen var allerede fra starten av et tverrfaglig felt. Både kjemikere og fysikere deltok i arbeidet, og disse var gjensidig avhengige av hverandre fordi de tok i bruk både analytisk-kjemiske separasjonsmetoder og fysiske målinger av strålingsaktiviteten. Forskerne som arbeidet med radioaktivitet skapte derfor et eget felt som grenset mot begge disiplinene. Fysikeren Ernest Rutherford startet for eksempel et samarbeid med kjemikeren Frederick Soddy ved McGill-universitetet i Canada, fordi han trengte noen til å ta hånd om separasjon og analyse av thorium (isotopen ^{232}Th) og radongassen (isotopen ^{220}Rn) som ble dannet fra thorium. Nobelhistorien viser at radioaktivitetsforskningen har gitt priser både innen kjemi og fysikk, bl.a. fikk *fysikeren* Rutherford Nobelprisen i *kjemi* i 1908.

I dette skjæringspunktet mellom kjemi og fysikk fant altså Gleditsch sin plass som Curies medarbeider nummer elleve. Curie hadde flest fysikere i sin stab, og som kjemiker fikk Gleditsch etter hvert ansvar for krystallisasjon av bariumsalter. Dette var en del av det møysommelige arbeidet med å isolere radium fra uranmineraler. (Fra ett tonn uranrikt mineral kunne man kun få 0,2 gram radium!) Siden radium og barium har liknende kjemiske egenskaper, måtte disse skilles fra hverandre ved gjentatt fraksjonert krystallisasjon, noe som krevde solide kunnskaper om stoffenes kjemi, så vel som praktisk erfaring og tålmodighet.

Curielaboratoriet hadde et internasjonalt fagmiljø med forskere fra mange land; ett år var så mange som 25 nasjoner representert. På samme måte som andre laboratorier innen radioaktivitet i Europa, tiltrakk laboratoriet i Paris seg mange kvinner. En av årsakene kan være forbildet i Marie Curie, en annen at fagfeltet var så nytt at mannshierarkier og nettverk som var sterkt til stede i andre fagfelt, ennå ikke var etablert. Fagområdets delvis rutinepregede arbeid har vært fremhevet som en annen årsak til at kvinner fikk mulighet til å ta arbeid som var for kjedelig for mange menn; likeledes ble mange av veilederne innen feltet regnet som åpne overfor kvinner.

Da Gleditsch ankom Paris høsten 1907, var hun den eneste kvinnen ved laboratoriet utenom Curie, men etter hvert kom stadig flere kvinner til. Noen av arbeiderne ved Curielaboratoriet var studenter fra Paris, noen var såkalte Curie–Carnegie-stipendiater, og mange kom under kategorien *travailleurs libres*; medarbeidere som selv måtte sørge for underhold. Ellen Gleditsch var en *travailleuse libre* i mange år, men slapp å betale laboratorieavgiften siden hun jobbet med krystallisasjoner for Curie. Hun hadde også i noen perioder jobb ved radiumfabrikken i Nogent-sur-Marne utenfor Paris. Flere ganger fikk Gleditsch økonomisk støtte fra Universitetets fond hjemme, men det første skoleåret måtte hun i hovedsak greie seg på oppsparte midler. Ett av årene fikk hun Curie–Carnegie-stipend.

Fra tiden i Paris fikk Gleditsch et stort kontaktnettverk som hun beholdt gjennom hele livet. Siden det var så mange kvinner i fagfeltet, var mange av hennes venner og kolleger også kvinner, og disse støttet hverandre både faglig og personlig gjennom mange år. For Gleditsch betydde dette nettverket mye da hun møtte motstand på hjemmebane i forbindelse med professoransettelsen i 1929.

Om transmutasjon og moderskap

Fenomenet radioaktivitet var relativt nyoppdaget da Gleditsch ankom Paris, og det bar oppholdet preg av. Fagfeltet hadde mange flere spørsmål enn svar, og Gleditsch fikk være med på å kartlegge grunnleggende spørsmål i en tidlig fase av forskningen. Rutherford og Soddy hadde i 1902 lagt fram en teori om hva som skjer når et stoff sender ut stråling. Deres transmutasjonsteori, eller transformasjonsteori som den også ble kalt, gikk ut på at atomer spontant omdannes til andre atomer under utsending av stråling. En av dem som ønsket å bidra for å støtte opp under teorien, var nobelprisvinneren William Ramsay, ved University College, London. Han hadde sammen med Alexander Thomas Cameron, gjort eksperimenter som tydet på at kobber kunne transmuteres til lithium ved nærvær av "radiumemanasjon" (dvs. radonisotopen ^{222}Rn). I Paris-miljøet rådet det stor skepsis, og Curies medarbeider André Debierne, skrev til Gleditsch på sommerferie i Norge, at han var redd dette ville føre til avisspekulasjoner om transmutasjon av sølv til gull. Da Gleditsch kom tilbake til Paris, testet hun Ramsays påstander ved å gjøre eksperimenter med mineraler som inneholdt både radium og kobber, uten å finne noen sammenheng mellom mengden av kobber og lithium. Undersøkelser hun gjorde sammen med Curie, kunne tvert imot tyde på at lithiumet Ramsay hadde påvist stammet fra glassbeholderen, ikke fra en transmutasjonsprosess.

I kjølvannet av Rutherford og Soddys transmutasjonsteori kom også spørsmålet om opphavet til de ulike radioaktive grunnstoffene. For eksempel var omdanningshastigheten til radium (^{226}Ra) for stor til å forklare radium i de mengder man fant i datidens mineraler, noe som tydet på at radium ble dannet kontinuerlig. Men fra hva? Bertram Boltwood ved Yale University, jobbet ut fra teorien om at radium stammet fra uran (^{238}U). Siden det hadde vist seg umulig å fremstille radium fra uran, thorium eller actinium, ville han prøve en mer indirekte metode: Hvis han kunne vise at forholdet mellom radium og uran var konstant i mange ulike mineraler, ville dette støtte teorien om et foreldre–datterforhold. Gjennom en undersøkelse av en rekke radioaktive mineraler, slo han fast at forholdet Ra/U var konstant. Men siden radium ikke kunne fremstilles direkte fra uran, konkluderte han med at det mest sannsynlig fantes et langlivet mellomledd mellom uran og radium.

Gleditsch hadde stor respekt for Boltwoods arbeid, men var kritisk til noen av hans metoder. Da hun studerte hans publikasjoner om Ra/U-forholdet, fant hun flere feilkilder som hun ville undersøke nærmere. Spesielt endret hun metoden for oppsamling av radongass, som strålingsaktiviteten ble målt ut fra. Fra undersøkelser av 21 mineraler kunne Gleditsch konkludere med at forholdet mellom radium og uran kun var konstant i eldre mineraler, ikke i de yngre. Dette resultatet stemte ikke med transmutasjonsteorien, som krevde at forholdet alltid var konstant. Gleditsch' resultater førte derfor til at urans moderskap til radium ble trukket i tvil. Problemet ble imidlertid løst ved å ta i betraktning Boltwoods langlivede mellomledd, som ble kalt ionium (i dag kjent som ^{230}Th). Siden ionium hadde en halveringstid på omkring 10^5 år, ville det ta lang tid før radioaktiv likevekt var innstilt, hvilket førte til at forholdet mellom radium og uran ikke ville ha samme verdi for eldre som for yngre mineraler.

Både arbeidet med kobber-lithiumkontroversen og Ra/U- forholdet, ble omtalt i de viktigste lærebøkene i radioaktivitet, både på fransk, engelsk og tysk, og plasserte Gleditsch' arbeid blant andre viktige arbeid i radioaktivitetsforskningens tidlige fase.

Hjem til Norge – og ut igjen

I 1912 kom Ellen Gleditsch tilbake til Kristiania som universitetsstipendiat i kjemi, hvor hun underviste om radium og radioaktive stoffer. Våren 1913 mistet hun både moren, faren og broren i løpet av to måneder, og dette ga henne nye ansvarsoppgaver. Hennes yngste bror, Kristian, var bare 12 år på den tiden, og Ellen stiftet et hjem for ham sammen med broren Adler. Gjennom hele livet skulle hun vise personlig og økonomisk engasjement for Kristian og hans barn, blant annet hadde hun i fem år hovedansvaret for hans eldste datter, Chris, da foreldrene flyktet til England under krigen. Selv giftet hun seg aldri.

Allerede ett år etter hjemkomsten fra Paris, ville Gleditsch ut i verden for å lære enda mer. Høsten 1913 fikk hun stipend fra the American-Scandinavian Foundation for å reise til USA ett år. Hun skrev da til to forskere ved velrenommerte universiteter med spørsmål om å få jobbe hos dem. Professor Lyman ved Harvard University, takket nei, med begrunnelsen at "ingen kvinne noensinne har satt sine føtter ved fysikklaboratoriet ved Harvard." Professor Boltwood, som Gleditsch kjente til gjennom arbeidet med Ra/U-forholdet, ønsket henne velkommen til Sloane Physics Laboratory ved

Yale University. Også han var skeptisk til kvinnelige forskere, og skrev spøkefullt i et brev til Rutherford at hun sikkert kom for å gifte seg med ham. Hans skepsis ble imidlertid gjort til skamme, og Boltwood fikk stor respekt for Ellen Gleditsch og hennes arbeid. Blant annet samarbeidet de om bestemmelsen av radiums (^{226}Ra) halveringstid, som Boltwood og Rutherford tidligere hadde bestemt ved to ulike metoder som ga divergerende resultater. Gleditsch forbedret Boltwoods separasjonsmetoder, noe som justerte hans verdi, og løste problemet. Arbeidet med radiums halveringstid er en av Gleditschs mest kjente, og alle de sakkyndige som vurderte henne for professorat i 1929, fremhevet dette arbeidet. Halveringstiden til radium var en viktig konstant siden radium ble brukt som standard i radioaktivitetsforskningen. Lawrence Badash, som har skrevet historien om radioaktivitetsforskningen i Amerika, understreker at selv om Gleditsch' verdi for radiums halveringstid senere ble noe revidert, hadde hennes grundige arbeid gitt forsikring om at framtidige endringer ville bli små.

Fast stilling

Kort tid etter at Ellen Gleditsch var kommet tilbake fra USA, foreslo professorene Oscar Emil Schiøtz, Poul Edvard Poulsson, Thorstein Hallager Hiortdahl og Kristian Birkeland, for Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet at det burde opprettes et personlig dosentur for henne. Hun var fremdeles stipendiat, og det var viktig å sikre henne en fast stilling ved Universitetet. Hun var dessuten den eneste radiokjemikeren i landet utenom geo kjemikeren Victor Goldschmidt. Etter behandling i fakultet, kollegium og storting, ble det i 1916 gitt bevilgning til stilling, og Gleditsch var eneste søker (figur 1).

Birkeland hadde også støttet Gleditsch da hun i 1910 fikk avslag på søknad om adjunktstipend. Begrunnelsen for avslaget var at hun allerede hadde stipend for å studere i Paris, noe Birkeland syntes var så urettferdig at han ba fakultetet skaffe uttalelser fra utenlandske sakkyndige. Dette førte imidlertid ikke til noe. Senere betrodde Birkeland Gleditsch en patentidé til en "stråleklut", som han ga henne ansvar for å ta ut siden han var utenlands. (Arkivmaterialet gir ikke noe svar på om hun faktisk søkte patent, og ingen slik patent er registrert hos Norsk Patentkontor.)

Da Gleditsch søkte stillingen som professor i uorganisk kjemi etter Heinrich Goldschmidt i 1929, var Birkeland og de andre tre støttespillerne ikke lenger ved fakultetet (tre var døde og én var pensjonert), og det skulle bli en hard kamp mellom de tre søkerne: Ellen Gleditsch, Odd Hassel og Endre Berner. Komiteen, som bestod av Johannes Brønsted fra København, George von Hevesy fra Freiburg og Wilhelm Palmær fra Stockholm, var delt i sin innstilling. Brønsted og Palmær rangerte Gleditsch øverst, mens Hevesy foretrakk Berner. De to professorene i kjemi ved fakultetet ble også bedt om å uttale seg muntlig om kandidatene. Goldschmidt ønsket Hassel i stillingen, mens Bødtker, som hadde hjulpet Gleditsch fram tidlig i karrieren, var enig med komiteens flertall. Dekanus Sem Sæland mislikte framgangsmåten med muntlige uttalelser, og ba om at saken ble utsatt slik at de to norske professorene kunne uttale seg skriftlig. Dette ble nedstemt, og Gleditsch vant med 10 av 13 stemmer. Men saken var ikke avgjort av den grunn. Den skulle så behandles i kollegiet før departementet kunne gjøre en utnevnelse. Sem Sæland var både dekanus og rektor ved Universitetet, og ved neste kollegiemøte sørget han for at saken ble sendt tilbake til fakultetet siden det var "oppstått tvil om beslutningen var tatt på et betryggende grunnlag." Dagbladet kritiserte Sæland for å sende saken tilbake til seg selv. Studentene uttrykte sitt syn på saken da de i en ironisk artikkel i student avisa "Fikenbladet", forklarte hvordan Sæland manipulerte saken ved å ta på seg ulike hatter: "Etter disse enstemmige uttalelser [alle fra Sæland] er det sannsynlig at frk. Gleditsch ikke blir utnevnt til professor."

Da saken kom tilbake til fakultetet, fant man ingen grunn til å gjenoppta den. Goldschmidt og Bødtker ble likevel bedt om å skrive ned sine uttalelser som et kompromiss. Goldschmidt skrev en lang rapport om Gleditsch, hvor han karakteriserte hennes arbeid som flittig, men uoriginalt. Gleditsch kunne derimot "kaste glans over Universitetet med den berømmelse hun med rette har oppnådd fra sin tid som student hos Curie." Hassel, som hadde vært Goldschmidts student, var derimot en utmerket forsker og en god leder. Disse kritiske bemerkningene til tross, Gleditsch ble enstemmig valgt, og ble utnevnt til professor i statsråd i juni 1929. Med dette ble hun Norges andre kvinnelige professor etter Kristine Bonnevie, som ble utnevnt til professor i zoologi i 1912.

Forskning på jordas alder og varmeproduksjon

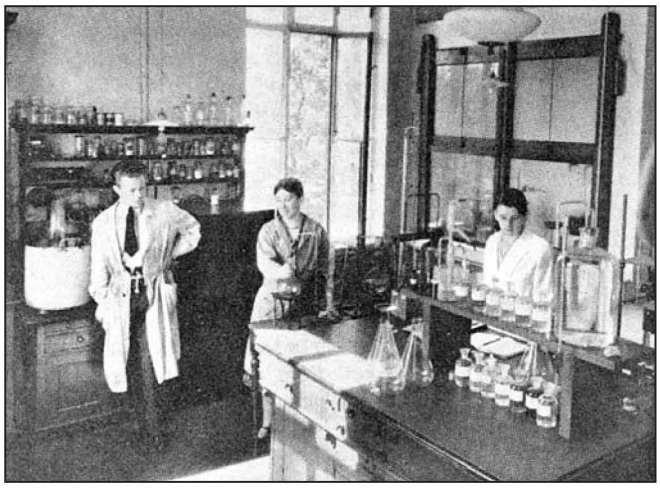
I tiden som dosent og professor jobbet Gleditsch med forskning knyttet til anvendelsen av radioaktivitet på geologiske spørsmål. Blant annet var hun opptatt av radiodatering, som var blitt lansert av Boltwood og Rutherford omkring 1905 og videreutviklet av geologen Arthur Holmes i 1910- og 20-årene. Gleditsch syntes det var spennende å tenke på "disse smaa krystaller av uranmineraler indsprængt i jordskorpens fjeld." Hun sammenliknet dem med små urverk "trukket op og sat i gang i tidenes morgen. Nu aapner vi dem og avlæser den tid i hvilken de har været i gang," skrev hun i en artikkel i Teknisk Ukeblad i 1919. Gleditsch hadde gode forutsetninger for å ta fatt på radiodatering av mineraler; utgangspunktet for beregningene var forholdet mellom radium og uran, som hun hadde jobbet med i Paris. Siden bly (^{206}Pb) blir dannet kontinuerlig i radioaktiv omdanning av uran, kunne forholdet mellom mengden av bly og uran være et mål for alderen.

