Fra Fysikkens Verden

Nr. 3 – 1994
56. årgang

Utgiver:
Norsk Fysisk Selskap

Redaktører:
Øivin Holter
Finn Ingebretsen

Redaksjonssekretær:
Karl Måseide

Innhold

Øystein Elgarøy:
Svein Rosseland 67

Øyvind Grøn:
Relativistiske universmodeller ... 75

Fra Redaktørene 66
FFV Gratulerer 66
Konferanser 83
Rosseland-symposiet
Bokkronikk 84
Bokomtaler 86
Nye Doktorer 87
Dr.ing. Ulrik Hanke
Dr.ing. Torgeir Nakken
Dr.scient. John Birger Stav
Dr.scient. Torolf C. Wedberg
Trim i FFV 89
Hva skjer 90
Nytt fra NFS 91
Årsmøtet 1994
Årsmelding 1993–1994
Stipend
Nye medlemmer

SVEIN ROSSELAND 1894 – 1985
(Se artikkel og symposiereferat)

ISSN-0015-9247

Fra Redaktørene

På alle skoler, universiteter og høyskoler er høstsemesteret nå i full gang. Vi trives i den årlige forutsigbare syklus; de aller fleste av oss føler at vi år etter år er deltagere i en meningsfull prosess.

Sommersesongen, før semesteret tar av for alvor, er tiden for faglige konferanser, møter og sommerskoler. Det å møte kolleger på denne måten er både inspirerende og verdifullt, og gir nødvendig fornyelse inn i den årlige syklus. I de forskjellige fysikkdisipliner, som innenfor andre fag, eksisterer det omfattende nasjonale og internasjonale forbindelser og kontakter, etablert over lang tid der det har vært naturlig og riktig. I dagens forskningsbyråkratiske terminologi, er *Nettverk* den nye betegnelse på slike faglige forbindelseslinjer. Skjønt, nettverk er det ikke før det er behørig registrert og har fått administrativ godkjennelse. I internasjonaliseringens navn dannes det nå nettverk i stor skala. Et nylig ankommet skriv som har landet på vårt skrivebord forteller oss om nødvendigheten av heretter å operere innenfor nettverk. Uten nettverk, ingen penger. Men det gis en oppskrift på hvorledes man, når det relevante nettverk ikke eksisterer, kan omgå det fundamentale problem. Det kan nemlig opprettes kjekt og greitt *ad hoc* – leser vi – bare det kan gis en etikett som er relevant innenfor et prioritert område. Kjære forskningsadministratorer, motta vårt bidrag til terminologien: *Nettverk light.*

Våre gamle gode internasjonale forbindelser, som er basert på felles faglige interesser og – over lang tid – opparbeidede personlige vennskap ser derved ut til å være uaktuelle. De aller fleste faller utenfor de prioriterte områder, og er ikke registrert og godkjent etter den korrekte oppskriften. Men for oss – og våre studenter – er de ytterst verdifulle, og oppfyller alle reelle krav vi stiller til internasjonalisering, som fornuftig nok i dag er prioritert. Vårt lille poeng er simpelthen det opplagte: internasjonalisering har alltid vært og vil alltid være et fysikkens *raison d'être*, uavhengig av alle mulige administrative idéer og moteretninger.

∞

FFV Gratulerer

IBMs fysikkpris til Koung-An Chao

På NFS' årsmøte i Bergen ble IBMs fysikkpris tildelt professor Koung-An Chao for fremragende forskning innen kondenserte fasers fysikk. Koung-An Chao, som har vært professor ved NTH siden 1989, har sin utdannelse fra Taiwan og USA. Han har tidligere arbeidet i USA, Sverige og England, og er i dag en internasjonal størrelse innen sitt fagfelt. Ved NTH har han bygget opp en meget solid teoretisk aktivitet i studiet av halvlederstrukturer på nanometerskala. Hans arbeider omfatter teori for sterkt korrelerte elektronsystemer, teori for resonanstunnellering i dobbeltbarrierestrukturer, dynamikk og støy i småskala elektroniske systemer og elektronisk struktur i nanometerskala elektronikk.

Professor Chao har mange internasjonale kontakter og verv. Gjennom disse, samt ved sine gode miljøbyggende evner, har han i høg grad bidratt til ytterligere internasjonalisering av norsk faststoffysikk. FFV gratulerer!

∞

Svein Rosseland – Han skrev sitt navn mellom stjernene

Øystein Elgarøy *

Svein Rosseland (1894–1985) var en fascinerende personlighet. Hans vitenskapelige innsats er imponerende, og det samme kan sies om hans arbeid for fremme av norsk vitenskap generelt. Personlig var han beskjeden, han fremhevet ikke seg selv, men var generøs overfor andre. Når man leter i gamle arkivmapper, finner man stadig interessant nytt materiale som viser hvor høyt han ble ansett og verdsatt av kolleger verden over. I år er det 100 år siden han ble født.

Tidlige år på Vestlandet

Svein Rosseland ble født 31. mars 1894 i Kvam i Hardanger som den yngste av 9 søsken. Hans far, Isak, var forpakter på prestegården i Vikøy. Der bodde familien i Borgstova, som Adolf Tidemann hadde brukt som motiv da han malte det kjente bildet "Haugianerne". (Borgstova er nå åpen for publikum i sommermånedene).

Fig.1. Vik Prestegård i Hardanger ved århundreskiftet. Borgstova der familien Rosseland bodde, til venstre.

*Institutt for teoretisk astrofysikk, Universitetet i Oslo.

Alt fra de tidligste barneår viste Svein stort vitebegjær. Han var spesielt interessert i språk, og lærte seg italiensk. Interessen for språk bevarte han livet ut.

Han var 21 år gammel da han begynte på gymnaset i Haugesund. For å tjene til det nødvendigste hadde han nattarbeid på en brislingfabrikk. Dermed var døgnet fullt besatt: vasking og feiing av golv om natten, skolearbeid om dagen.

Høsten 1917 ble Svein Rosseland student ved Universitetet i Kristiania. Han tok eksamen i filosofi i vårsemestret 1918 og i astronomi bifag høstsemestret samme år. Han leste også mye matematikk, og fikk kjøpt *Cours d'Analyse Mathematique* av Goursat i tre store bind, brukt. Nå gikk det slik til at han fikk kjøpt det tredje bindet først, og dermed ble det til at han leste verket 'baklengs', og på fransk!

Etter bare tre semestre i Oslo dro han til Bergen for å arbeide som assistent hos vår berømte meteorolog Vilhelm Bjerknes. Men det var egentlig teoretisk fysikk han lengtet etter å studere. Og fysikkstudier ble det – hos professor Niels Bohr i København.

Hos Niels Bohr

Man kan undres over at en student som bare hadde eksamen i astronomi bifag kunne komme til en berømt vitenskapsmann som Niels Bohr. Det skjedde ved hjelp av professor Bjerknes som 27. januar 1920 skriver til Bohr for å undersøke om hans "forhenværende assistent" Svein Rosseland kan få komme til ham.

Bohr svarer straks og sier faktisk at han har hørt om Rosseland, og han kan få komme til høsten.

Rosseland reiste til København, og har selv fortalt: *"Mitt første møte med Bohr fant sted høsten 1920. Jeg var kommet til København for å studere fysikk hos ham, men hadde brukt noen dager på å finne meg til rette i byen, og var så en kveld gått på et møte i Dansk Fysisk Selskab. Etter foredraget stod det opp en person som kom med noen tilsynelatende uskyldige spørsmål til foredragsholderen, spørsmål hvis underfundighet dog*

snart ble åpenbare og skaffet vanskeligheter for den arme foredragsholderen. Spørgeren var en type jeg aldri hadde sett maken til tidligere. Jeg syntes han virket overnervøs, en bunt nerver i høyspenn – jeg kan ennå se ham for meg som han dukket opp og fyrte av sine spørsmål. Jeg spurte sidemannen om hvem det var, og han sa: Det er professor Niels Bohr.

Etter denne uoffisielle introduksjon møtte jeg så opp hos ham dagen etterpå, og vi begynte straks, med en gang, å snakke om fundamentene i kvanteteorien for atombygningen som den fortonte seg for verden anno 1920."

Hans A. Kramers fra Nederland, Oskar Klein fra Sverige og Svein Rosseland fra Norge var de første utenlandsstudenter hos Bohr. Utover 1920-tallet kom det stadig flere unge fremragende forskere til. Instituttet ble et internasjonalt sentrum for teoretisk fysikk.

Niels Bohr fikk Nobelprisen i 1922, og på instituttet ble Rosseland kjent med Franck, Heisenberg, Dirac, Pauli, Urey, de Hevesy, Pauling og Rabi, som alle 8 senere fikk sine Nobelpriser. I tillegg oppholdt en lang rekke andre fysikere seg ved instituttet, fysikere som senere også ble regnet til verdenseliten.

I begynnelsen samarbeidet Rosseland med Klein. Resultatene de kom frem til var viktige for forståelsen av strålingen fra stjerneatmosfærer. Allerede på dette tidspunkt ser vi anvendelse av resultater fra fysikk i 'atom-skala' til fysikk i 'kosmisk skala' – dette som ble Rosselands spesielle interesse og styrke. Han ble en pionér når det gjaldt å introdusere atomfysikk i astrofysikken.

Klein og Rosseland var de to første unge fysikere som under Niels Bohr fullførte den lange og vanskelige læretid som var nødvendig for å bli en fullbefaren forsker i fysikk, og de var også blant de første som brukte sin utdannelse fra København-skolen i andre deler av verden.

I mai 1924 dro Bohr og Rosseland på en berømmelig reise til Sveits. La oss ta med innledningen til Rosselands beretning om reisen:

"Bohr fikk Nobelprisen i 1922, noe som han satte overmåte megen pris på. Han skjønte at nå var mange av de vanskelighetene han hadde kjempet med til denne tid over, både faglig og økonomisk. Hele året 1923 gikk med til å bringe det nye instituttet i gang, og ta imot utenlandske besøk etc. Men ut på våren øynet han en mulighet for å slippe bort fra alt maset, i alle fall for en kortere stund. Nobelprisen ga ham en følelse av velstand. Han var ennå bare 37 år gammel, men følte seg eldre enn som så, og tenkte med lengsel på de lykkelige ungdoms dager da han og Harald (en bror) gikk på fottur i Sveits, bare gikk og gikk, med en og annen stans ved en kro for å drikke sveitsisk landvin. Nå ville han få en ferie og gjøre det samme om igjen. Han kunne ikke trekke Harald med seg. Å ta Margrete (konen) med, var heller ikke mulig, med den store familien hun hadde å ta vare på. Så ble det til at jeg skulle reise med ham, med bestemt beskjed fra Margrete og hans mor om at jeg måtte passe godt på ham. Lite ante de vennlige damene hvilket upålitelig vesen de overlot sin dyrebare Niels til. Igrunnen tror jeg at de hadde lagt merke til at jeg leste italiensk litteratur av og til, og formodet at jeg bedre ville kunne klare brasene i Sveits og eventuelt Nord-Italia, om vi skulle komme så langt."

Turen varte i tre uker, og kostet omlag 2000 kr. – som "gikk på Nobelprisen".

Rosselands første Københavnopphold sluttet i august 1924. Da giftet han seg med Ragna Michelsen, som han hadde truffet under skoletiden i Haugesund. Han hadde nå fått stipendium fra Rockefeller Foundation og sammen reiste de til Mt. Wilson observatoriet i California. Oppholdet i Pasadena ble på alle måter vellykket. Det falt sammen med at Edwin Hubble observerte stjerner i Andromeda-tåken og viste at vår egen galakse bare utgjorde en liten del av universet. Mens Rosseland oppholdt seg der, skrev han flere viktige teoretiske arbeider.

Det neste oppholdet i København varte fra september 1926 til desember 1927. Under denne perioden tok Rosseland doktorgraden ved Universitetet i Oslo (kreert 30. mai 1927), og han søkte professoratet i astronomi som var blitt ledig ved professor Schrøters død.

Årene i København hadde avgjørende betydning for Rosselands senere liv, og det personlige vennskap med Bohr varte livet ut. Rosseland med familie ble invitert til Bohr, og Bohr med familie kom til Rosseland i Oslo.

Professor ved Universitetet i Oslo

Det var fire søkere til embedet som professor i astronomi. Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet innhentet først uttalelser om søkerne fra professor Jeans, Secretary to the Royal Society i London, professor Charlier i Lund, og professor Strømgren i København, hvoretter det ble oppnevnt en bedømmelseskomité bestående av professorene V. Bjerknes, Poul Heegaard, Carl Størmer, Sem Sæland og Lars Vegard.