I begynnelsen brukte forskerne som arbeidet med aldersdatering, mengden av alt bly i mineralet i sine beregninger, selv om blyet bestod av flere isotoper. Dette ga feil i aldersberegningene, særlig der andre blysiotoper enn ^{206}Pb (fra ^{238}U) dominerte. Gleditsch ble en av de første til å understreke hvor viktig det var å kjenne den nøyaktige isotopiske sammensetningen av bly forut for aldersbestemmelsene. Hun hadde allerede god kjennskap til mineralene brøggeritt og cleveitt, som passet ypperlig til radiodatering fordi de var så gamle at forholdet Ra/U var konstant; dessuten var de temmelig upåvirket av forvitring og atmosfæriske gasser. Brøggeritt var også en av få mineraler hvor atommassen til blyet var bestemt. Dette gjorde det enklere å se hvilken blyisotop som dominerte i mineralet. Gleditsch' fremste motstander ved professoransettelsen fremhevet dette arbeidet som hennes beste, selv om resultatene var blitt revidert ti år etter (1929) pga. oppdagelsen av en ny blyisotop som stammet fra radioaktiv omdanning av actinium (^{227}Ac).

Et annet av Gleditsch' forskningsarbeider som fikk geologisk betydning, var knyttet til den radioaktive isotopen ^{40}K. Fram til 1939/40 hadde hun brukt elektroskop til å måle radioaktivitet, men dette akademiske året fikk hun bygget sin første Geiger–Müller-teller. Ungarske Tibor Gráf, som var kommet til Oslo som akademisk flyktning, var ekspert på slike tellere og bygde én for Ellen Gleditsch og fysikkprofessor Lars Vegard. Dette instrumentet var opprinnelig utviklet i 1928 og var enklere å bruke enn elektroskopet, dessuten tillot det brukerne å måle over større aktivitetsområder. Vegard brukte instrumentet til å studere kosmisk stråling, mens Gleditsch undersøkte strålingen fra uran og thorium i ulike bergarter. Kalium i bergartene ville forstyrre målingene, det var derfor viktig å kjenne det nøyaktige innholdet av kalium slik at dette kunne korrigeres for. Gleditsch og Gráf utviklet en enkel metode for måling av kalium, og oppdaget at ^{40}K avga gammastråling med mye større intensitet enn tidligere antatt. Dette funnet hadde stor betydning for forståelsen av kaliums rolle både i varmeproduksjonen i bergarter og i ionisering av luft. Gleditsch og Gráfs resultater viste at kalium spilte en større rolle i ioniseringen av luft enn uran og thorium til sammen. Oppdagelsen av gammastrålingen innebar samtidig at varmeproduksjonen fra kaliumholdige bergarter var mye større enn man tidligere hadde trodd, og at kalium bidro med 20 % av varmeproduksjonen i vulkanske bergarter. Ved jordas tilblivelse var bidraget omtrent 200 ganger større. Kaliums andel av varmeproduksjonen avtar med tiden fordi uran og thorium har lenger levetid (halveringstid) enn kalium.

Arven etter Gleditsch

Som dosent ved Universitetet konsentrerte Gleditsch seg om radiokjemi; som professor ble arbeidsområdet utvidet til uorganisk kjemi. Hun hadde ansvar for grunnundervisningen i generell og uorganisk kjemi, som ble gitt både til realistene, medisinstudentene og farmasøytene. I årene som dosent og professor, gikk dessuten mye av tiden til planlegging av den nye kjemi/fysikkbygningen på Blindern, som stod ferdig i 1935. I løpet av sin tid som professor veiledet Gleditsch én doktorstudent og seks hovedfagsstudenter innen radiokjemi (figur 2), og ca. ti hovedfagsstudenter innenfor andre emner under uorganisk kjemi. De fleste tok jobb som lærere eller generelle kjemikere etter endt studium, tre ble professorer ved Universitetet – to av dem innenfor andre fagområder (Ernst Føyn i kjemisk oseanografi og Ivan Rosenqvist i mineralogi og geologi). Alexis Pappas ble etter flere års studieopphold i utlandet Norges første professor i kjernekjemi. Dette skjedde i 1957, elleve år etter at Gleditsch hadde gått av med pensjon. Landsforeningen



Figur 2. Professor Ellen Gleditsch i kjemilaboratoriet ved Universitetet i Oslo, sammen med assistentene Ruth Bakken og Ernst Føyn i 1930-årene.

mot Kreft bevilget penger til hans professorat de første fem årene.

Flere av Gleditsch' studenter har beskrevet henne som en åndelig mor eller "jordmor", en energetisk faglærer med ekte interesse for unge mennesker og deres problemer. "Hvis du har et problem – gå til Ellen," var et vanlig uttrykk blant studentene, forteller Pappas.

Gleditsch var en aktiv kvinne også utenom Universitetet. Hele livet var hun internasjonalt orientert, og gjennom sine kontakter i utlandet hjalp hun norske studenter med å få studieopphold ved andre universiteter. Dels var det viktig å lære nye metoder og utvikle seg faglig, men like viktig var det for Gleditsch at studentene gjennom sine utenlandsopphold fikk utvide horisonten og lære nye kulturer å kjenne. Gleditsch hadde opplevd to verdenskriger og ville bidra til å unngå flere slike store lidelser. Hun var hele livet aktiv i, eller ga sin støtte til, fredsfremmende organisasjoner som Internasjonal kvinneliga for fred og frihet, International Federation of University Women (IFUW)/Norske Kvinnelige Akademikeres Landsforbund, Fredens forkjempere i Norge og UNESCO, for å nevne noen. I IFUW var hun president i tre år; i denne organisasjonen kunne Gleditsch kombinere sitt engasjement for kvinners rettigheter med arbeidet for fredsbevarende nettverk verden over.

Ellen Gleditsch mottok mange æresbevisninger for sitt arbeid; bl.a. ble hun ridder av den franske æreslegion og æresdoktor både ved Smiths College (Massachussetts), Strasbourg Universitet og Sorbonne- universitetet i Paris. Ved Sorbonne ble hun den første kvinnelige æresdoktor (1962) og feiret som den "eldste levende pionér innenfor kjernefysisk og -kjemisk forskning" (figur 3). Hun var en pionér både innen radiokjemi og som kvinnelig forsker, og sammen med sin etterfølger Alexis Pappas, la hun grunnlaget for kjernekjemisk forskning i Norge.

Figur 3. Ellen Gleditsch blir utnevnt til æresdoktor ved Sorbonne-universitetet i Paris i 1962.

og -kjemisk forskning" (figur 3). Hun var en pionér både innen radiokjemi og som kvinnelig forsker, og sammen med sin etterfølger Alexis Pappas, la hun grunnlaget for kjernekjemisk forskning i Norge.

Takk

Jeg vil gjerne takke mine veiledere Lise Kvittingen, Anne Kristine Børresen og Helge Kragh for utmerket veiledning og godt samarbeid, Gleditsch' familie og Kjerne kjemisk avdeling ved Kjemisk institutt, UiO, for bilder og informasjon, og alle andre som har bidratt i arbeidet om Ellen Gleditsch.

Litteratur

Denne artikkelen bygger på mitt doktorgradsarbeid om Ellen Gleditsch, som er publisert i følgende tidsskrift:

1. Annette Lykknes, Helge Kragh, and Lise Kvittingen: *Ellen Gleditsch: Pioneer Woman in Radiochemistry.* Physics in Perspective, **6**, 126–155 (2004)
2. Annette Lykknes, Lise Kvittingen, and Anne Kristine Børresen: *Appreciated abroad, Depreciated at home. The Career of a Radiochemist in Norway: Ellen Gleditsch (1879 1968).* Isis, **95**, 576–609 (2004)
3. Annette Lykknes, Lise Kvittingen, and Anne Kristine Børresen: *Ellen Gleditsch: Duty and Responsibility in a Research and Teaching Career, 1916-1946.* Historical Studies in the Physical and Biological Sciences, **36**, 131–188 (2005)

Biografi om Ellen Gleditsch på norsk:

4. Torleiv Kronen og Alexis Pappas: *Ellen Gleditsch: Et liv i forskning og medmenneskelighet.* Aventura forlag, Oslo (1987)

∞

Albert Einsteins stemme

Aud Veen Noodt *

Filosofen Albert Einsteins stemme har vært stum i Norge i flere tiår. Tiden er nå kanskje endelig moden for å hente ham frem igjen. Hans klare og innsiktsfulle stemme kan være en viktig veiviser.

Albert Einstein våknet om morgen den 7. november 1919 og fant til sin forundring ut at han var blitt verdensberømt. Han var blitt det man i våre dager kaller en superkjendis over natten. Hans navn og vitenskapelige teorier ble gjengitt i aviser over hele kloden. Observasjoner under sommerens solformørkelse hadde bekreftet at Einsteins relativitetsteori var selve nøkkelen til universets gåter.

To dager senere blir han dus med sin gode venn Max Born. Einstein skriver: *Kjære Born! Fra nå av skal vi altså si du til hverandre, hvis du tillater det.*

Den senere nobelprisvinner i fysikk Max Born, utga i 1969 sin brevveksling med Einstein i bokform. Borns kommentarer til dette brevet sier mye om mennesket Albert Einstein: *Så sterkt som jeg var meg bevisst hvor høyt Einstein stod over meg, så lett var det allikevel å si du til ham. Han var så enkel og naturlig, så fullstendig fri for å posere som den overlegne, at det kom som en selvfølge å tiltale ham som en bror. Naturligvis var jeg meg bevisst hvilken ære det var å stå på en så fortrolig fot med ham. Selv om vi senere hadde skarpe vitenskapelige diskusjoner, kom vårt vennskap aldri til å svikte.*

Det er skrevet metervis av bøker og artikler om Albert Einstein i utlandet ut fra forskjellige innfallsvinkler. Litt av dette er oversatt til norsk. Det er nesten blitt slik at hver biograf har kommet med sin egen personlige Einstein, ut fra forfatternes eget ståsted og hva de ønsker å formidle. For å finne mannen Einstein må man gå til kildene – til det han selv utga som artikler og bøker, og til brevene som han skrev til sine venner og sin familie.

*Skolegaten 1, 1606 Fredrikstad

Fysikkåret 2005

FNs internasjonale fysikkår 2005 er over, og Albert Einstein har vært minnet. Det er 100 år siden han kom med den spesielle relativitetsteorien og 50 år siden han døde. I 1921 fikk han Nobelprisen i fysikk. Fysikkmiljøer over hele verden har feiret ham omfattende og behørig. Men hvordan hedrer man Einstein i norske aviser og i norsk allmennhet? Det har ikke vært så mye informasjon, men litt har det vært. Pressen og andre har i løpet av året igjen trukket frem bildet av Albert Einstein med tungen hengende ut av munnen som en illustrasjon til tekster om ham. Hva i all verden vil de med dette? Man kan undres over hva de ønsker å formidle med dette heslige fotografiet hvor Einstein i fortvilelse rekker tunge til en amerikansk journalist. Familievennen og biografen Antonina Vallentin forteller om hvordan journalistene og fotografene kontinuerlig jaktet på ham, og hvordan bildet ble tatt den ene gangen da for mye ble for mye.

Fotografiet sperrer for mannen, og hindrer oss i å høre hans stemme. Det er ikke så mange som vet særlig mye om Albert Einstein i Norge utenfor de naturvitenskapelige miljøene, selv om de fleste har hørt om han. De har hørt at han var naturforsker, og at han foreslo relativitetsteorien. Nesten alle vet også litt om mennesket Albert Einstein, og de har sett det stygge fotografiet av ham.

Dette bildet ble hos oss selve symbolet på hva som er vondt og vanskelig i verden. Vi har gjennom flere tiår hatt en bevegelse i Norge med naturvitenskaps- og teknologihat, og Einstein-bildet har vært symbolet. Det hang i 1970- og 80-årene som plakat på veggen i mange organisasjoner, skoler og hjem som en påminnelse om at fysikk og teknologi var selve fienden i verden. Dette er en fullstendig forvrenging av virkeligheten og av alt Albert Einstein sto for som menneske, vitenskapsmann og filosof.

Naturvitenskap har ikke stått høyt i kurs i Norge

noen tiår, men det er heldigvis tegn i tiden som tyder på at dette er i ferd med å snu. Pendelen slår fra den ene ytterlighet til den andre. Naturvitenskapene skal nå løse *alle* problemer ved å utvikle teknologi, men vi må ikke samtidig glemme å ta med oss på veien de etiske elementer som Einstein og mange andre talte så sterkt for. I vår tid er det spesielt innenfor biologi og medisin at man igjen står over for store etiske utfordringer. Einsteins klare og innsiktsfulle stemme fra det forrige århundret kan være en nyttig og verdifull rettesnor på en kronglete og farefull vei.

Einstein var ikke bare fysiker

Albert Einstein var gjennom hele sitt liv opptatt av alt som gjaldt menneskelige aktiviteter: religion, åndsliv, samfunnsbygging, levekår, politikk og utdanning, for å nevne noen områder. Han er blitt et orakel i mange miljøer. Interessen for Einstein er sterkt økende. Internett flommer nesten over av informasjon om Einstein, også med norske bidrag. Men einsteinsitatene blir brukt i de merkeligste sammenhenger, og de er ofte helt løsrevet fra sin opprinnelse.

Flere religiøse bevegelser og trossamfunn har gjort ham til sin. Dette gjelder også de fleste politiske retninger fra det forrige århundret med unntak av fascisme og rendyrket kapitalisme. Spesielt har marxistiske forfattere forsøkt seg på eierskap til ham. Max Born kommenterer dette i 1969: "Således for eksempel Friedrich Hernieck i sin bok, Albert Einstein, Berlin, 1953, som begynner med ordene: "Albert Einstein, en av de største tyskere etter Karl Marx ..." Einstein ville moret seg over dette."

Har man lest noe av filosofen Einstein utenfor de naturvitenskapelige og filosofiske miljøene i Norge? Her kunne ha vært mye å hente for mange, ikke minst for samfunnsvitere. Jeg har spurt meg litt rundt om man noensinne hørte noe om Albert Einstein ved de samfunnsvitenskapelige fakultetene i Norge. Svaret er negativt. Einstein var ikke lesning for noen av dem jeg har snakket med. Enkelte nevner atombomben og paradigmeskifte, men det er også alt. Noen av oss har vært privilegerte. Vi som hadde lærere i fysikk og filosofi ved Universitetet i Oslo gjennom 1960- og 70-årene som lot oss høre Einsteins stemme. Der gikk fysikk og etikk hånd i hånd, og fysikk var spennende og en viktig del av vår felles kulturarv.