Denne komitéen uttalte bl.a.: *"Som det vil sees av dokumentene er alle de sakkyndige enige om, at hr. stipendiat Svein Rosseland gjennom sine arbeider har godtgjort, at han er en forsker av høy rang og den blant ansøkerne som uten sammenligning gir de*

Fig.2. Niels Bohr og Svein Rosseland på ski i 1928.

største løfter om en rik vitenskapelig virksomhet. Ikke mindre avgjort anerkjennende for hr. Rosselands vitenskapelige kvalifikasjoner er de anbefalinger som vedligger hans søknad fra den engelske professor i astronomi i Cambridge A.S. Eddington samt fra de to fysikere professorene Niels Bohr i København og J. Franck i Gøttingen. Alle disse verdenskjente og førende vitenskapsmenn fremhever hr. Rosseland som en forsker, som allerede har nådd internasjonalt ry og som man i såvel astrofysiske som teoretiskfysiske kretser stiller store forventninger til på grunn av hans arbeiders tankerikdom og originalitet.

Vi må etter disse samstemmige og sterkt anerkjennende uttalelser anse det hevet over tvil, at vi i hr. Rosseland har en ung vitenskapelig kraft av høy rang..."

Ved kongelig resolusjon av 9. desember 1927 ble så Svein Rosseland utnevnt til professor i astronomi fra 1. januar 1928. Utnevnelsen var et brudd med tidligere praksis hvor observatoren avanserte til professor i astronomi.

Et vanskelig valg

Som nyutnevnt professor med tilhold på det gamle Observatoriet i Oslo, følte Rosseland at han var kommet langt bort fra begivenhetenes sentrum. Han lengtet nok tilbake til USA. Dette kommer tydelig frem i et brev han skrev i 1929 til Hertzsprung i Leiden, før Hertzsprung skulle reise til USA. I brevet står bl.a.: *"Jeg har det på sett og vis udmerket her. Fullt så bra som de øvrige professorer. Men det er bare det at jeg forutser at hele resten av livet her kommer til å gå opp i et uendelig slit for å opparbeide dette vesle observatorium uten ringeste sjanse til å oppnå noe som helst av vitenskapelig verdi på den vei. Og det tiltaler meg såre lite."* Han ber Hertzsprung være på utkikk etter en passende jobb.

Det *ble* Amerika-opphold for Rosseland. I september 1929 reiser han til Harvard College Observatory, Cambridge, Massachusetts, som *visiting professor* for et år. Han gjør et sterkt inntrykk på amerikanske astronomer og får et smigrende tilbud om fast professorat; han tilbys å bli den første Wilson-professor ved Harvard, med årsgasje på 6500 dollar – en betydelig sum på den tid. Tilbudet er meget fristende. Hva skal han gjøre? Han sender brev til Kollegiet ved Universitetet i Oslo, orienterer om tilbudet og spør om Kollegiet har noen planer om å støtte hans vitenskapelige arbeid hjemme. I så fall har han betenkeligheter med å forlate Universitetet i Oslo.

Kollegene i Oslo er imponert, men vil – med tanke på norsk naturvitenskap, aller helst at han skal komme tilbake. Bjerknes skriver til Bohr og forteller at i Norge vil de gjøre alt de kan for å få Rosseland tilbake.

Bohr skriver til Rosseland og sier bl.a.: *"Kære Rosseland, jeg forstaar jo fuldstændig, hvor godt et Tilbud saavel i videnskabelig som økonomisk Henseende det er, Du har faaet, og noget egentligt Raad tør jeg derfor slet ikke give Dig. Jeg kan kun tilføje, at ogsaa jeg skal føle det som et Savn at vide Dig saa langt borte fra disse smaa Lande, hvor jeg haaber, at det skal være muligt i de kommende Aar at opdyrke et nærmere videnskabeligt Sammenhold. Kun Du selv kan jo overse de Forhold, der er af afgørende Betydning for Din egen Udvikling, og vi andre kan kun ønske til Lykke med Fremgangen og derfor ogsaa med det sidste gode Tilbud."*

Ved Universitetet i Oslo arbeidet rektor, professor Sem Sæland, ivrig for å legge forholdene til rette for Rosseland. Kollegiet sender brev til Kirke- og Undervisnings-departementet, hvor det bl.a. heter: *"Kollegiet betrakter det som en sak av aller største betydning både for Universitetet og for norsk videnskap å kunne sikre professor Rosseland sådanne arbeidsvilkår, at han kan finne det forsvarlig å fortsette i sitt nuværende embede."* Det heter også at: *"... å bevare en vitenskapsmann som Rosseland for landet er et spørsmål av stor vitenskapelig og nasjonal rekkevidde."*

Kollegiet gikk inn for å skaffe Rosseland de (beskjedne) vitenskapelige hjelpemidler han trengte til sitt forskningsarbeide, og regjeringen og Stortinget fulgte opp. Bjerknes, Solberg og Sæland sender telegrammer til Rosseland og håper nå at han kommer tilbake.

Avgjørelsens time er inne – og Rosseland beslutter å fortsette i sin stilling ved Universitetet i Oslo. Kollegiets og kollegenes bestrebelser på å beholde ham er kronet med hell. Men hva følte Rosseland da han bestemte seg? Han forteller om det i brev til Niels Bohr. Rosseland skriver (22 mai 1930): *"Semestret er nu praktisk talt over her, og vi snakker allerede om hjemreise, endskjønt vår båt først går den anden august. Ja, for det blev dog til det at vi kommer tilbake til Norge, – denne gangen. Vi har været meget i tvil, og var rigtig elendige den dag vi hadde tat bestemmelsen. For vi trivest visst best herover, langt borte fra alt det evige maset om selvfølgelige trivialiteter."*

Hvorfor valgte Rosseland å reise tilbake til Norge? Han grunngir det slik i brevet til Bohr: *"Når jeg valgte å gå hjem igjen er det omtrent utelukkende fordi der synes å være noget håp om å få liv i den teoretiske forskning hjemme, dvs. den vil bli gitt litegrann plass i solen så den kan få prøvet sig. Staten har således allerede etablert et astronomisk fond på 328 000 kr. hvis kapital skal kunne anvendes til bygning av et fremtidig observatorium, men hvis renter skal anvendes til beste for astronomien og 'tilliggende videnskaper', hvilket i dette tilfelde vil si den teoretiske fysikk."*

Rosseland ser nå for seg muligheten av å få skapt et 'Institutt for teoretisk astrofysikk'. I brevet til Bohr skriver han bl.a.:

"Da dette programmatiske institutt, som altså ennu vesentlig bare eksisterer i fantasien, – i og for sig vil være av en helt ny art, har jeg lenge grundet på om det kunde være noen mulighet for å få støtte av Rockefeller Foundation til løsning av husspørsmålet, og for noen tid siden snakket jeg med Dr. Shapley her om dette. Dr. Shapley har hat en hel del med R.F. å gjøre, og bl.a. formidlet det bidrag som Hertzsprung og de Sitter nylig fik i Leiden. Dr. Shapley var straks entusiastisk for tanken og skrev med det samme til Dr. Max Mason om saken. Vi fikk omgående svar, hvori Dr. Mason uttalte sin sympati for tanken og lovet å ta den op med centralen i Paris. Denne sak er derfor allerede i full gang før jeg har rigtig fåt tenke mig om. Det skissemessige program som jeg nevnte for Dr. Shapley hadde som forutsetning et forholdsvis intimt samarbeid med professorene Størmer, Bjerknes og Solberg hjemme, som jo arbeider i nærliggende felter. Men jeg vet ennu ikke hvorledes de stiller sig til det hele."

Institutt for teoretisk astrofysikk

Straks Rosseland kom hjem fra oppoldet ved Harvard, tok han opp arbeidet for et institutt for teoretisk astrofysikk. Han utarbeider et imponerende grundig og omfattende, ja man kan best bruke betegnelsen banebrytende, program for *"An Institute of Theoretical Astrophysics"*, og han tar kontakt med professor L.W. Jones, som er direktør for Rockefeller Foundations Paris kontor. Videre sender han sammen med Størmer, Bjerknes og Solberg brev til Det Akademiske Kollegium ved universitetet hvor det redegjøres for mulighetene for bidrag fra *The Rockefeller Foundation* til et norsk institutt for teoretisk astrofysikk. Fondet kan tenkes å gi midler til oppføringen av en en passende bygning for formålet. Det er imidlertid nødvendig med visse økonomiske ytelser fra norsk side, og i brevet vises det hvorledes disse betingelser kan imøtekommes ved å stille fri byggegrunn til disposisjon og dersom man kan betrakte "det av kollegiet administrerte fond for fremme av astronomi og nærliggende videnskaper" som driftsfond for det nye instituttet. Kollegiet anmodes om å gi en uttalelse om sitt prinsipielle standpunkt til planene, da en slik uttalelse må foreligge før Rockefeller Foundation kan ta noe endelig standpunkt.

Kollegiet gikk med stor begeistring inn for planene, og forela dem for regjeringen. Sammen med rektor Sæland fikk Rosseland foretrede for regjeringen Mowinckel for å forhandle om planene. Referat fra møtet viser at det ble meget vellykket. Statsministeren sa at *"han anså den hele plan så betydningsfull for Universitetet og den norske videnskap og at det vil være så viktig å få et institutt som det planlagte av Rockefeller Foundation, at han mente at Universitetet kunde gjøre regning med at statsmyndighetene ville overta de omhandlede driftsutgifter"*.

Rektor Sæland skriver så et 9 sider langt brev til Dr. Jones i Paris hvor han redegjør for universitetets utbyggingsplaner på Blindern og hvilke store forventninger universitetet setter til et mulig Insitutt for teoretisk astrofysikk. Kollegiets medlemmer *"have no hesitation in expressing their cordial approval of the plan and readiness to support it to the best of their ability."*

Også Professor Eddington i Cambridge og professor Bohr gir Rosselands søknad til Rockefeller Foundation sterk støtte.

Ved skrivelse av 15. april 1931 meddelte The Rockefeller Foundation, New York, at det skjenket 105 000 dollar til et institutt for teoretisk astrofysikk. Søknaden var fullt ut imøtekommet. Av beløpet skulle 15 000 dollar gå til vitenskapelig utstyr.

Etter Stortingsproposisjon nr. 64 og Inst. S. nr.

148, 1931, var så alt klart for realisering av planene.

Byggearbeidene foregikk i årene 1932–34, og instituttet ble tatt i bruk 1. juli 1934. Rosselands interesse for å holde folk i sin alminnelighet orientert om hva som foregikk innenfor naturvitenskapene ga seg utslag i store presseoppslag om *"Verdens første institutt for teoretisk astrofysikk i Norge."*

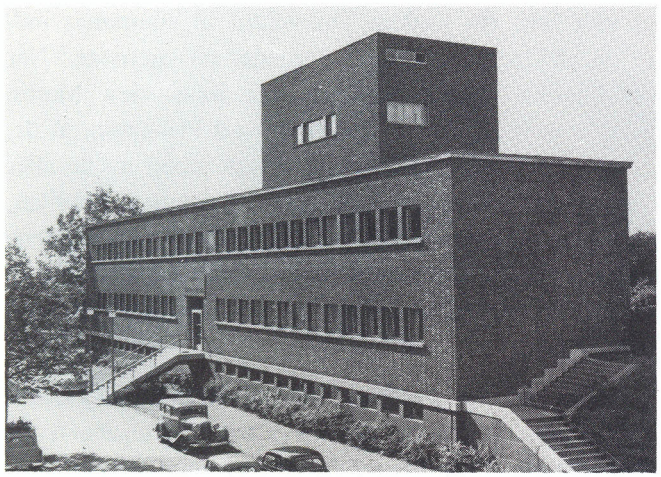


Fig.3. Instituttbygningen for teoretisk astrofysikk sto ferdig i 1934. Bildet er fra 1950-årene.

Rosseland var den selvskrevne bestyrer for det nye instituttet fra begynnelsen av. Instituttet hadde tre avdelinger: Astrofysikk (Rosseland), Nordlysforskning (Størmer) og Teoretisk meteorologi (Bjerknes og Solberg). Det miljø som ble skapt ved instituttet i tredveårene hadde stor betydning for å trekke til seg begavede studenter, ikke minst fra utlandet.

Fig.4. Fra Astrofysisk institutt før krigen. I første rekke fra venstre: professorene Solberg, Størmer, Bjerknes, og Rosseland. Bakerst fra høyre står Randers, Høiland og Godske.

Da Rockefeller Foundation donerte penger til instituttbygningen, fikk Rosseland også 15 000 dollar til vitenskapelig utstyr. Disse brukte han til å skaffe instituttet en mekanisk differensialanalysator, dvs. en maskin som kunne løse forskjellige typer differensialligninger. Maskinen var i sin tid verdens største, og ble brukt av mange forskere helt frem til midten av 1950-årene.