Albert Einstein var en modig mann. Tross sin beskjedenhet og nøkterne livsstil lød hans stemme høy og klar i den vanskelige mellomkrigstiden i Europa i det forrige århundret. Han brukte 50 år av sitt liv til å arbeide for fred og mellommenneskelig forståelse. Han var spesielt opptatt av fysikk, etikk, musikk og politikk, og han målte politiske systemer ut fra moralske vurderinger. "Mitt politiske ideal er demokratiet", skriver Einstein i et essay.

Artikler og essays

I 1950 ga Einstein ut en samling med artikler og essays som ble oversatt til norsk av Helmut Ormestad og Carl Fredrik Prytz. Boken har tittelen: Tanker og meninger fra mine seneste år. Dette er en samling av Einsteins tanker om mange temaer skrevet fra midten av 1930årene. Her kunne vært mye å hente for samfunnsvitere hvis de hadde vært interessert. Hans tanker om Palestina og et mulig fredelig samliv mellom jøder og palestinere, kan være god ballast for fredsmeglere i området.

Kapitlet fra boken om utdanning av barn og ungdom, kan brukes som en lærebok om hvordan det burde være. Det kan være nyttig rettledning for norske lærere og skolemyndigheter i dagens Norge, når man bare legger til at Einstein forutsatte at lærene hadde utdanning i de fagene som de underviste i.

Når det gjelder atombomben, som de fleste i Norge forbinder Einstein med, så var hans eneste medvirkning at han skrev et brev til president Roosevelt hvor han gjorde oppmerksom på at han hadde sikker informasjon om at Adolf Hitler hadde satt i gang arbeid med å utvikle en atombombe. For øvrig var han under full overvåkning i USA også etter den annen verdenskrig fordi Hoover i FBI betraktet ham som sikkerhetsrisiko og kommunist. Om krigsvåpnene skriver Einstein et sted at forskere i naturvitenskap og Alfred Nobel har vært litt i samme situasjon. De har gitt grunnlaget for noe som menneskene har brukt til å lage destruktive våpen.

"Jeg vet ikke hvordan den tredje verdenskrig vil se ut, men jeg vet at den neste vil bli utkjempet med treklubber", sa Einstein en gang. Han brukte de siste 10 årene av sitt liv til arbeidet med å få til internasjonal kontroll og kontrollorganer for masseødeleggelsesvåpen. Vi høster fruktene av dette arbeidet i dag.

Einsteins stemme

Albert Einsteins stemme bølget over verden i tiden mellom de to store verdenskrigene i forrige århundre. Den vekslet mellom håp og fremtidstro, og dyp fortvilelse. Fra han som pasifist og fredsforkjemper var med på oppbyggingen av Folkeforbundet i 1920, til han talte nazismen og alt dens vesen midt imot og manet til motstand. "Hvorfor jeg så tidlig tok igjen med Hitler?" skriver Einstein i 1950. "Han hadde jo skrevet alt han skulle gjøre."

Etter den første verdenskrigen engasjerte Einstein seg sterkt for at man skulle få til en fred som ikke skulle være grobunn for en ny krig. Han var en av 100 intellektuelle fra Europa og USA som sendte et opprop til de allierte ved fredskonferansen i Versailles – om å få til en fred som ikke skaper en ny krig. I et brev til sin venn Ehrenfest, skriver han 6. desember 1918 at han har tenkt seg til Paris for å bønnfalle fredskonferansen om å spare det dømte tyske folk fra å sulte i hjel. Som vi alle vet, så var alle deres bønner forgjeves, og England, Russland og spesielt Frankrike, ga Tyskland en streng straff. Engelskmannen H.G. Wells skriver i sin verdenshistorie at alle supermaktene hadde nesten like stor skyld for utbruddet av den første verdenskrigen, selv om han gir Tyskland mest skyld.

Einstein var under hele den første verdenskrigen sveitsisk statsborger selv om han arbeidet som professor i fysikk i Berlin. Han opplevde fredsavtalen i Versailles som en fordømmelse av en hel nasjon, og han tok i 1920 tilbake sitt tyske statsborgerskap som en støtte til Weimarrepublikken og det nye Tyskland. Selv om han på mange måter ikke var glad i mye av mentaliteten i sitt fødeland, så elsket han mye av det folket sto for innen kulturlivet, og han ville på denne måten gi sin støtte til en ny tid.

Av jødisk familie

Albert Einstein ble født i Tyskland 1879 i en jødisk familie. Han gikk barneskolen på en katolsk skole, og halvparten av gymnasiet i Tyskland, fordi hans familie flyttet til Italia i 1894. Han fortsatte sin utdanning i Sveits og ba allerede som 16-åring om å få sveitsisk statsborgerskap. Dette fikk han innvilget i 1901. Han utviklet relativitetsteorien da han arbeidet som funksjonær ved patentkontoret i Bern, men ble senere professor i fysikk ved universitetet i Zürich. I 1914 ble han kallet til professor ved Kaiser Wilhelm-instituttet i Berlin av Max Planck, og han arbeidet der til 1933. "Jeg er som en sigøyner uten noe hjemland", skriver han etter å ha slått seg ned i USA etter flukten fra Hitlers Tyskland. I 1940 ble han amerikansk statsborger. Fra 1933 til sin død i 1955, var han professor i fysikk ved Institute for Advanced Studies, Princeton University.

Einstein var hele sitt liv politisk engasjert, selv om han deltok lite i aktivt partiarbeid. I sin ungdomstid i Sveits var Einstein med på å stifte den sveitsiske pasifistbevegelsen, og under den første verdenskrigen var han i hemmelighet med i arbeidet til det tyske demokratiske partiet Bund Neues Vaterland, som kom til overflaten etter krigen. Einstein advarte i hele sitt voksne liv mot grådighet, egoisme og moralsk forkrøpling.

Vi har bruk for Einsteins stemme også i dag, hvor samfunnet er i en moralsk forvirring med stor unnfallenhet og selvopptatthet. Hans medmenneskelighet og toleranse har vi også bruk for – en toleranse som bygger på respekt for andre, samtidig som man kjemper for det man selv tror på. Mange fra Einsteins store vennekrets forteller om hvordan han alltid rakte frem en hjelpende hånd til mennesker som hadde det vanskelig.

"Det moralske imperativ", sa Einstein en gang, "er det største gode et menneske har arvet. Moralsk fremferd ligger ikke bare i å kreve at man skal gi avkall på visse gleder i livet, men heller i den villige interesse man viser for at alle mennesker skal få lykkelige levekår."

Mot Hitler

Det fortelles at Adolf Hitler hadde vært hvit glødende av raseri over at verdens mest berømte tysker verbalt gikk til angrep på ham. Spesielt ett utsagn formulert på Einsteins klare men underfundige vis, sved hardt. Da Einstein var på vei tilbake fra et opphold i Amerika i 1933, fikk han beskjed om at nazistene hadde tatt makten i Tyskland, og han visste da at han ikke kunne reise hjem til Berlin. Han tok imot tilbudet om politisk asyl i Belgia, hvor kongeparet var nære venner av ham, og gikk i land i Antwerpen.

Da Einstein satte foten på europeisk jord ga han en melding til de fremmøtte journalister som ble gjengitt i nesten alle aviser utenfor Tyskland: *Så lenge jeg har valget, vil jeg bo i et land der det er politisk frihet, toleranse og likhet for loven. Med politisk frihet mener jeg friheten til å uttrykke sin politiske overbevisning muntlig og skriftlig. Med toleranse mener jeg respekten for alle menneskers meninger. Disse vilkårene er ikke oppfylt i dagens*

Tyskland. Der blir de som har gjort særskilt mye for å skape forståelse mellom menneskene forfulgt, og blant disse er det flere fremstående kunstnere. Liksom ethvert menneske kan også enhver samfunnsorganisme bli sykt. Vanligvis overlever nasjonene slike sykdommer. Jeg håper at Tyskland snart vinner tilbake helsen, og at store menn som Kant og Goethe i fremtiden ikke bare vil bli aktet og hyllet, men at prinsippene deres vil komme frem både i det offentlige livet og i den almene samvittigheten.

Den 10. mai 1933 ble det i regi av propagandaminister Joseph Goebbels, rigget opp et gigantisk bokbål på Franz Joseph Platz i Berlin, plassen mellom universitetet og operaen. Bøker fra private hjem og biblioteker ble kastet på bålet. En entusiastisk mobb jublet mens den enkelte forfatters navn ble ropt opp før bøkene ble kastet i flammene: Einstein – Thomas Mann – Heinrich Mann – Freud – Jack London – Rathenau – Arnold Zweig – Stefan Zweig – Proust – Hemingway – H.G. Wells – Helen Keller – Gide – Zola – Dos Passos – Upton Sinclair ... Var det bare jødiske forfattere som gikk på bålet? Slett ikke. Det de hadde felles var at de var sterke antifascister.

Et par år senere var Albert Einstein, sammen med bl.a. nobelprisvinneren i litteratur Thomas Mann og teologen Karl Barth, en pådriver for å få gitt Nobels fredspris til den tyske pasifisten Carl von Ossietzky som var politisk fange i Tyskland. I Norge ble kampanjen støttet av flere intellektuelle som Arnulf Øverland, Sigurd Hoel og Helge Krog. Ossietzky fikk fredsprisen i 1936. Dette blir av mange betegnet som den modigste prisutdelingen som Den norske nobelpriskomiteen noen gang har foretatt.

Hvem var Albert Einstein?

Den engelske matematikeren og filosofen Bertrand Russell gir sitt svar i forordet til boken med brevvekslingen mellom Einstein og Max Born, utgitt i 1969 og oversatt til norsk av Hedvig Wergeland (Aschehoug 1971). Bertrand Russel skriver:

Brevvekslingen mellom Albert Einstein og Max Born vil vekke betraktelig interesse, ikke bare hos vitenskapsmenn, men også hos et bredt publikum. De to menn hører til de mest betydningsfulle naturforskere i vårt århundre, og er seg vitenskapsmannens ansvar bevisst på en usedvanlig måte.

Disse brevene, som åpenbart ikke ble skrevet i den hensikt at de skulle offentliggjøres, beretter om deres håp og bekymringer i krig og fred, om de private tanker de gjør seg om fremskritt i sitt og sine kollegers arbeid, og om meget som vil vise seg å være av uvurderlig verdi som kildemateriale for naturvitenskapens historie. Det åpenbarer seg her også noe av disse mennenes edle livsstil. Deres vennskap har jeg fått oppleve gjennom mange år. Begge var høyt begavet, beskjedne og helt uten frykt i det de sa offentlig. I en middelmådighetens tidsalder, som er befolket av moralske dverger, stråler disse to menneskers liv i en særlig skjønnhet. Noe av deres glans ligger også over brevene, og ved deres offentliggjørelse vil verden bli rikere.

Nobels fredspris

To av fredsprisene de siste ti årene er tildelt institusjoner som har fått bidrag fra Albert Einsteins arbeid. Det siste brevet han skrev før han døde i 1955, gikk til Bertrand Russell. Her gir Einstein tillatelse til at hans navn knyttes til Einstein–Russell Manifestet. Dette manifestet ble grunnlaget for Pugwash-bevegelsen som fikk Nobels fredspris i 1995 for sitt arbeid med internasjonal nedrustning av atomvåpen og internasjonal kontroll av masseødeleggelsesvåpen.

Nobels fredspris for 2005 ble tildelt IAEC, "verdenspolitiet" mot spredning av atomvåpen. Dette er enda en institusjon som er et resultat av blant annet Einsteins utrettelige arbeid for verdensfred. Det er mitt håp at man nå vil få frem informasjon om Albert Einstein ved Nobels fredssenter. Der er det i dag nesten ingenting, og det er etter min vurdering en ren skandale. Albert Einsteins takkebrev til Den norske nobelkomiteen for prisutdelingen til Carl von Ossietzky i 1936, kunne fortjene en hel vegg. Vi har muligheten til å la Einsteins stemme igjen høres i Norge fra Nobels fredssenter i Oslo.

PS: Etter lang tids leting fant jeg for noen måneder siden endelig frem til mitt personlige eksemplar av boken med brevvekslingen mellom Albert Einstein og Max Born i Ruuds antikvariat. Da jeg åpnet boken sto det "Exlibris Carl Fredrik Engelstad" på permen. Det var godt å holde i hånden en bok som hadde tilhørt noen utenfor den naturvitenskapelige krets som hadde lest Einstein. Men det er litt av et tankekors når man tenker på alle de menneskene som sikkert har hatt mulighet til å "plukke" bøker som de hadde lyst på, før restene av Engelstads bibliotek endte i Ruuds antikvariat. Ingen av disse har funnet denne boken av interesse, og det takker jeg herved for.

∞

Har man funnet urstoffet i Brookhaven?

Gunnar Løvhøiden *

Var universets urstoff en tett og varm suppe av kvarker og gluoner, et kvark-gluon plasma? Man har forsøkt å gjenskape dette urstoffet i relativistiske kollisjoner mellom store atomkjerner i RHIC-akseleratoren i Brookhaven- laboratoriet. Eksperimentene kan vise til en rekke spennende resultater. Men har man funnet urstoffet?

Innledning

All kjent materie er bygget opp av atomer med atomkjerner satt sammen av protoner og nøytroner som tilhører den store partikkelfamilien som kalles hadroner. Hadroner består igjen av kvarker som "limes" sammen av masseløse gluoner. Partoner er et fellesnavn for en samling kvarker og gluoner. Ennå har det ikke lykkes noen å påvise frie kvarker, de observeres bare som byggestener i hadronene. Man tror imidlertid at helt i begynnelsen, inntil et milliontedels sekund etter Big Bang, besto universets urstoff av kvarker og gluoner i en tett og varm tilstand som et kvark-gluon plasma (QGP).

Det er kanskje mulig å gjenskape en ørliten bit (10^{-24} g) av dette urstoffet (QGP) ved å la store atomkjerner kollidere med hastigheter nær lyshastigheten. Det vil da skje en voldsom sammentrykning av atomkjernestoffet i kollisjonsområdet, hvor man håper at tettheten og temperaturen kan bli så høy at atomkjernens protoner og nøytroner "smelter" og gir en kortvarig (10^{-23} s) tilstand med frie kvarker og gluoner. Tettheten av QGP vil være mange ganger tettheten av normal atomkjernematerie, og temperaturen vil bli større enn 10^{12} K.

Eksperimentelle studier av ultrarelativistiske kollisjoner mellom store atomkjerner startet i 1986 i SPS-akseleratoren ved det europeiske kjerneforskningslaboratoriet CERN ved Genève. Etter en omhyggelig analyse av alle eksperimentelle funn konkluderte man i 2000 med at det muligens var observert en ny materietilstand, men man kunne ikke si hvorvidt denne var det ettersøkte kvark-gluon plasmaet.

Stafettpinnen ble så gitt videre til Brookhaven-akseleratoren RHIC (Relativistic Heavy Ion Collider) som med 12 ganger mer energi i kollisjonspartnernes massesenter vil gi en betydelig økning i sannsynligheten for at urstoffet kan skapes. I RHIC-eksperimentene har man studert reaksjoner av typen protoner mot protoner (p+p), deuteroner mot gull (d+Au) og gull mot gull (Au+Au) med energier opp til 200 GeV per nukleonpar. En atomkjerne av gull har 197 protoner og nøytroner, så når to gullkjerner med maksimalenergi møtes i et sentralt støt, er den totale kollisjonsenergien 40 TeV (4×10^{13} eV). Mer enn halvparten av denne energien finnes i en opphetet "ildkule" som vil være kilden til en sverm av nye partikler. Man har mange eksempler på at opptil 10 000 partikler blir nyskapt i en eneste Au+Au kollisjon.

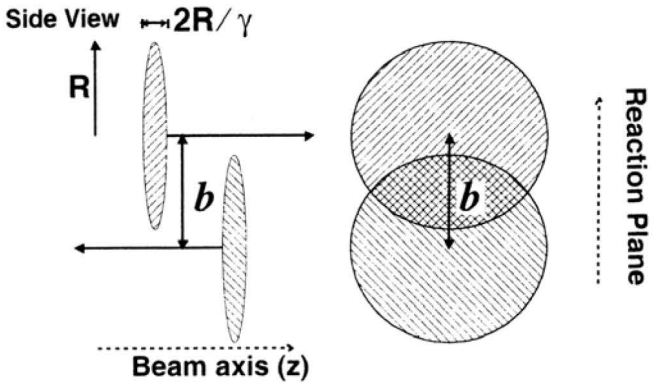
Eksperimentene i Brookhaven startet i 2000, og de fire RHIC- kollaborasjonene BRAHMS[1], PHOBOS[2], STAR[3] og PHENIX[4] har oppfylt ønsket om å skape materie med så høye temperaturer (175 Mev, 2×10^{12} K) og tettheter ($100\times\rho_0$) at de bare har kunnet finnes i det tidlige univers umiddelbart etter Big Bang for 14 milliarder år siden. Tettheten ρ_0 i en normal atomkjerne er omtrent 10^{15} g/cm^3.

Det er kanskje utenkelig at protoner og nøytroner i atomkjernen skulle kunne overleve slike temperaturer og tettheter. Men har en ved eksperimentene i Brookhaven lykkes med å "smelte" kjernene og skape et kvark-gluon plasma? Før vi forsøker å besvare spørsmålet vil vi introdusere noen nyttige begreper og beskrive noen eksperimentelle resultater som har vært unike for Brookhaven.

Var urstoffet en væske?

En kollisjonsstøtparameter, b, er et mål for avstanden mellom kjernenes midtpunkter i kollisjonsøyeblikket (se figur 1). Et helt sentralt støt vil ha $b = 0$.

*Fysisk institutt, Universitetet i Oslo.



Figur 1. Skissen til venstre viser to kolliderende store atomkjerner sett fra siden. Bildet til høyre viser kollisjonen sett langs stråleaksen. Det dobbeltstiplede området indikerer det mandelformede overlappingsområdet. Reaksjonsplanet for kollisjonen er definert av støtparameteren, b, og stråleaksen, z. Figuren er tatt fra ref. (2).

Når to atomkjerner kolliderer med en støtparameter som er forskjellig fra null, vil de delene som overlapper ha et mandelformet utseende som vist i figur 1. Dessuten vil overlappingsområdet være asimutalt asymmetrisk i forhold til retningen av de kolliderende strålene. I overlappingsområdet (ildkulen) vil temperaturen og tettheten bli svært høy. Det er derfor i ildkulen man forventer at protoner og nøytroner kan "smelte" og skape et kvark-gluon plasma av frigjorte partoner.

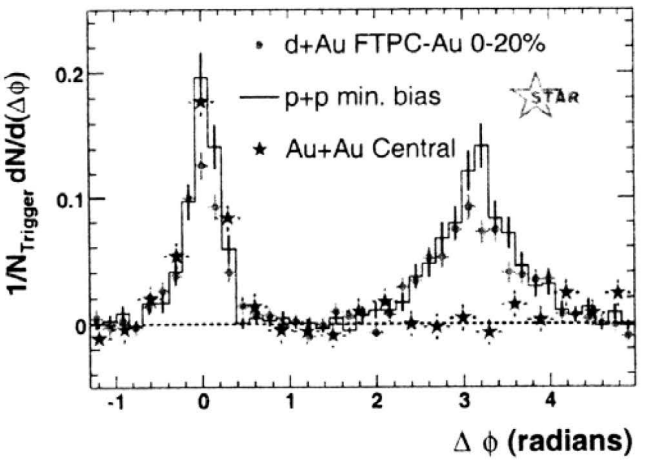
Man har trodd at partonene i et kvark-gluon plasma ville danne en gassky, en nesten ideell gass der partonene bare vekselvirket *svakt* med hverandre. En av de mest overraskende oppdagelser ved RHIC er at ildkulen kanskje består av partikler som vekselvirker *sterkt* med hverandre og derfor har egenskaper som en væske. Dette ser man av flytemønsteret til partiklene som strømmer ut fra ildkulen. Formen på ildkulen gjenfinnes nemlig i strømningsmønsteret for de observerte partiklene. Dersom partiklene ikke vekselvirker etter at de forlater ildkulen, vil den asymmetriske formen til kildeområdet (ildkulen) ikke påvirke den asimutale fordeling av de observerte partiklene. Observasjonene svarer til forhold som kan observeres i en væske, men ikke i en gass. Det kan legges til at det tette og varme stoffet flyter med svært liten viskositet, og til og med er en nesten ideell væske som kan beskrives med standardligninger fra hydrodynamikken.

"The smoking gun of RHIC"

I høyenergetiske nukleonkollisjoner observeres "partikkelskurer" som er kraftige partikkelstråler innenfor små romvinkelvinduer. En slik smal partikkelskur kalles en "jet". I en kollisjon kan par av energetiske kvarker slåes løs fra protoner og nøytroner hos kollisjonspartnerne. Hver av disse kvarkene vil produsere en jet av partoner, og de to jetene vil gå i motsatt retning. Vi observerer ikke partonene direkte, men finner dem igjen i jeter av hadroner.

I RHIC-eksperimentene har man sett at den varme og tette ildkulen i kollisjonsområdet vil vekselvirke sterkt med eventuelle gjennomstrømmende jeter. De blir nemlig kraftig absorbert og svekket når de passerer gjennom ildkulen i kollisjonsområdet. På engelsk kalles fenomenet "jet quenching", og er så interessant at det innenfor miljøet er kalt "the smoking gun of RHIC". Fenomenet ble synliggjort da man sammenlignet resultatene fra ionekollisjonene Au+Au med kollisjoner mellom deuteroner og atomkjerner av gull, d+Au. Disse kollisjonene er kvalitativt forskjellige. I Au+Au kollisjonene skapes en ildkule med ekstrem temperatur og tetthet (som nevnt ovenfor) mens det lille deuteronet i d+Au går gjennom den store gullkjernen som en geværkule uten å varme den opp og komprimere den nevneverdig. I bildet av nukleoner som bygget opp av kvarker og gluoner, kan både i Au+Au og d+Au reaksjoner par av energetiske kvarker slåes løs fra protoner og nøytroner hos kollisjonspartnerene. Hver av disse løse kvarkene kan produsere en jet av partikler, og de to jetene vil stråle ut i motsatt retning. Det som skjer med jetene vil gi kunnskap om egenskapene til ildkulen.

I RHIC-eksperimentene har man i d+Au kollisjonene observert par av jeter som går i motsatt retning, mens man i Au+Au bare observerer den ene partneren. Dette tyder på at ildkulen som dannes i Au+Au kollisjonene "sluker" den ene jeten. I figur 2



Figur 2. Diagrammet viser asimutale korrelasjoner for p+p, d+Au og Au+Au kollisjoner. Størrelsen $\Delta\Phi$ svarer til vinkelen mello de to jetene. Figuren er tatt fra ref. (3).

er det vist resultater fra STAR- eksperimentet, og man ser at jeten består av bare en komponent i Au+Au kollisjonene mens d+Au kollisjonene har to velutviklede komponenter. En modell som antar at nukleonstrukturen har "smeltet" i ildkulen kan forklare fenomenet. En kvark som beveger seg gjennom ildkulen vil bremses ned og raskt miste energi. Fra et kvarkpar som blir dannet nær overflaten i ildkulen (det "smeltede" området), vil den som har retning innover i ildkulen bli absorbert mens den utoverrettede kvarken unnslipper, og vi observerer bare en jet. Gluonstrålingen som ledsager nedbremsingen kalles ikke-abelsk bremsestråling fordi den må forstås i lyset av ikke-abelsk kvantekromo dynamikk.[5]

Resultatene demonstrerer at det er dannet et tett og varmt kollisjonsområde som vekselvirker kraftig med partoner og hadroner. Noen har villet se dette som det ettersøkte kvark-gluon plasmaet.

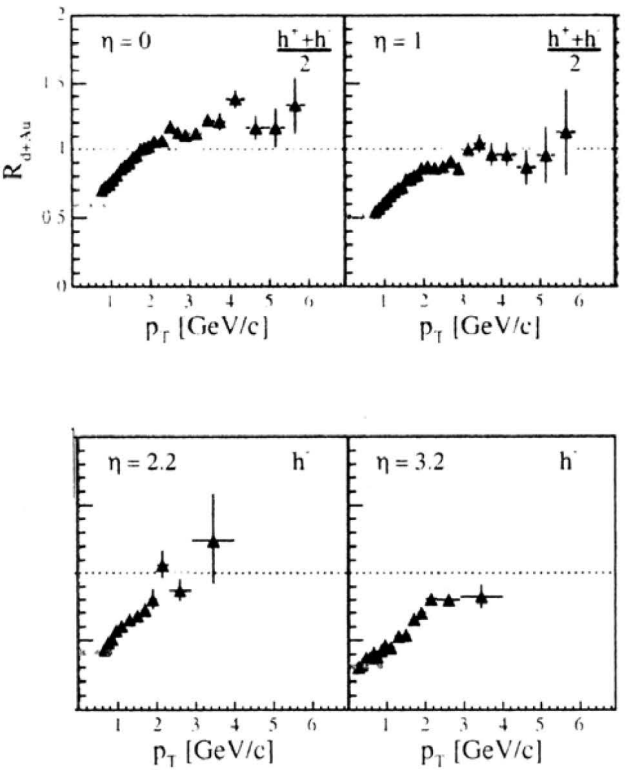
Farge-glass-kondensat

Som en kuriositet kan det også nevnes at data fra RHIC er konsistente med dannelse av en ekstrem form for kjernematerie som kan kalles et farge-glass-kondensat. Dette er en tilstand som kan eksistere i de to atomkjerner av gull som beveger seg med relativistiske hastigheter like før de kolliderer. I følge Einsteins relativitetsteori vil atomkjernene være Lorentz-forkortet og komprimerte i bevegelsesretningen. Den høye energien til atomkjernene fører til at store mengder gluoner dannes. De relativistiske effektene og "brottsjøen" av gluoner transformerer de sfæriske atomkjernene til to flate "pannekaker" hovedsakelig bestående av gluoner, som så kolliderer med hverandre. Disse "pannekakene" kan ha en tetthet 50–1000 ganger større enn normal kjernetetthet. Farge-glass-kondensatet blir forløperen til kvark-gluon plasmaet som i neste omgang dannes i kollisjonen mellom de to gluonskivene.

Begrepet "farge" i navnet refererer til fargeladningen til kvarker og gluoner som et resultat av sterk vekselvirkning. Uttrykket "glass" henspeiler på vanlig glass som bare er et fast stoff i relativt korte tidsrom, men flytende over lange tidsrom. Endelig gir ordet "kondensat" uttrykk for den ekstreme tettheten. Hvis vi også husker at gluonene har spinn null, vil dette være et ekstremt Bose-Einstein-kondensat.

Siden disse gluonene i kondensatet har små bevegelsesmengder, venter man å se økende undertrykking av partikler med store bevegelsesmengder i nærheten av stråleretningen. Dette ser man i data som ble observert i d+Au kollisjoner i BRAHMS-eksperimentet, og som siden er bekreftet av PHOBOS. I figur 3 ser man at undertrykkingen er størst for $\eta = 3,2$, som svarer til en observasjonsvinkel på $4,8^o$ med stråleretningen.

Det er interessant at observasjonene er konsistent med dannelsen av et farge-glass-kondensat, men andre forklaringsmodeller kan på nåværende tidspunkt ikke utelukkes.



Figur 3. Undertrykking av transversal bevegelsesmengde som funksjon av vinkelavstand til stråleaksen uttrykt ved den såkalte pseudorapiditet, η. Økende η- verdier svarer til avtagende spredningsvinkler. Den største η-verdien svarer til vinkelen $4,8^o$. Størrelsen R_{d+Au} er et mål for bevegelsesmengde som observeres på tvers av stråleretningen i d+Au reaksjonen. Figuren er tatt fra ref. (1).

Er urstoffet virkelig funnet?

Har man så virkelig skapt et kvark-gluon plasma i RHIC? I mangel av en direkte "smoking gun" (for eksempel frie kvarker) må en påstand om at QGP er funnet bygge på sammenligninger med en lovende, men ennå ikke fullmodnet teori. (Man må vite hva man ser etter før man vet om man har funnet noe.) Det må lages teorier med klarere forutsigelser av fenomen som kan etterprøves eksperi-

mentelt. Herunder må også de teoretiske usikkerhetene evalueres. Den materien som er dannet ved RHIC er på mange måter fascinerende og unik, men miljøet i og omkring de fire RHIC-eksperimentene synes imidlertid å være av den oppfatning at en påstand om at kvark- gluon plasmaet er funnet, ville være overilet.

I år 2007 vil en ny akselerator, LHC (Large Hadron Collider), bli tatt i bruk ved CERN.[6] Denne vil gi muligheter til å studere atomkjernekollisjoner med en massesenterenergi 30 ganger større enn i RHIC. For å kunne gjøre disse nye eksperimentene i LHC, bygges det en dedikert tungionedetektor som har fått navnet ALICE (A Large Ion Collider Experiment).[7] Her kan fenomenene som er observert i RHIC studeres med større presisjon og høyere energier, og sammenlignes med teoretiske forutsigelser som forhåpentligvis har kommet frem til en tilsvarende modenhet. Da kan muligens spørsmålet om kvark-gluon plasmaets egenskaper og eksistens avgjøres.

Referanser

1. I. Arsene et al.: *Quark-gluon plasma and color glass condensate at RHIC? The perspective from the BRAHMS experiment.* Nucl. Phys. **A757**, 1–27 (2005)
2. B.B. Back et al.: *The PHOBOS perspective on discoveries at RHIC.* Nucl. Phys. **A757**, 28–101 (2005)
3. J. Adams et al.: *Experimental and theoretical challenges in the search for the quark-gluon plasma. The STAR Collaborations critical assessment of the evidence from RHIC collisions.* Nucl. Phys. **A757**, 102-183 (2005)
4. K. Adox et al.: *Formation of dense partonic matter in relativistic nucleus–nucleus collisions at RHIC: Experimental evaluation by the PHENIX Collaboration.* Nucl. Phys. **A757**, 184–283 (2005)
5. Gunnar Løvhøiden: *Niels Henrik Abel og partikkelfysikken.* Fra Fysikkens Verden **67**, Nr. 1, 23- -26 (2005)
6. Anna Lipniacka: *LHC, en lykt inn i mørk materie.* Fra Fysikkens Verden **68**, Nr. 1, 6–12 (2006)
7. Internett: *http://aliceinfo.cern.ch*

∞

Fysikk i skolen

Kunnskapsløftet – nye læreplaner i realfagene

Det har gått 12 år siden Reform 94 (R94) for videregående skole så dagens lys, og 9 år siden læreplanene L97 ble innført i grunnskolen. Høsten 2006 går startskuddet for Kunnskapsløftet med nye læreplaner for alle realfagene. I første omgang tas nye læreplaner i bruk for de 9 første årene i grunnskolen og for 1. klasse i videregående skole (Vg1). Fra neste høst starter 10. årstrinn opp sammen med Vg2 (2. årstrinn i videregående skole), og i 2008 kommer siste året i videregående skole (Vg3) på banen. Nå foreligger alle læreplanene for fagene for det 13-årige skoleløpet på studieforberedende programområder.