Rosseland var stadig opptatt av behovet for regnemaskiner. Alt i 1947, i sine dagboknotater fra 1. mai, skriver han bl.a.: *"Det falt meg i tankene i kveld at en kanskje kunne lage et aksjeselskap for byggingen av en EDVAC (elektronisk regnemaskin med 18 000 radiorør) på Astrofysisk institutt. Det er meget mulig at folk med penger ville ha større interesse av foretagendet om de tok del med en aksje, – selv om det skulle vise seg at kapitalen var tapt."*

Konstruksjonen av regnemaskinen på Astrofysisk institutt skapte den første forståelse i Norge for behovet for matematikkmaskiner. Den representerte noe helt nytt, og forberedte mentalt for den senere utvikling. Da den første elektroniske regnemaskinen ble bygget i Norge, kunne man se en klar linje tilbake til de første fremstøt på Astrofysisk institutt. Rosseland var medlem av utvalget for matematikkmaskiner, som fikk denne maskinen bygget på Blindern i første halvdel av 1950-årene.

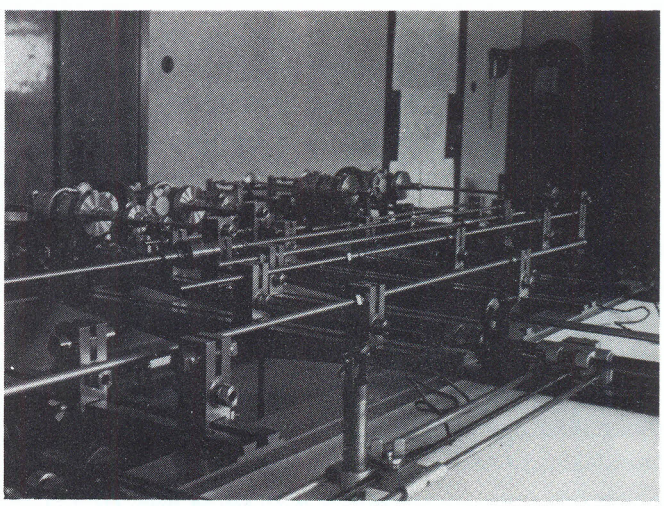


Fig.5. Differensial-analysatoren på Astrofysisk institutt

Den annen verdenskrig kom med tysk okkupasjon av Norge og arrestasjon av studentene. Rosseland fikk beskjed om å reise fra Norge og være til rådighet for de allierte våren 1941. Han overtok professor H.N. Russells forelesninger ved Princeton, arbeidet et år med krigsforskning i England, og var fra sommeren 1944 av *medlem av Columbia University's Division of War Research.*

Virksomheten ved instituttet ble lav i fem år. Men det var et høyst livskraftig institutt Rosseland hadde

bygget opp; og da krigen var over og Rosseland vendte hjem, startet en ny ekspansiv epoke.

Institutt for teoretisk astrofysikk står som en hovedhjørnesten i Rosselands byggende virksomhet. Bygningen bærer nå med rette navnet SVEIN ROSSELANDS HUS.

Vitenskapelig virksomhet

Rosselands første vitenskapelige publikasjon var klar allerede i 1921 før han hadde vært et år hos Bohr. Den hadde tittelen *Über Zusammenstøsse zwischen Atomen und freien Elektronen*, og var skrevet i samarbeid med Oscar Klein. Det var kjent at frie elektroner kunne eksitere atomer ved uelastiske støt. Klein og Rosseland viste også at de-eksitasjon ved støt måtte forekomme. Idag ser vi på dette som så opplagt at det sjelden refereres til original artikkelen.

Etter dette arbeidet fulgte en undersøkelse over røntgenstrålers ionisering av atomer og alfa- og betapartiklers absorbsjon i materie.

Så vekker han virkelig oppsikt med: *Note on the Absorption of Radiation within a star*, publisert i Monthly Notices of the Royal Astronomical Society i 1924. Det blir et av Rosselands mest siterte arbeider. Det viser også at en avhandling ikke behøver å være lang for å få stor betydning; vi finner den på sidene 525–528 (3,5 sider) i tidsskriftet. I dette arbeidet gir han en metode til å beregne absorbsjonskoeffisienten i stjernenes indre, og *'Rosselands middelverdi'* eller *'Rosselands absorbsjonskoeffisient'* ble et velkjent begrep i astrofysikken i forbindelse med beregning av stjernemodeller. Praktisk talt alle lærebøker om stjernenes indre og om strålingstransport omtaler 'Rosselands middelverdi'.

Et annet arbeid fra 1924, *Electrical State of a Star*, omhandler elektrostatiske felt som opptrer i en ionisert stjerneatmosfære. Dette ble også et velkjent arbeide. Feltet betegnes *'Rosseland–Pannekoeks felt'*. Det er av betydning i stjernenes korona, spesielt ved beregning av stjernevind. Feltet driver også Jordens polvind.

Under oppholdet på Mt. Wilson skrev Rosseland fire arbeider som gir de første korrekte analytiske behandlinger av fire problemer av fundamental betydning i astrofysikken. Det første er en videreføring av arbeidet om den stellare absorbsjonskoeffisient, det annet omhandler Solens magnetfelt, det tredje emisjonslinjer i stjernespektra og det fjerde formuleringen av problemet med forplantning av stråling gjennom materie i bevegelse. Alle fire er klassiske arbeider som danner utgangspunkt for senere arbeider på disse felt.

Arbeidet *On the bright lines in stellar spectra*, er også et viktig bidrag til forståelsen av det interstellare medium og interstellare skyer. Her får vi den såkalte sykel-teori for støt- og strålingsoverganger når kinetisk temperatur og strålingstemperatur avviker fra hverandre. Denne teori er fortsatt en del av alle programmer for beregning av stjerneatmosfærer.

Rosselands vitenskapelige arbeider spenner over et vidt felt; fra jordens atmosfære til stjernenes indre og elektromagnetiske fenomener på stjernene. Når det gjelder stjernenes indre, sa hans elev Martin Schwarzschild, senere professor ved Princeton, at det er karakteristisk at Rosseland valgte noen av de aller vanskeligste emnene, slik som stjernenes stabilitet, stjernenes rotasjon og stjernenes pulsasjon. Resultatene han oppnådde innen alle disse områder har vokst til et sett av milepeler for den senere utvikling på disse områder.

Vi skal se litt på Rosselands større publikasjoner. I 1930 kom et bidrag på drøyt 125 sider i *Handbuch der Astrophysik: "The Principles of Quantum Theory"*.