Hvorfor nye planer nå?

Mange spør seg hvorfor det var nødvendig å komme med nye læreplaner allerede nå? De offisielle argumentene var at man ønsket en bedre progresjon gjennom det 13årige skoleløpet. Det er faktisk første gang i historien at Norge har utviklet læreplaner for hele skolen samtidig. Vi har nå fått såkalte gjennomgående læreplaner der det er sammenheng og progresjon. Videre ønsket politikerne større lokal frihet til valg av lærestoff, arbeidsmåter og organisering for bedre å ivareta prinsippet om tilpasset opplæring til den enkelte elev. Det har ført til at læreplanene nå er formulert med kompetansemål. Vi kan si at de nye læreplanene beskriver elevenes læringsutbytte i motsetning til de læreplanene vi har hatt til nå som har beskrevet både aktiviteter og prosesser i læringsløpet. Det siste poenget som tidligere statsråd Clemet la vekt på, var at alle læreplaner skulle formulere mål for grunnleggende ferdigheter. Hun ville at alle fag skulle delta i et nasjonalt løft for å gjøre elevene bedre i de grunnleggende ferdighetene. Norske elever viser at de ikke er gode nok på disse feltene (jf. internasjonale komparative undersøkelser).

Grunnleggende ferdigheter er definert som

- å kunne lese
- å kunne uttrykke seg skriftlig
- å kunne regne
- å kunne uttrykke seg muntlig
- å kunne bruke digitale verktøy

Vi kan kort si at det er to gode grunner til å legge vekt på grunnleggende ferdigheter i alle fag: For det første kan elevene lære faget bedre, og for det andre skal alle fag bidra til en generell kompetansehevning på disse områdene.

Naturfag

Det faget som heter Natur- og miljøfag i grunnskolen, og Naturfag i 1. klasse i videregående skole i dag, skal fra høsten av hete Naturfag. Læreplanen beskriver et sammenhengende løp fra 1. til 11. årstrinn. Faget er styrket på barnetrinnet med 1 uketime. Til tross for denne styrkingen, ligger Norge fortsatt på bunnplass i OECD-sammenheng når det gjelder naturfagets andel av skoletiden. Kompetansemålene for grunnskolen er gitt etter 2., 4., 7. og 10. årstrinn, det vil si at skolen og lærerne selv må "porsjonere" ut faget på de ulike årstrinnene. Kanskje det er lærebøkene som til syvende og sist gjør disse valgene for lærerne? Vi vet fra undersøkelser og erfaringer at lærebøkene står sterkt i Norge. Det er kanskje ikke så underlig når vi tar lærernes kompetanse i naturfag i betraktning, i hvert fall på barnetrinnet.

Hvordan velger man ut innholdet i en læreplan? Det er jo et hav å ta av når det gjelder temaer innen biologi, fysikk, kjemi og geofag. Skal læreplanen ta utgangspunkt i fagets egen struktur (i den grad den er gitt) og legge hovedvekten på begrepsoppbygging? Eller skal læreplanen legge seg så tett opp til elevenes hverdag som mulig og velge temaer som kan "tenne" de unge? Dette er vanskelige avgjørelser, men læreplangruppa har lagt vesentlig vekt på det allmenndannende perspektivet i faget og relevans for elevene, når fagstoff og temaer er valgt ut.

Læreplanen for naturfag er delt opp i hovedområder som går igjen på alle hovedtrinnene:

- Forskerspiren
- Mangfold i naturen
- Kropp og helse
- Verdensrommet
- Fenomener og stoffer
- Teknologi og design

Fysikktemaer finner vi i Verdensrommet, Fenomener og stoffer, og i Teknologi og design. Forskerspiren og Teknologi og design, er nye områder i læreplanen, selv om elementer fra begge områdene finnes i læreplanene i dag også.

I 1. klasse i videregående skole (Vg1) er hovedområdene noe omdøpt:

- Forskerspiren
- Bærekraftig utvikling
- Ernæring og helse
- Stråling og radioaktivitet
- Energi for framtiden
- Bioteknologi

Fsyikktemaer finner vi spesielt i Stråling og radioaktivitet, og i Energi for framtiden.

Forskerspiren er et hovedområde som spesielt er viet prosessene i naturfag. Hovedområdet er generelt beskrevet slik i læreplanen:

Naturvitenskapen framstår på to måter i naturfagundervisningen: som et produkt som viser den kunnskapen vi har i dag, og som en prosess som dreier seg om naturvitenskapelige metoder for å bygge kunnskap. Prosessene omfatter hypotesedanning, eksperimentering, systematiske observasjoner, åpenhet, diskusjoner, kritisk vurdering, begrunnelser for konklusjoner og formidling. Forskerspiren skal ivareta disse dimensjonene i opplæringen.

Teknologi og design (ToD) er en del av det nye flerfaglige emnet med samme navn. Hovedområdet er beskrevet slik i den nye læreplanen:

Arbeidet med teknologi og design kan beskrives som en prosess knyttet til det å planlegge og å framstille produkter. Teknologi og design er flerfaglig med tyngdepunkt i fagene Naturfag, Matematikk og Kunst og håndverk.

Dersom du ønsker å se nærmere på Læreplan for naturfag, kan du gå inn på nettstedet *www.naturfag.no*, velge Naturfag vgo, og deretter læreplaner.

Programområdet for realfag

Strukturen i den videregående skolen er endret i Kunnskapsløftet. I første klasse (Vg1) er alle fag fellesfag (for eksempel naturfag) i Utdanningsprogram for studiespesialisering, mens elevene kan velge fag og fordypning i 15 timer både i Vg2 og Vg3. De elevene som velger å være realister, det vil si at de velger å tilhøre programområdet for realfag, må ha full fordypning i minst to fag. De må ta minst 2 realfag med 2 x 5 timer, til sammen 20 timer. Da har de 10 timer igjen av de 30 timene de kan bruke til valg. Disse 10 timene kan de bruke til å velge fag fra andre programområder som språk eller samfunnsfag, eller de kan velge mer realfag. Omfanget til et fag er i de nye læreplanene oppgitt i hele klokketimer per år, men jeg har valgt å oppgi

antall leksjoner (a 45 min) per uke, i tråd med det som er vanlig nå.

Programområdet for realfag består av 8 fag, hvert med 5 uketimer (for VG2 og VG3):

1. Biologi
2. Fysikk
3. Kjemi
4. Geofag
5. Informasjonsteknologi
6. Teknologi og forskningslære
7. Matematikk for realister
8. Matematikk for samfunnsfag og økonomi

Med så stor bredde i det realfaglige tilbudet, er det lite sannsynlig at skoler kan tilby alle fagene. Oversikten viser at det er kommet to nye fag inn i realfagfamilien: Geofag og Teknologi og forskningslære. I tillegg er Informasjonsteknologi definert som et realfag. En kan se nærmere på disse læreplanene ved å gå inn på nettstedet *www.skolenettet.no/realfag*, for de vil ikke bli kommentert i denne artikkelen.

Vi skal kort se på hvordan fysikkfaget er blitt i Kunnskapsløftet. Betegnelsene er Fysikk 1 i Vg2 og Fysikk 2 i Vg3. Begge årstrinnene har de samme hovedområdene:

- Klassisk fysikk
- Moderne fysikk
- Å beskrive naturen med matematikk
- Den unge forskeren
- Fysikk og teknologi

Grunntanken i Forskerspiren i naturfagplanen er videreført i Den unge forskeren. Her skal elevene blant annet gjøre rede for og drøfte sentrale trekk ved vitenskapelig metode i fysikk, planlegge og gjennomføre egne undersøkelser og foreta relevante forsøk innen de forskjellige hovedområdene i faget, og de skal bruke simuleringsprogrammer til å vise fenomener og fysiske sammenhenger.

Teknologiperspektivet fra naturfagplanen er videreført i Fysikk og teknologi. Her blir halvledere, moderne elektronikk og lysdetektorer i digitale foto- og videoapparater, behandlet. Hovedområdet tar også opp hvordan moderne sensorer blir karakterisert og hvordan deres egenskaper setter begrensninger for målinger. I Fysikk 2 skal elevene kunne beskrive fysiske prinsipper bak medisinske undersøkelser som røntgen, ultralydavbildning og magnetisk resonansavbildning, og de skal gjøre rede for sampling og digital behandling av lyd.

Bruken av matematikk i fysikkfaget er tydeliggjort gjennom hovedområdet Å beskrive naturen med matematikk. Elevene skal blant annet kunne bruke parameterframstilling til å beskrive bevegelse for en partikkel, og de skal lage matematiske modeller for sammenhenger mellom fysiske størrelser som er funnet eksperimentelt. De skal også kunne analysere ulike matematiske modeller og vurdere hvilken modell som beskriver en situasjon best.

Jeg vil våge den påstanden at fysikkfaget er det faget innen realfagområdet som har gjennomgått de største endringene. Vi finner fortsatt mye av den klassiske og tradisjonelle moderne fysikken i læreplanen, men formuleringene viser at det ikke skal regnes like mye på alle områder. Noen temaer er klart formulert for mer kvalitativ behandling, mens andre temaer er tydelig formulert for mer matematisk behandling.

Dersom skolen skal lykkes med å implementere de nye læreplanene, trengs det kompetanseutvikling for lærerne, spesielt i fysikk. Myndighetene har satt av mye penger til Kompetanseløftet, og pengene er fordelt til skoleeiere. Det gjenstår å se hvordan skoleeierne disponerer disse midlene, for erfaringene er at for lite blir brukt til faglig oppdatering av lærere. Det gjenstår også å se hvordan lærere og læreverk tolker læreplanene og møter de nye utfordringene som både er av faglig karakter og av mer generell pedagogisk karakter, jf. de grunnleggende ferdighetene som skal inn i alle fag i hele skoleløpet.

Anders Isnes
Leder av Naturfagsenteret

∞

Hva skjer

NORDITA flyttar till Stockholm

Bakgrund

NORDITA, Nordisk Institut for Teoretisk (Atom)-fysik, grundades 1957 i anslutning till Köpenhamns Universitets institut för teoretisk fysik (sedermera Niels Bohr Institutet, NBI). NORDITA uppstod i den unika miljö som skapats i Köpenhamn under Niels Bohrs ledning. CERNs teoriavdelning, som under sina fem för sta år verkat vid NBI, skulle

flyttas till laboratoriet i Genève. På politiskt håll i Norden fanns önskemål om ett gemensamt nordiskt projekt. Sveriges statsminister Tage Erlander tog kontakt med sin vetenskapliga rådgivare, professor Torsten Gustafsson, som föreslog att ett samnordiskt institut för teoretisk fysik skulle grundas i Köpenhamn.

Under de första åren var NORDITA en fristående institution, med direkta kontakter till de nordiska regeringarna. Utvecklingen och formaliseringen av det nordiska samarbetet ledde senare till att NORDITA blev en institution under det Nordiska Ministerrådet (NMR). NMR grundade efterhand en brokig skara nordiska institutioner, omfattande forskningsinstitutioner som NORDITA, kulturinstitutioner, understödsordningar (NORDPLUS, NorFA) och "ambassader" (Nordens Hus). Många av dessa aktiviteter har fungerat väl och främjat nordiskt samarbete på sina respektiva områden. Sedan 1950- och 60-talens entusiasm har satsningen på nordiskt samarbete emellertid varit blygsam. De nya institutionerna nådde i allmänhet inte kritisk storlek, och NMRs sekretariat saknade möjlighet att administrera dem på ett ändamålsenligt sätt.

NORDITA var den klart största av NMRs egentliga institutioner och dess historiskt betingade struktur (med bl.a. ett antal fasta professurer) gav möjlighet till långsiktiga bidrag till nordisk fysik. Institutionens egentliga styrka är det stora antal nordiska fysiker som aktivt bidrar till verksamheten, genom styrelsen, fackkommittéer och initiativ till symposier. I perioden 1957–2005 innehade 339 nordiska fysiker stipendiattjänster vid NORDITA, de flesta som två- åriga postdocs och ett mindre antal som nordiska biträdande professorer. Landsfördelningen blev tillfredsställande utan bruk av kvoter (83 DK, 82 FIN, 13 IS, 58 N, 103 S). En stor del av stipendiaterna verkar idag vid nordiska universitet och bildar värdefulla nätverk av personliga kontakter. NORDITAs framgångsrika verksamhet gjorde institutionen välkänd i internationella sammanhang.

Beslut om flyttning

Efter en längre tids osäkerhet om de nordiska institutionernas framtid beslöt NMR i oktober 2003 att forskningsinstitutionerna skulle överföras till nationell nivå. Man gav Generalsekreterare Per Unckel mandat att förhandla premisserna med vederbörande nationella organ. NMR beslöt vidare att gradvis minska sitt ekonomiska stöd till hälften år 2007, och gav inga garantier för fortsatt finansiering. Köpenhamns Universitet, som varit den naturliga värden för NORDITA, var således till en början inte speciellt angeläget att överta institutionen. Risken för att NORDITA skulle mista sin identitet och nordiska roll var uppenbar för alla nordiska fysiker.

Våren 2004 anmälde ett konsortium av universitet i Stockholmsregionen sitt intresse av att överta administrationen av NORDITA. Kungliga Tekniska Högskolan och Stockholms Universitet erbjöd att vidareföra NORDITA vid AlbaNova i Stockholm som en självständig nordisk institution, och att själva finansiera hälften av basbudgeten under en treårig övergångsperiod. Efter detta räknade man med en fortsatt 50 % finansiering från NMR och motsvarande medel från nordiska forskningsråd. Erbjudandet förutsatte att institutionens vetenskapliga verksamhet utvärderades positivt via *peer review.*

NMR, som inte utvärderat NORDITA på 15 år, bad de nordiska forskningsrådens samarbetsorgan NOS-N att genomföra utvärderingen under hösten 2004. NOS-N kallade professorerna Curtis Callan (Princeton University), Susan Coppersmith (University of Wisconsin), Peter Fulde (Max-Planck Gesellschaft) och Edward van den Heuvel (University of Amsterdam) till utvärderingskommittén, med professor Risto Nieminen (Tekniska Högskolan i Finland) som vetenskaplig sekreterare. Köpenhamns Universitet och Stockholmskonsortiet sände varsitt "Letter of Intent" till utvärderingen, och NORDITA bidrog med sin egen "Vision". Kommittén skrev sitt utlåtande efter att ha besökt NORDITA i november 2004. NORDITAs vetenskapliga verksamhet prisades och dess betydelse som ett nordiskt center för forskning och forskarträning framhölls. Utvärderingen tog också överraskande tydligt ställning för Stockholmsalternativet:

"In our opinion, NORDITA is a unique scientific infrastructure and should be supported as such. Combined with the foreseen changes in the senior faculty due to retirements, the move to the greater Stockholm area would provide a major opportunity for NORDITA for renewal and continued success in basic research."

Generalsekreterare Unckel gjorde sin egen bedömning och presenterade ett PM till NMR i april 2005, där han konstaterade:

"Den ovan redovisade granskningen ger vid handen att alternativet Alba Nova från allmänna utgångspunkter framstår som mest attraktivt för NORDITA's framtid. Det finns emellertid, som nämnts, osäkerheter och kostnader förknippade med att flytta NORDITA till ett nytt värduniversitet och ett nytt land. Hur stora dessa är kan inte med någon exakthet avgöras idag."

Unckel meddelade vidare, att han hade för avsikt att inleda förhandlingar med Stockholmskonsortiet.

Möjligheten att NORDITA skulle flytta till Stockholm föranledde debatt i danska medier och i Folketinget. Den danska regeringen tog våren 2005 i NMR på nytt upp frågan om NORDITAs framtid. Efter flera förhandlingsomgångar nåddes vid slutet av 2005 en kompromiss, enligt vilken NORDITA flyttar till Stockholm, men de forskare som föredrar att stanna i Köpenhamn erbjuds faciliteter vid Niels Bohr Institutet.

Framtid

Processen om NORDITA ledde under 2005 till livliga diskussioner även bland nordiska fysiker. Åsikterna gick isär, och man tog ställning via artiklar samt brev och petitioner till NMR. Sedan ramarna för NORDITAs framtid fastställts har en ny samstämmighet infunnit sig om att gemensamt främja NORDITA och nordiskt samarbete i teoretisk fysik. Förhandlingarna mellan Stockholmskonsortiet och Köpenhamns Universitet (KU) om praktiska åtgärder för NORDITA-forskarna i Köpenhamn genomfördes snabbt och i god anda. Lön och overhead för forskare som önskar stanna i Köpenhamn betalas av NORDITA i form av ett bidrag till KU. Detta gäller de fasta professorerna, men även forskare med tidsbundna kontrakt (biträdande professorer och stipendiater) erbjuds möjlighet att fortsätta i Köpenhamn. KU har av Danmarks forskningsministerium erhållit medel till att upprätta ett "Niels Bohr International Academy", som skall stöda den internationella verksamheten vid NBI inom teoretisk fysik och närliggande ämnen.

Det slutliga avtalet mellan NMR och Stockholmskonsortiet om NORDITAs administration och finansiering i Stockholm förväntas godkänt i slutet av maj 2006. Den 1 augusti 2006 tillträder en tillfällig ledning, som skall etablera NORDITA vid AlbaNova. Sommaren 2007 tillsätts en ny nordisk styrelse med medlemmar utsedda av de nordiska forskningsråden. Samtidigt skall NORDITA få en ordinarie ledare. Formellt flyttar NORDITA från Köpenhamn den 1 januari 2007 till en egen byggnad i omedelbar anslutning till AlbaNova-centret i Stockholm.

Att framgångsrikt utveckla NORDITA i Stockholm blir en avsevärd utmaning, men innebär också möjligheter för nyskapande inom nordisk fysik. De krav som ställs på institutionen idag är helt andra än för 50 år sedan. Den europeiska och globala integrationen och mobiliteten betyder att Norden måste göra gemensamma satsningar för att stå sig i konkurrensen. De nordiska forskningsråden håller på att få en europeisk konkurrent i form av "European Research Council". Utmaningarna har noterats på poliskt håll. Ett nordiskt forskningsråd, "Nordforsk" har sålunda nyligen skapats. Förutom att (i anspråkslöst omfång) finansiera nätverk och mobilitet i Norden liksom sin föregångare NorFA, skall Nordforsk fungera som ett organ för de nationalla forskningsrådens gemensamma satsningar. NORDITA i Stockholm statuerar exempel för nya nordiska verksamhetsformer, som på längre sikt förutsätter finansiering genom de nordiska forskningsråden. I sin nya inkarnation åtnjuter institutionen stöd i breda politiska och fackliga kretsar.

Paul Hoyer
Institutionen för fysikaliska vetenskaper
Helsingfors Universitet

NORDITAs direktör 1994-2002 och 2005-06

∞

Fysikkolympiaden 2006

Igjen, og tradisjonen tro, er årets norske finale i fysikkolympiaden avviklet og verdige vinnere kåret. I november 2005 deltok 481 elever fra hele landet i første runde. Jørgen Vold Rennemo fra Lillehammer vgs., Andreas Nordal fra Oslo katedralskole og Øyvind Indrebø fra U. Pihls skole ble de tre beste; alle med alt riktig!

Oppgavene var vanskelige nok, og de som fikk 11 poeng (av 20 mulige) fikk tilbud om å få være med i 2. runde. Andre runde fant sted i februar, og det var 53 elever som deltok. Jørgen Vold Rennemo ble best med 24 av 25 poeng!

I uken 4–7. april ble det arrangert kurs og norsk finale ved Fysisk institutt, UiO. 18 elever deltok. I tillegg hadde vi besøk av to "observatører" fra Asker

videregående skole. Kurset er svært omfattende og intenst. Pensum i den internasjonale finalen går ganske langt utover norsk skolefysikk. Men det gjelder også for de fleste andre landene som deltar.

På programmet sto imidlertid ikke bare passende doser forelesninger, laboratorieøvelser og oppgaveløsning, men også populærforedrag, sosiale tilstelninger, omvisning og samvær med fysikkstudentene. Her er noen sitater fra tilbakemeldinger vi har fått fra noen av deltakerne:

"Det var meget interessant, kjekt og lærerikt; trur nesten ikkje eg har lært så masse på ei veke før."

"Jeg må si det var et utrolig morsomt og interessant kurs dere holdt! Vi lærte mye fornuftig."

"Jeg vil rose hvordan det at arrangementet varer en uke, ga deltakerne mulighet til å bli kjent med hverandre og utveksle kunnskap. Dette gir en enorm boost til interesse for faget."

De fem som gjorde det best i finalen, fikk tilbud om å delta i den internasjonale fysikkolympiaden i Singapore i juli. Noen av finalistene har imidlertid kvalifisert seg til flere realfagsolympiader. For at flest mulig skal få sjansen til en slik opplevelse, må de som har kvalifisert seg til flere finaler velge én av dem.

Det var nok en gang Jørgen Vold Rennemo som gjorde det best. Han er en av svært få som har vunnet den norske fysikkfinalen to ganger!

De ti beste i den norske finalen ble:

1. Jørgen Vold Rennemo, Lillehammer vgs.
2. Geir Bogfjellmo, Mosjøen vgs., til OL
3. Atle Rygg Årdal, Firda vgs.
4. Geir-Arne Fuglstad, Rælingen vgs., til OL
5. Vidar Klungre, Firda vgs.
6. Nils Johan Engelsen, Nesbru vgs., til OL
7. Øyvind Indrebø, U. Pihls skole, til OL
8. Eirik Marthinsen, Heimdal vgs., til OL
9. Arnkjell Løkke, Fredrik II vgs.
10. Petter Antonsen, Brønnøysund vgs.

Deltakelse i den internasjonale fysikkolympiaden er ett av en rekke tiltak for å stimulere skoleelever med interesse og anlegg for fysikk og realfag til å fortsette arbeidet med fagene. Både nasjonalt og internasjonalt legges det stor vekt på verdien av faglig og sosialt samvær med jevnaldrende og likesinnede. Den norske deltagelsen er støttet av Forskningsrådets formidlingsprogram og Kunnskapsdepartementet.

Deltakerne på treningskurset for fysikkolympiaden

Den norske finaleprøven bød, i år som ellers, på diverse utfordringer. Her er en smakebit:

Oppgave fra finalen:

En tynn vertikal trepinne er hengslet i toppen slik at den kan svinge fritt i et plan. Vi senker pinnen sakte ned i et kar med vann. I et gitt øyeblikk vil trepinnen svinge ut fra sin vertikale stilling. Trepinnen har massen m og lengden er l.

Hvor stor del av trepinnen er nedsunket i vannet i det øyeblikket den begynner å svinge ut til siden? Trepinnen har akkurat halvparten så stor tetthet som vann.

Mer om fysikkolympiaden med oppgaver og resultater finnes på våre nettsider:
http://www.fys.uio.no/skolelab/fysikkol/

Carl Angell og Ellen K. Henriksen

∞

Dobbel Onsager til Rodney Baxter

Rodney Baxter (Foto: NTNU Info/Arne Asphjell)

Rodney Baxter fra Australian National University i Canberra, fikk i år to prestisjefylte priser. I mars

ble han tildelt American Physical Societys Onsager-pris for fremragende forskning i teoretisk statistisk fysikk. Og i mai fikk han NTNUs Onsager-medalje og var Lars Onsager-foreleser i Trondheim. Temaet for forelesningen var: *Lattice models in statistical mechanics: The chiral Potts model.*

Lars Onsagers berømmelse var spesielt knyttet til hans eksakte løsning av den todimensjonale Ising-modellen, vanligvis formulert som en magnetmodell med spinn som kan peke i én av to motsatte retninger. Baxter arbeider i Onsagers ånd, og har løst en rekke viktige og vanskelige mangepartikkelproblemer. Et enkelt eksempel er et system av harde sekskanter på et triangulært gitter. Denne modellen viste seg å være relevant for interessante varmekapasitetsmålinger som viste en faseovergang i et monolag av helium adsorbert på grafittoverflater.

Baxter har fått en rekke internasjonale utmerkelser. Den første var IUPAPs Boltzmann-medalje som han mottok i 1980. Begrunnelsen den gang var fokusert på hans løsning av den såkalte *eight-vertex*-modellen, som viste at de herskende forestillinger om kritiske fenomener måtte revideres.

Baxter reiste ikke til USA for egenhendig å motta Onsager-prisen, men han dro til Norge for å motta Onsager-medaljen!

P.C. Hemmer

∞

Takk til Fysisk institutt, UiO

Redaksjonen har mottatt dette brevet fra en tidligere fysikkstudent, og vil gjerne dele det med leserne av FFV.

I årene 2000 til og med 2004 var jeg deltidsstudent ved Fysisk institutt, Universitetet i Oslo. I år 2000 var jeg 58 år gammel, og altså godt voksen for å starte opp med universitetsstudier i matematikk og fysikk. Min utdannelsebakgunn var Bygningslinjen ved NTH i 1965 og en doktorgrad i teoretisk økonomi/logistikk fra samme sted i 1977.

Hvorfor så studier ved Fysisk institutt i tillegg? Da jeg startet hadde jeg vært uføretrygdet pga. MS i 12 år, og hadde vært enkemann i to. Selv om jeg hadde mange venner og flere hobbyer måtte jeg simpelthen finne på noe meningsfullt og utfordrende for ikke å miste taket på meg selv. Fordi jeg ikke lenger kunne jogge med beina ville jeg gjøre det med hodet. Det man ikke har i beina må man som kjent ha i hodet.

Jeg ville gjerne velge noe som var interessant og utfordrende. Hvorfor ikke prøve seg på fysikk? Vel, som tenkt, så gjort. Jeg startet opp med matematikk for fysiske vitenskaper for å se hvordan det hele fungerte, dvs. om jeg klarte å følge med rent faglig, om kroppen var med og om jeg trivdes i miljøet. Etter det første semesteret var erfaringene så gode at jeg bestemte meg for å fortsette. Og frem til og med høstsemesteret 2004 hadde jeg tatt fire eksamener, en i statistisk fysikk og tre i kvantemekanikk. Underveis syntes jeg dette var så spennende og gøy, ja nettopp, GØY, at jeg hadde lyst til å fortsette frem til en mastergrad. Men kroppen med MS og sterke smerter, ikke minst i hodet, satte en effektiv stopper for denne ønskedrømmen, det var sa vidt jeg klarte å hangle meg gjennom den siste eksamen i kvantemekanikk.

Men tilbake til studiet og miljøet ved Fysisk institutt. Fra første dag følte jeg meg velkommen og akseptert som student, både av medstudentene, administrasjonen og det vitenskapelige personalet. Samtidig ble det tatt hensyn til mine handicaps, behov for å hvile mellom forelesningene, hjelp til å bære bøker etc.

Matematikken var et spennende og kraftig utvidet gjensyn med tilsvarende fag fra Høgskolen i 1962/63, med bla. fourieranalyse og partielle differensialligninger. Komplekse tall var derimot en spennende nyhet. Selv om jeg alltid hadde hatt en forkjærlighet for matematikk ble møtet med kvantemekanikken en ren åpenbaring og "mitt" felt. Men så er da også Hjorth-Jensen en uvanlig inspirerende og engasjert foreleser. Dette ikke til forkleinelse for de andre jeg møtte, som alle hadde sine spesielle sterke sider. Aashamar med sin ro, nydelige skrift og systematikk på tavlen, Høgåsen med sin spesielle dialekt, glimt i øyet og evne til å krydre stoffet med anekdoter og eksempler fra mytologien, Guttormsen med sitt lune smil og sin alltid forekommende hjelpsomhet, og endelig Leinaas med sin akademiske og krystallklare fremstilling av det vanskelige stoffet (Fys 4110).

Ja, jeg savner dere alle og synes det er trist at jeg måtte gi meg pga. sviktende helse og stadig dårligere overskudd og konsentrasjonsevne. Så inspirert og interessert er jeg imidlertid blitt at jeg så å si daglig studerer moderne fysikk via Internett, som kan tilby utrolig mye høyverdig stoff på dette feltet. Og jeg har faktisk skaffet meg en ganske god oversikt over nyere forskning innen kvantemekanikk og tilknyttede emner, bl.a. i tilknytning til kosmologi og bevissthetsstudier ved hjelp av nettet,

men naturlig nok ikke en videre fordypning. Til det trengs det helt klart universitetsstudier. Internett kan på ingen måte erstatte dem.

Men dessverre må jeg nok kaste inn håndkleet og si takk for meg. Det har vært en opplevelse og ære å bli kjent med dere alle. Og jeg synes at jeg har lært utrolig mye i løpet av mine "hobbystudier". *Takk for meg!*

Svein-Henrik Skjellanger

∞

Bokomtaler

Alv Egeland og William J. Burke: Kristian Birkeland – The First Space Scientist. Springer; Astrophysics and Space Science Library, Vol 325, 2005. (228 sider).

Kristian Birkeland er for mange synonymt med mannen som løste nordlysets gåte og som la grunnlaget for dannelsen av et av Norges største industrikonsern – Norsk Hydro. Boken "Kristian Birkeland; The First Space Scientist" av Alv Egeland og William J. Bruke, viser at Birkeland var så mye mer enn dette. En god del av dette var ukjent for meg og jeg har derfor hatt stor glede og stort utbytte av å lese boken.

Forskning kostet penger, også for hundre år siden, og penger var mangelvare da som nå. I motsetning til mange av oss som forsøker å drive vår forskning på sparebluss, finansierte Birkeland mye av sin forskning gjennom de mange oppfinnelser som han patenterte. Bare noen måneder etter Røntgens oppdagelse av røntgenstråler demonstrerte Birkeland de samme strålene ved Universitetet i Kristiania, og han foreslo for Ellen Gleditsch at de skulle ta ut patent på et stråleteppe, et teppe impregnert med radioaktivt materiale som han mente hadde legende egenskaper. Av andre patenter kan nevnes et mekanisk høreapparat, kaviar av torskerogn, elektriske brytere, system for transmisjon av radiobølger, men først og fremst de mange patentene som dannet grunnlaget for Norsk Hydro.