Manuskriptet representerte faktisk den første enhetlige fremstilling av kvantemekanikken, men forlaget somlet i hele to år med publiseringen, og i mellomtiden var andre arbeider utkommet.

I 1931 kom så boken *Astrophysik auf Atomtheoretischer Grundlage*. Boken har et dobbelt formål: å gi fysikerne en kortfattet innføring i astrofysikkens problemer, og å vise astronomene astrofysiske anvendelser av fysikken. I boken er Rosseland tidlig ute med å påpeke at i kosmiske objekter er turbulent bevegelse det vanlige og ikke unntagelsen. Hans program for anvendelse av teoretisk fysikk i astrofysikken blir ganske konkret. Han fører kvanteteorien over i astrofysikken med en beundringsverdig dyktighet, og får fysikere til å vandre over til astronomien. Mer enn 40 år senere, i et intervju i Aftenposten 5/1 1963, kan Rosseland konstatere: *"Idag er verden overbefolket av teoretiske fysikere (!), og ingen fysiker med respekt for seg selv unnlater å ta opp et astronomisk emne, enten det gjelder stjernenes indre bygning eller kosmisk stråling."*

Et monumentalt verk utkom i 1936, boken *Theoretical Astrophysics* med undertittelen *Atomic Theory and the Analysis of Stellar Atmospheres and Envelopes*, utgitt på Oxford University Press. Boken var den første i sitt slag. *"Alle astrofysikere av min generasjon var oppvokst med den,"* sa professor L.H. Aller fra California under en gjesteforelesning på Institutt for teoretisk astrofysikk for en del år siden.

Professor P. Ledoux fra Belgia, en av Rosselands tidlige elever skrev i festskriftet til Rosselands 70-års

dag: *"Da jeg begynte å bli interessert i astrofysikk, var det få generelle lærebøker, og blant de som eksisterte var Rosselands bøker fascinerende veivisere for mine første trinn. Deres velbalanserte blanding av moderne fysikk og fysisk hydrodynamikk hadde sin egen spesielle sjarm. Generaliteten i synspunktene ga en følelse av å beherske emnet, og samtidig åpnet det for nye anvendelsesmuligheter og for nye forskningsveier. Her og der ga spesielle avsnitt eller sammenfattende kommentarer hele feltet i fugleperspektiv. Like til denne dag husker jeg, med en slags nostalgi, begeistringen som noen av forordene med sine filosofiske undertoner og poetiske appell vakte i meg."*

Rosselands siste bok, *Pulsation Theory of Variable Stars*, kom etter krigen, i 1949. Den behandler problemer som han lenge hadde arbeidet med og som han foreleste over både i Princeton og i Oslo.

Sammenfattende kan det sies om Rosselands vitenskapelige arbeider at de ofte presenterer helt nye og originale tanker. De er preget av sans for generelle fysiske og matematiske metoder. De er presise – de er gjerne kortfattede, og de er elegante.

En drivkraft i norsk forskning

Da Rosseland kom tilbake til Norge etter krigen, høsten 1946, håpet han å kunne leve et rolig liv og stelle med astrofysikken som før. Men det dukket opp mange problemer som han ikke kunne stå utenfor, fortalte han Bohr. Som medlem av Norges Teknisk Naturvitenskapelige Forskningsråd, var han manøvrert inn i en slik stilling at han ikke kunne unnlate å foreta seg noe.

Det ble såvisst ingen rolig periode. Han blir en sentral person, et kraftsentrum i gjenreisingen og utbyggingen av norsk forskning i årene som kommer. Årene etter 1946 representerer en ny epoke i hans liv. Han er nettopp personen Norge trenger på denne tiden. Med sin faglige tyngde, og nå også med erfaring fra anvendt forskning i krigsårene, får han en sentral posisjon. Han blir den som kan jevne ut forskjellene mellom synspunktene innen Universitetet og organisasjonene for anvendt forskning og finne den rette balanse, f.eks. ved dannelsen av Institutt for atomenergi og Sentralinstitutt for industriell forskning.

Rosseland setter seg meget grundig inn i forskningspolitiske problemer. Han har nok lenge interessert seg for organisering av forskning, for allerede fra begynnelsen av 30-årene ligger det utklipp i arkivet. Nå noterer han daglig det han finner av interesse i aviser og vitenskapelige publikasjoner angående forskningspolitikk og store vitenskapelige prosjekter. Det er avgjort også av betydning at mange av hans venner som han har kontakt med, inntar topp-posisjoner i USA, Canada, Storbritannia og andre steder. Professor Bush f.eks., som han hadde så mye å gjøre med i forbindelse med konstruksjonen av differensialanalysatoren, var den øverste leder for amerikansk krigsforskning og inntok etter krigen fortsatt høye lederstillinger. Rosseland må være vårt lands best orienterte vitenskapsmann på denne tiden, og arbeider intenst med å forbedre forskningens vilkår.

Rosseland ser forskning som helt nødvendig, men møter ikke alltid god forståelse. Etter et møte med en av statsrådene som ikke viste særlig forståelse hverken for forskningsorganisasjon eller finansiering, skriver han: *"På slutten snakket han om at han hadde en gammel klokkerkjærlighet til vitenskapen. Jeg ble litt ergerlig, og sa at jeg ikke hadde noen klokkerkjærlighet til den idetheletatt; at for meg var dette spørsmålet i sin natur av bedriftsøkonomisk art, idet jeg betraktet den vitenskapelige forskning som en absolutt nødvendig bestanddel av bedriften "Norge", uten hvilken bedriften ville sykne hen, eller i alle fall ikke gjøre noen framsteg. Han ble litt betuttet av det."*

Rosseland hevder at maktforholdene i verden er like meget, eller mer, bestemt av en vitenskapelig–teknisk enn av en militær maktbalanse, idet en nasjons innflytelse i det internasjonale samspill synes i meget høyere grad å være bestemt av landets alminnelige teknisk–vitenskapelige nivå enn av dets militære våpenproduksjon.

Arbeidet med forskningsorganisasjon og finansiering blir meget omfattende. Det er hyppig komitémøter og konferanser med statsråder. Rosseland skriver notater og redegjørelser for dem. Gjennom foredrag legger han det teoretiske grunnlaget for sine visjoner. Ti av foredragene han holdt i perioden 1947–51 har han samlet i et eget omslag. Her finner vi titler som: 'Vitenskap i krig og fred'. 'Vitenskap og politikk', 'Forskningens stilling i vårt samfunn', 'Forskning og realstudenter', og flere andre. Foredraget 'Vitenskap i krig og fred' ble holdt på Vitenskapsakademiets årsmøte 2. mai 1947, og vakte stor og berettiget oppsikt. Etter mange henvendelser lot han professor Worm-Müller få trykke det i *Samtiden*. Det er et foredrag som er aktuelt den dag idag.