Boken er delt inn i fem hovedkapitler. Det første tar for seg de politiske strømningene i Norge rundt århundreskiftet 1800–1900, det andre tar for seg Birkelands geomagnetiske forskning og forskning på solsystemet, og herunder hans forklaring på årsaken til nordlyset. Det tredje tar for seg Birkeland som oppfinner og teknologiutvikler. De siste kapitlene fokuserer på mennesket Kristian Birkeland.

Birkeland forstod tidlig at i tillegg til å gjøre laboratorieforsøk, var det også viktig å utføre direkte fysiske målinger. Beskrivelsen av hans mange ekspedisjoner er facinerende lesning, og jeg tar meg i å spørre om jeg hadde vært villig til å gjennomgå de prøvelser og de oppofringer som Birkeland gjorde for å nå sine vitenskapelige mål. Jeg vet ikke svaret, og skal ikke trette leserne med spekulasjoner over dette spørsmålet. Likeledes er beskrivelsen av de problemer han møtte som eksperimentalfysiker for 100 år siden, lærerik lesning. Det var ikke bare spørsmål om penger, det var i like stor grad spørsmål om det utstyret han ønsket seg overhodet eksisterte.

Birkeland lå vitenskapelig og teknologisk langt foran sin tid. Han hadde en unik intuisjon og et spesielt talent for eksperimentelt arbeid. Hans metodikk har vist seg å være nyttig, både for å generere nye ideer og for å forstå grunnleggende fysikk. Birkeland var en av de første til å dra maksimal nytte av tilgjengelige data. Hans analyse av magnetiske målinger fra ikke mindre enn 27 målestasjoner rund om på den nordlige halvkule, gjorde det mulig for ham å konstruere et globalt kart av magnetiske feltvariasjoner. Dette var ikke gjort tidligere; forskere analyserte bare sine egne data og fikk ikke den globale oversikten som Birkeland fikk. Hvor langt han lå foran sin tid ser vi i at hans teori for nordlyset ble først akseptert på 1960-tallet.

Selv om han var en fremragende forsker med dyp teoretisk innsikt, hendte det også at han tok feil. Boken ville ha tjent på at "fasit" var gitt i større utstrekning enn det som er tilfelle. Det er også et problem med mange av de begreper og definisjoner som forfatterne bruker. De har etter eget utsagn lagt vekt på å oversette begreper fra den terminologi som var i bruk på Birkelands tid til dagens terminologi. Alle leserne er imidlertid ikke romforskere, og jeg etterlyser derfor at en del av de moderne begrepene også var definert og satt inn i en sammenheng.

I dag snakkes det mye om betydningen både av nettverksbygging og tverrfaglig teambygging. Samarbeidet mellom Birkeland og Eyde er vel kanskje det eldste eksemplet vi har her i landet på tverrfaglig teambygging. Boken gir os et godt innblikk i dette samarbeidet, et samarbeid som startet i et middagsselskap hos Gunnar Knutsen, og som førte til etableringen av et av Norges store industrikonsern. Birkeland er også et lærerikt eksempel på

at motgang kan snus til medgang. Da hans kanon "eksploderte" med et brak, så Birkeland muligheter, ikke problemer. Det er noe som mange av oss kan lære noe av.

Sine siste leveår tilbrakte Birkeland i Egypt hovedsaklig på grunn av en skrantende helse, men også på grunn av interesse for et annet lysfenomen, zodiakallys. Hans enorme arbeidsinnsats ga oss mye viten, men det kan vel kanskje sies at hans enorme arbeidsinnsats i siste instans også kostet ham livet. Han døde således i en alder av bare 49 år. Hans alt for tidlige bortgang førte kanskje til at han gikk glipp av Nobelprisen, en pris han var foreslått til flere ganger. Direktøren for Nobelinstituttet, Ragnar Sohlman, har mer enn antydet at dersom Birkeland hadde vært nominert alene og ikke sammen med Eyde, ville han ha fått prisen.

Som helhet gir boken et godt innblikk i livet til en av våre største vitenskapsmenn. Jeg har hatt stor glede av å lese boken, og har på mange måter fått et annet og mer fullstendig inntrykk av Kristian Birkeland enn det jeg hadde før. Boken er vel verdt å lese.

Ola Hunderi

∞

Reidun Renstrøm: Fysikkens historie – Fra naturfilosofi til kvanteteori. Høyskoleforlaget, 2006 (126 sider) 249 kr.

Fysikk handler om å beskrive verden rundt oss, fra det aller minste til det aller største, fra kvarker og superstrenger til sorte hull og Big Bang. Fysikk handler om å forstå det universet vi lever i, og det handler om å forstå de lover og teorier som kan forklare det vi observerer. For å ha glede av fysikk må en ha evnen til å undre seg og være nysgjerrig for på den måten få ny kunnskap. Menneskene har gjennom alle tider vært opptatt av de store og fundamentale spørsmålene, og det er blant annet dette som gjør fysikkfaget så fascinerende. Fysikk er også et fag som formidler kunnskaper av stor samfunnsmessig og kulturell betydning. Fysikkens historie er en viktig del av vår kulturarv og fortjener egentlig en mer fremtredende plass i hele vårt utdanningssystem.

Reidun Renstrøm har skrevet en bok som gir innsyn i fysikkens historie på en både spennende og forståelig måte. Den begynner med hvordan de greske naturfilosofene brøt med mytologien som forklaringsmodell av naturfenomener og avsluttes med Bohr og Einsteins diskusjon om tolkningen av kvantefysikken. Boka er skrevet for fysikkstudenter og lærere, men burde være til inspirasjon for alle som er opptatt av historie, filosofi og menneskelig erkjennelse. Denne forholdsvis kortfattede boka kan naturligvis ikke ta opp alle spørsmål som har vært reist gjennom fysikken historie. Forfatteren har imidlertid gjort et utvalg som fokuserer på menneskenes ønske om å forstå naturen og de erkjennelsesmessige konsekvensene av dette. Fremstillingen er supplert med klargjørende figurer og i noen tilfeller med enkle matematiske formuleringer.

Renstrøm begynner som nevnt, med hvordan naturen blir avmytologisert i antikken, og hun presenterer hovedtankene til de store tenkerne fra denne tiden. Hva er det evige og uforanderlige i kaoset? Hva er urstoffet? Hvordan er Jordas form, og hvor er Jordas plass i universet? Dette er spennende problemstillinger som belyses i et historisk perspektiv med mange fine detaljer, og ender med Galileis og Newtons teorier og det nye heliosentriske verdensbildet.

Er lys partikler eller bølger? Dette spørsmålet illustrerer godt hvordan en historisk beretning kan kaste lys over vitenskapens utvikling. Denne delen av boka ender med en presentasjon av Maxwell og av hvordan hans fire ligninger var i stand til å beskrive alle de elektromagnetiske fenomenene man kjente til.

Videre får vi en omtale av Einsteins relativitetsteorier, en beskrivelse av utviklingen av atomteorier, og til slutt behandler hun noen av de store spørsmålene knyttet til moderne kvantemekanikk.

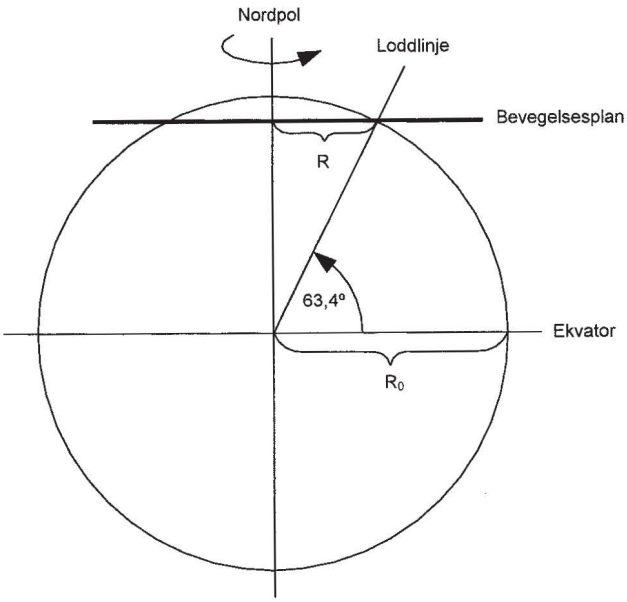
Renstrøm har skrevet en bok som fanger interesse og stiller leseren overfor mange interessante spørsmål og utfordringer. Hun har en nøktern og saklig stil i sin presentasjon av stoffet – kanskje av og til litt for saklig? Det er jo så mange fantastiske historier hun beretter om, og noen ganger savner jeg en vektlegging av nettopp det fantastiske i den historiske utviklingen. Og ikke minst savner jeg en enda større oppmerksomhet rundt det nærmest ubegripelige i relativitetsteori og moderne kvantemekanikk. Hvordan kunne Einstein komme på ideen om at lys har samme fart uansett hvordan vi måler den? Det er jo både ulogisk og uforståelig. Det har imidlertid ikke bare fått store konsekvenser for vår forståelse av verden, men også store erkjennelsesmessige konsekvenser. Men til tross for at jeg av og til kunne ønsket meg en litt "friskere" stil, er det likevel den siste delen av boka som gjør størst

inntrykk. De forunderlige og høyst ubegripelige konsekvensene av moderne fysikk er fascinerende lesning.

Fysikkfaget i skolen blir ofte kritisert for at faget har for liten tilknytning til virkeligheten og dagliglivet. På den ene siden er det lett å slutte seg til en slik kritikk. Studier av klossers bevegelse på et skråplan, kastebevegelser i lufttomt rom, osv. kan synes langt fra elevenes dagligdagse erfaringsområder. På den annen side er det et poeng at skolefysikken ikke bare skal handle om dagliglivet og det umiddelbart observerbare. Den skal også handle om fysikkens historie og de erkjennelsesmessige sidene av faget. Skolens lærebøker har gjerne noen små (biografiske) avsnitt knyttet til fysikkens historie, men de har manglet en mer samlet og lettfattelig fysikkhistorisk fremstilling som lærerne kunne bruke i sin undervisning. Det har de nå fått!

Carl Angell

∞



Figur 1. Jorda med bevegelsesplanet til den frigjorte statuen sett fra siden. Planets helning i forhold til loddlinjen er lik breddegraden, $63,4°$ N. R er radius til sirkeltverrsnittet på denne breddegraden. Jordas radius R_0 er satt til 6378 km.

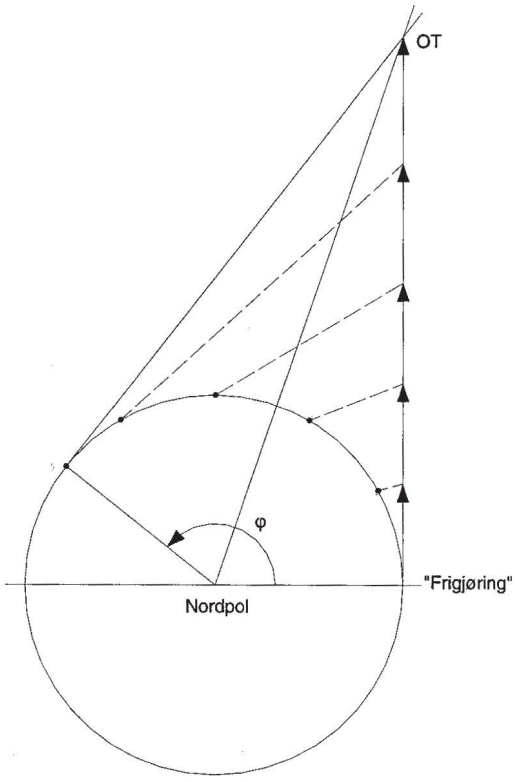
Trim i FFV

Drøfting av Et cavoritt-problem

I forrige nummer av FFV presenterte vi "Et cavoritt-problem" som påskenøtt. Cavoritt er et fiktivt material som det fortelles om i H.G. Wells bok *"The first man in the moon"* (1901), og som kunne skape vektløshet. Vi tenkte oss at en fysikkstudent ved NTNU hadde funnet ut hvordan han kunne "slå av" gravitasjonsfeltet lokalt, og fant på å slå av gravitasjonen ved Olavsstatuen på Torget i Trondheim, slik at Olav Tryggvason (OT) plutselig ble vektløs. Dette skjedde tidlig en morgen kl 06.00. Spørsmålet var: Hva ville skje med OT?

Vi antar at OT står så løst på sokkelen sin at han kan "ta av" uten problemer, og går ut fra at Newtons lover regulerer OTs forhold til jorda og ser bort fra luftmotstand, strålingstrykk fra sola etc.

Vi konstaterer først at OT vil fortsette sin (tidligere rotasjons-) bevegelse i en rettlinjet bane med konstant hastighet, ifølge Newton. Banen vil ligge i et *bevegelsesplan* som bestemmes av Trondheims latitude, $63,4°$ N, se figur 1 hvor loddlinjen gjennom Torget er inntegnet. Dette planet står normalt på jordaksen, og er derfor vinklet mot sør med et avvik på $63,4°$ fra loddlinjen sett fra en obser-

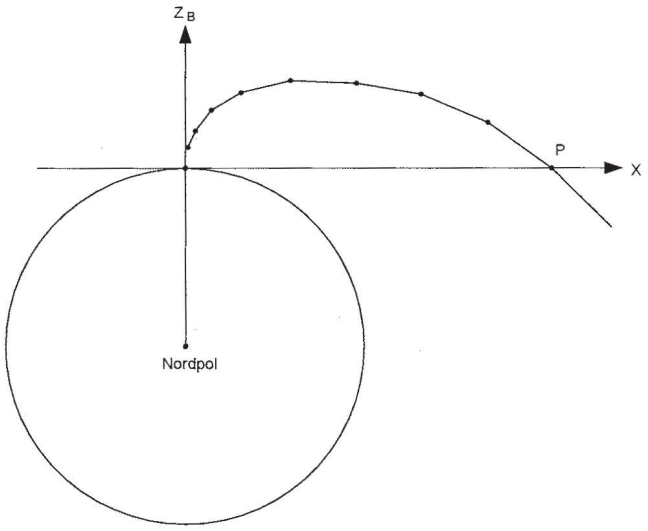


Figur 2. Bevegelsesplanet til OT sett fra et punkt over Nordpolen. OT beveger seg langs den rette linjen. Posisjonene ved enkelte tidspunkter er gitt ved pilspissene, og stiplete linjer forbinder dem med studentens tilsvarende posisjoner. φ betegner jordas rotasjonsvinkel fra det øyeblikk OT ble vektløs. Fra OTs øverste posisjon er to tangenter trukket til sirkelen. Den venstre tangenten ligger i horisontplanet for studenten, og OT kommer til å gå under horisonten ved dette tidspunktet.

vatør på Torget. R er den vinkelrette avstanden fra Trondheim til jordaksen, altså: $R_0 \cdot \cos(63,4) = 2856 \cdot 10^3$ m (hvor vi går ut fra at jordradien er $R_0 = 6378 \cdot 10^3$ m).

Tenker vi oss at vi ser bevegelsesplanet til OT fra et sted over Nordpolen, kan OTs bane skisseres som i figur 2. Den vil beskrive en tangentlinje i dette planet fra tidspunktet for "frigjøringen", mens Torget i Trondheim fortsetter langs periferien. De svarte pilene i figuren beskriver suksessive posisjoner til OT, og de små punktene tilsvarende posisjoner for studenten på Torget. De stiplete linjene forbinder OTs og studentens posisjoner ved de forskjellige tidspunktene. φ er jordas rotasjonsvinkel. Figuren antyder at studenten vil se OT like ved horisonten når jorda har dreid $\approx 150°$, dvs. etter omtrent $(150/360) \cdot 24 = 10$ timer.

Nå vil vi se på noen detaljer i OTs bevegelse slik studenten ville registrere dem fra Torget. Den relative bevegelsen til OT illustreres i figur 3, hvor posisjoner fra figur 2 er grovt tegnet inn i et koordinatsystem som ligger i bevegelsesplanet med origo

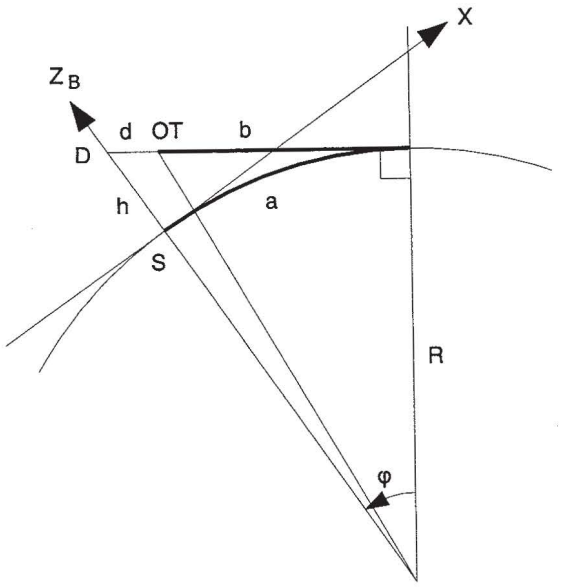


Figur 3. Den relative bevegelsen til OT sett fra studentens posisjon. OT befinner seg i bevegelsesplanet, og et koordinatsystem er lagt inn i planet. X-aksen peker tangentielt vestover, Z_B er vinkelrett på Xaksen og peker i sørlig retning. Studenten ser OT bevege seg vestover. Punktene på kurven tilsvarer enkeltposisjoner. Punktet P er det punkt hvor OT forsvinner under studentens horisont, se også figur 2. Hvordan ser kurven ut i detalj rundt origo?

fast i studentens posisjon. Z_B-aksen peker i retning sør, og X-aksen i tangentens retning. Skissen indikerer at OT forlater sokkelen i sørlig retning, men svinger etter hvert kraftig vestover og går til slutt ned under horisonten (ved punktet P). Kurven drøftes nærmere nedenfor.

Hvordan ville startretningen til OT være, altså retningen ved origo i koordinatsystemet?

I figur 4 har vi plassert et kartesisk aksekors i bevegelsesplanet med origo i studentens posisjon, S, og en Z_B-akse langs forlengelsen av jordradien. X-aksen er tangent til sirkelen.



Figur 4. Beregning av OTs startvinkel i bevegelsesplanet. Koordinatsystemet er som i figur 2. Når jorda har dreid en vinkel φ, illustrerer figuren posisjonene til OT og studenten S. Forlengelsen av OTs bane skjærer Z_B-aksen i D. Avstander som blir brukt i beregningene er: $a = b$, d (avstanden fra D til OT) samt h (avstanden fra D til S). R er avstanden fra Torget i Trondheim til jordaksen.

Studenten og OT beveger seg i utgangspunktet med samme hastighet, og derfor er $a = b$ i figuren. Hvis vi forlenger OTs bane til den skjærer forlengelsen av jordradien, bestemmer vi punktet D. Vi kaller $D - S$ for h, som blir

$$h = R/\cos\varphi - R \tag{1}$$

Avstanden mellom OT og D kalles d, og blir gitt av

$$d = R \cdot \tan\varphi - R \cdot \varphi \tag{2}$$

Vi ønsker nå å bestemme koordinatene til OT i X, Z_B-systemet. x-verdien blir gitt av

$$x = d \cdot \cos\varphi \tag{3}$$

og z_B-verdien blir gitt av

$$z_B = h - d \cdot \sin\varphi \tag{4}$$

Vi noterer oss at OTs *høyde over horisontalplanet*, dvs. projeksjonen av z_B på loddlinjen gjennom Torget (se figur 1), gis av

$$z = z_B \cdot \cos(63,4) \tag{5}$$

Her har vi brukt en z-akse som står normalt på den lokale jordoverflaten (x-aksen er som før). Posisjonen i x-retningen blir:

$$x = z_B \cdot \sin(63,4) \tag{6}$$

For å få frem noen kvantitative data er det interessant å gi φ, rotasjonsvinkelen til jorda (se figur 2), som funksjon av tida, t.

$$\varphi = t \cdot \omega = t \cdot 2\pi/86164 \tag{7}$$

Her er ω jordas rotasjonshastighet. For jordrotasjonen har vi satt inn omløpstiden målt i stjernedøgn = 86164 s.

Vi kan nå regne ut hvordan bevegelsen ser ut i den første tiden etter at OT er koplet løs. Resultatene er tabulert nedenfor.

Tid	Side x [m]	z_B [m]	Høyde z [m]
1 s	$3,7 \cdot 10^{-7}$	$7,6 \cdot 10^{-3}$	$3,4 \cdot 10^{-3}$
10 s	$3,7 \cdot 10^{-4}$	$7,6 \cdot 10^{-1}$	$3,4 \cdot 10^{-1}$
1 min	$8,0 \cdot 10^{-2}$	$2,7 \cdot 10^{1}$	$1,2 \cdot 10^{1}$
10 min	$8,0 \cdot 10^{1}$	$2,7 \cdot 10^{3}$	$1,2 \cdot 10^{3}$
1 tim	$1,7 \cdot 10^{4}$	$9,7 \cdot 10^{4}$	$4,3 \cdot 10^{4}$
2 tim	$1,3 \cdot 10^{5}$	$3,7 \cdot 10^{5}$	$6,4 \cdot 10^{4}$
5 tim	$1,8 \cdot 10^{6}$	$1,5 \cdot 10^{6}$	$6,7 \cdot 10^{5}$

Vi ser at forholdet mellom høyden z og x er stort i selve starten. Etter 1 min er $z = 12,2$ m, mens sideavstanden $x = 8$ cm. OT kan gå fri fra mange nærliggende bygninger, men vil kollidere om bygningene er for høye eller står for nær startpunktet (husk at bevegelsesplanet ligger i en vinkel på $26,6°$ over horisonten).

Hva blir startvinkelen i forhold til z_B-aksen i bevegelsesplanet?

Numerisk får vi når $\varphi \to 0$, og t er i sekund:

$$z_B \to (R \cdot \varphi^2)/2 = 0,00755 \cdot t^2 \ [m]$$

$$x \to (R \cdot \varphi^3)/3 = 3,6685 \cdot 10^{-7} \cdot t^3 \ [m]$$

Startvinkelen i forhold til Z_B-aksen, α, kan utledes fra forholdet

$$\tan\alpha = x/Z_B \tag{8}$$

som i grensen gir

$$\lim_{\varphi\to 0}(\alpha) = \lim_{\varphi\to 0} \arctan(x/Z_B) = 0 \tag{9}$$

hvor $x \propto \varphi^3$, mens $z_B \propto \varphi^2$; altså $x/z_B \to 0$ når $\varphi \to 0$, og dermed blir startvinkelen $\alpha = 0$.

OT starter derfor sin ferd med å bevege seg *sørover* i sitt skråplan. Han begynner også en langsom bevegelse vestover som imidlertid øker raskt med tiden, som skissert i figur 3, og forsvinner ved horisonten etter hvert. Vilkåret for horisontposisjon for OT relativt til studenten, er gitt i figur 2. Jordas rotasjonsvinkel ved dette tidspunktet kaller vi φ_{horis}. Likeformete, rettvinklete triangler med katetene R, respektive $\varphi \cdot R$ og felles hypotenus, gir oss ligningen

$$\tan(\varphi_{horis}/2) = \varphi_{horis} \tag{10}$$

Denne ligningen kan løses numerisk og gir en (første) verdi på $\varphi_{horis} \approx 135°$, som oppnås etter omtrent 9 timer, dvs. omtrent kl 15 første dagen etter OTs "frigjøring". Deretter ser ikke studenten OT fordi han da er under horisonten.

Bevegelsene fortsetter imidlertid, og vi spør: Når vil OT gå opp over horisonten neste dag, og i dagene deretter?

Når OT er forsvunnet under horisonten, blir han der til jordrotasjonen igjen tillater observatøren på Torget å se ham over horisonten igjen, nå omtrent i motsatt retning av hvor han gikk ned. Fordi OT beveger seg langs samme tangent, kommer han til å dukke opp i horisonten på eksakt samme sted og til samme tid, dag etter dag -i *øst*. OTs oppgang over horisonten på dag n vil skje $n \cdot 24$ timer etter frigjøringen, altså kl 06.00.

Tidspunktet for "OT-oppgang" forandres ikke. Men OT går *ned* under horisonten senere og senere dag for dag. Dette tidspunktet kan vi beregne ut fra de multiple løsningene til ligning (10). Vi husker at $\tan(v) = \tan(v + n \cdot 2d)$. "OT-nedgang" skjer altså senere og senere for hver dag, og først etter meget lang tid (når PT er langt borte og vel neppe kan sees) vil OT forsvinne under horisonten kl 06.00 + et halvt døgn, altså kl 18.00.

Vi skulle også kunne beregne klokkeslettet når OT står i *sørlig* posisjon på himmelen. Dette skjer for forskjellige vinkler, φ, når $d = 0$ i figur 4, og OT befinner seg på den rette linjen fra jordas rotasjonsakse gjennom Torget. Det finnes også her et uendelig antall løsninger, men for $t \to \infty$ har jorda dreid $90°$ + et antall 2π i forhold til posisjonen

ved starten. Siden klokken var 06.00 da studenten frarøvet OT tyngdekraften, vil OT altså til slutt stå i sør kl 12.00.

Avslutning

Vi håper at OTs usannsynlige banebevegelse i rommet kan gi opphav til noen hyggelige "tredimensjonale" tanker hos leserne. Flere interessante beregninger kan drøftes.

Hva ville skje hvis OT opprinnelig sto ved ekvator, om han sto på Nordpolen, og om jordas bevegelse rundt sola blir tatt i betraktning, osv?

Ryktet forteller at studenten fortsatt sitter på Torget og gjennomfører keplerske baneberegninger med forskjellige startbetingelser, måne- og planetposisjoner!

Vi takker Karl Måseide for konstruktive bidrag.

Anders Johnsson og Gunnar Stette
NTNU

∞

Løsning FFVT 1/06

Vin og vann

Vi hadde like store mengder av vin og vann i hvert sitt glass og slo en del av vinen over i vannet og blandet godt. Deretter slo vi like mye av blandingen tilbake i vinen. Spørsmålet var om det nå var mer vann i vinen enn vin i vannet.

Svaret er at det er like mye vann i vinen som det er vin i vannet etter flyttingene. (Det forutsettes at blandingene opptar like store volum som væskene de består av.)

Utgangspunkt:
Vinglass: Vol $= A$, andel vin $= 1$, andel vann $= 0$.
Vannglass: Vol $= A$, andel vin $= 0$, andel vann $= 1$.

Første flytting:
Volum som flyttes $= B$, andel vin $= 1$.
Resultat:
Vinglass: Vol $= A - B$, andel vin $= 1$, andel vann $= 0$.
Vannglass: Vol $= A + B$, andel vin $= B/(A + B)$, andel vann $= 1 - B/(A + B)$.

Andre flytting:
Volum som flyttes $= B$, andel vann $= 1 - B/(A + B)$.
Resultat:
Vinglass: Vol $= A$, andel vann $= (1-B/(A+B)) \cdot B/A = B/(A + B)$.
Vannglass: Vol $= A$, andel vin $= B/(A + B)$.

Tilleggsspørsmål:

Hvis vi fortsetter med å flytte samme volum frem og tilbake på denne måten, og blander godt etter hver flytting, er det da mulig å velge et flyttevolum og et antall flyttinger som gir samme vinprosent i begge glassene?

∞

Nytt fra NFS

Nye medlemmer 10. mai 2006

Astrid Aksnes
Inst. for elektronikk og telekom., NTNU, 7491 Trondheim

Anders Eikenes
Nadderudlia 37 B, 1357 Bekkestua

Zlata Erkocevic
Ammerudgrenda 172, 0960 Oslo

Odd Erik Garcia
Roskildevej 81, DK-4000, Roskilde, Danmark

Bjørn Erik Hjelset
Korsgata 22, leil 14, 7030 Trondheim

Odd M. Horvli
Bakkeveien 3, 7340 Oppdal

Jorunn Jacobsen
Mosebakken 13, 1352 Kolsås

Jostein Riiser Kristiansen
Nils Bays vei 80, 0855 Oslo

Anne Beate Langeland Marthinsen
Nordmyrveien 29, 7089 Heimdal

Eilen Nordlie
Inst. for matematiske realfag og teknologi, UMB, 1432 Ås

Ingrid Ringestad
Håvelsrudveien 4, 2900 Fagernes

Johannes Skaar
Inst. for elektronikk og telekom., NTNU, 7491 Trondheim

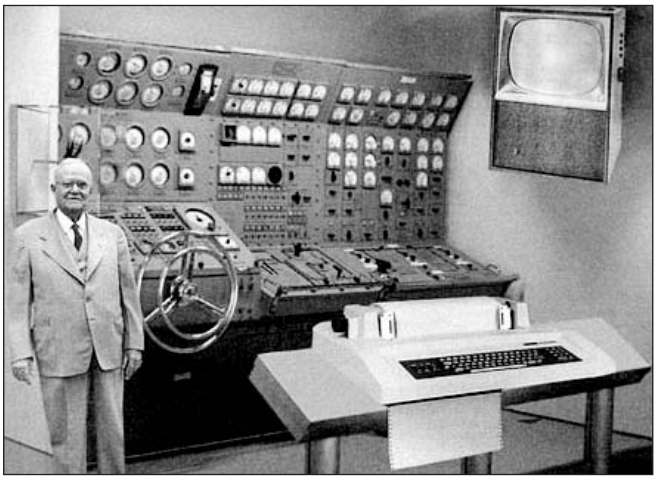
Marit Sletmoen
Haldensgate 26 D, 7014 TYrondheim

Heidi Sandaker
CERN (161-1-0016) CH-1211, Genève 23, Switzerland

Merete Økland
Høgskolen Stord/Haugesund, PB 5000, 5409 Stord

∞

Det er vanskeleg å spå om framtida



Figuren viser korleis ein tenkte seg ein PC for 50 år sidan. I teksten som høyrer til står fylgjande: *Scientists from the RAND Corporation have created this model to illustrate how a "home computer" could look like in the year 2004. However the needed technology will not be economically feasible for the average home. Also the scientists readily admit that the computer will require not yet invented technology to actually work, but 50 years from now scientific progress is expected to solve these problems. With teletype interface and the Fortran language, the computer will be easy to use ... (nrk.no/alltidmoro).*

∞

Skriv i
Fra Fysikkens
Verden

God sommer!

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

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

Fra Fysikkens Verden

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

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

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

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

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