Det vil (dessverre) sprenge rammen for denne artikkel å gå konkret inn på alt Rosseland fikk gjort i etterkrigsårene i alle de komitéer, råd, styrer og utvalg han deltok i. I stikkords form kan nevnes: Solobservatoriet, satelittstasjonen, NTNF, NAVF, Forskningsrådenes Fellesutvalg, SI, Atomutvalget, JENER, ESRO, NORDITA, CERN, NATO's Vitenskapskomité, Nordisk Kulturkommisjon, Norsk Hydros Institutt for

Kreftforskning, Vitenskapsakademiet, m.m.m.

Fig.6. Solobservatoriet på Harestua ble åpnet i 1954. Bildet er fra 1960-tallet.

Universitetsmannen

En av pliktene som professor var å forelese for studentene. Første semester etter utnevnelsen foreleste Rosseland astronomi bifag og nyere kvanteteori. Det var faktisk han som først ga en systematisk innføring i 'kvanteteori og atomfysikk' ved vårt universitet. Han gjorde også noe ganske originalt ved å gi en serie forelesninger over populær astronomi. Hele livet gjennom viet han popularisering av vitenskap oppmerksomhet.

Den videregående undervisningen og forskerveiledningen la naturlig nok mye beslag på hans kapasitet, og han ble ofte oppsøkt av utenlandske stipendiater og forskere. Rosseland var også en foregangsmann når det gjaldt 'team-work', og han etablerte nye forskningsgrupper i plasmafysikk, celest mekanikk og kosmologi. Et viktig ledd i virksomheten var også ukentlige seminarer over nyere vitenskapelige arbeider.

Gjennom hele sin karriere ved Universitetet i Oslo hadde Rosseland en avgjørende innflytelse på kolleger og studenter. Det skjedde på en nesten umerkelig måte gjennom lytting, en riktig bemerkning til rett tid og gjennom et smil som på samme tid var kritisk og sterkt oppmuntrende.

Ved foredrag og populære artikler gjorde han folk i sin alminnelighet kjent med forskningens resultater. Han tok initiativet til å få dannet Norsk Astronomisk Selskap, og han fikk utgitt et eget populært tidsskrift, 'Himmel og Jord' (Gyldendal Norsk Forlag). Dette tidsskriftet gikk inn i 1940 pga. okkupasjonen. Et høydepunkt i hans arbeid for å gjøre et større publikum kjent med naturvitenskapelig forskning kom mens han var dekanus og tok intiativet til den første Blindernutstillingen i 1951. Da hadde han fått både kong Haakon og kronprins Olav til å komme til åpningen tillike med statsminister Einar Gerhardsen og hele regjeringen, samt en rekke innbudte representanter for stat og kommune, vitenskap, skole og næringsliv. Publikum strømmet til, og utstillingen ble en gedigen suksess.

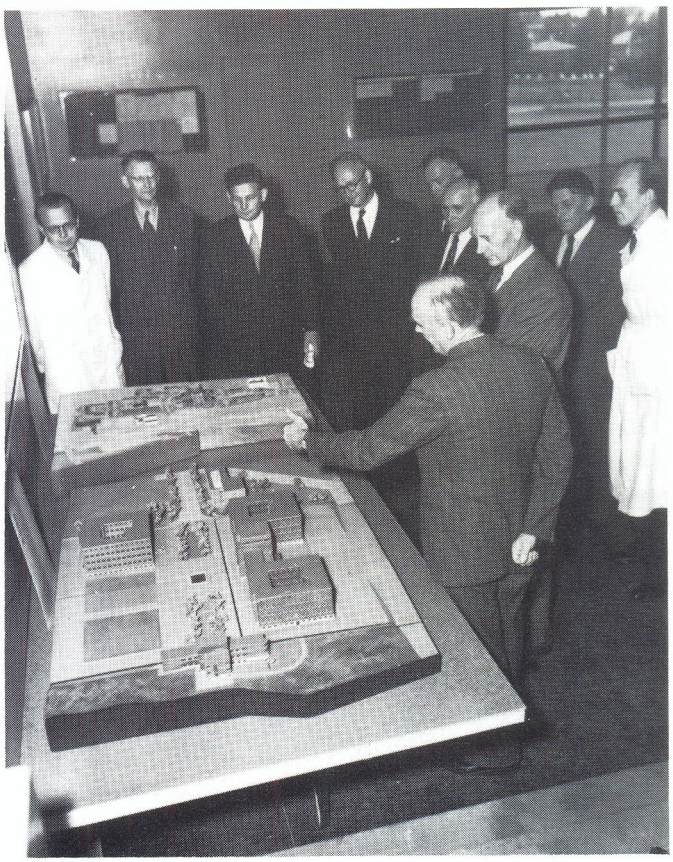


Fig.7. Ved åpningen av den første Blindernutstillingen 29. august 1951. Professor Rosseland informerer statsminister Gerhardsen og øvrige regjeringsmedlemmer.

Vennen og mennesket

Professor Cecilia Payne Gaposchkins (Harvard, USA) omtale av Rosseland i sin selvbiografi vil de som hadde den lykke å stifte bekjentskap med ham samstemmig kunne slutte seg til:

"Den gjesten som har betydd mest for meg har jeg ventet med til slutt. Svein Rosseland kom som gjesteforeleser, og jeg tror hans undervisning gikk over hodet på hans tilhørere. For meg var han ikke bare en kollega, men en verdifull venn. Jeg ble mottatt i hans lille familie, og der fant jeg en menneskelig samhørighet som jeg aldri før hadde opplevd, sympati og forståelse. Et sted der jeg kunne snakke om mine egne tanker. Hos meg inntar familien Rosseland en helt spesiell posisjon.

Mange år senere, da jeg var gift og hadde familie,

kom han for å besøke oss, og vi satt og samtalte i haven. Det var i 1939, og krigsskyene truet i horisonten. Etter at han hadde gått, oppdaget vi at han hadde etterlatt seg sin egen hatt og tatt min manns ved en misforståelse. Det er ikke en del av min historie å fortelle hva han opplevde – okkupasjonen av Norge, flukten til Sverige, den lange reisen over Russland, kryssingen av Stillehavet like før Pearl Harbour. Nok en gang i USA, kom han for å besøke oss igjen. "Sist jeg var her," sa han, "tok jeg hatten din ved en misforståelse; her er den." Vi var i stand til å gi ham tilbake hans egen hatt, og fortsatt verner jeg hatten som reiste jorden rundt som en historisk relikvie."

Hedersbevisninger

Utmerkelsene og hedersbevisningene ble mange. I 1957 ble Rosseland f.eks. utnevnt til *Kommandør med stjerne av St. Olavs Orden for fortjenester av norsk vitenskap.* "Den er fin," sa han da han sammen med sin kone og sin sønn så på den, men karakteristisk nok eksisterer det ikke et eneste bilde av ham med ordenen på! *Asteroide nr. 1646 ble gitt navnet 'Rosseland'* i 1976. *Månekrater 141E, 41S, diameter 75 km, har i 1994 fått navnet 'Rosseland'.*

Gjennom årene hadde forfatteren mange samtaler med Rosseland om de fleste ting mellom himmel og jord. Disse samtalene har vært til glede hele livet.

Litteratur

1. Øystein Elgarøy og Øivind Hauge: *Svein Rosseland. Fra hans liv og virke.* Institutt for teoretisk astrofysikk, Universitetet i Oslo, (1994).
Til salgs i Akademika Universitetsbokhandel, Blindern.

∞

Relativistiske universmodeller

Øyvind Grøn *

I løpet av de siste femten årene har det skjedd en interessant utvikling av våre forestillinger om universets tidlige historie. Vi har i dag ideer om hvordan observerte egenskaper for universet, dets ekspansjon, homogenitet, isotropi og nær kritiske massetetthet, skyldes prosesser som skjedde før universet var ett sekund gammelt. Disse forestillingene er fremkommet ved at en har kombinert konsekvenser av store forente teorier med generell relativitetsteori. Nye observasjoner fra det satelittbårne COBE-observatoriet synes å bekrefte modeller man har konstruert for det tidlige univers.

Innledning

Kosmologien er den delen av naturvitenskapen der målet er å gi et helhetsbilde av det materielle univers. Slike bilder kalles *universmodeller*, og er basert på observasjoner og på fysikkens lover. Disse lovene er generelle prinsipper som representerer vår dypeste innsikt i hvordan materien oppfører seg. Ved å gi en matematisk formulering av lovene, kan man bruke dem til å regne ut hva som skjer med materien under gitte betingelser. Disse konsekvensene av den teoretiske beskrivelsen kan så sammenliknes med observasjoner. Dermed får vi en idé om gyldigheten og rekkevidden av våre forestillinger.

*Høgskolen i Oslo, Avdeling for ingeniørutdanning, Cort Adelers gt. 30, 0254 Oslo.

Observasjoner

I de siste 60 år er universet blitt utforsket ved hjelp av store radioteleskoper og observasjonsutstyr i satelitter. Det er observert objekter som er nesten 15 milliarder lysår borte. Denne avstanden representerer i dag grensen for det observerbare univers. En del egenskaper ved universet er fremkommet fra observasjonsmaterialet.

Avstander. Lysets hastighet i vakuum er $c = 300000$ km/s, som tilsvarer 7 ganger rundt jorda i sekundet. Lyset bruker 8 minutter fra sola, og $t_1 = 4$ år fra den nærmeste stjernen, Alfa Centauri, til oss. Denne stjernen sies å være 4 lysår unna. Dette er lengre

unna enn det høres ut til. Ser vi bort fra luftmotstand, må et legeme ved jordoverflaten kastes utover med en hastighet på 11,2 km/s for ikke å falle ned igjen på jorda. Hvis vi reiser med et romskip som går ti ganger så fort, la oss si $v = 100$ km/s (fra Oslo til Lillehammer på 1,4 sekund), så vil det ta oss $t_2 = (c/v)t_1 = 12000$ år å reise til Alfa Centauri.

Vårt solsystem ligger i en arm av en spiralgalakse, Melkeveien. Galaksen har form omtrent som en diskos med tykkelse 30 000 lysår og diameter 100 000 lysår. Det er ca. 100 milliarder stjerner i vår galakse.

Galaksene er samlet i hoper. Avstanden mellom galaksehopene er av størrelsesorden 100 millioner lysår.

Homogenitet i stor skala. Over områder med utstrekning på mer enn 1 milliard lysår kan vi regne med at materien er jevnt fordelt, dvs. at universet er homogent.

Isotropi. Fordelingen av galakser synes å være lik i alle retninger. Dette er blitt ytterligere bekreftet etter at den kosmiske bakgrunnsstrålingen ble oppdaget i 1965. Denne har en spektralfordeling som tilsvarer en 'temperatur' på 2,735 K. Nøyaktige målinger har vist at fordelingen er så å si lik i alle retninger, dvs. den er isotrop. Dette betyr at uansett hvilken retning strålingen kommer fra, så er den blitt sendt ut fra kilder med samme 'temperatur'. To avvik fra isotropi er imidlertid blitt målt. Det ene skyldes Doppler-effekten (se nedenfor) pga. vår bevegelse gjennom strålingen. (Jorda beveger seg rundt sola, som beveger seg rundt melkeveiens sentrum, som videre beveger seg mot galaksehopen Virgo – med en hastighet på ca. 500 km/s.) Det andre er ørsmå temperaturvariasjoner som blir igjen når en korrigerer for Doppler-effekten. Disse ble oppdaget i 1992 i målinger gjort i det satelittbårne observatoriet COBE (Cosmic Background Explorer). Denne temperaturvarisjonen skyldes trolig små ujevnheter i den kosmiske materiens tetthet da strålingen ble sendt ut.

Ikke-rotasjon. For å kunne definere en kosmisk rotasjon, må vi ha en ikke-roterende referanse. Det må være en referanse *i* universet; noe som det er naturlig å si ikke roterer. Matematikeren Kurt Gödel har påpekt at det finnes en meget enkel slik referanse: svingeplanet til en pendel. Det er ingen krefter (ingen kraftmomenter) som kan få svingeplanet til en matematisk pendel til å rotere. Når det ser ut som om svingeplanet til en Foucault-pendel roterer, så er det en 'illusjon' som skyldes at man befinner seg på et roterende legeme (jorda). I forhold til stjernehimmelen har svingeplanet til Foucault-pendelen hele tiden samme retning. Svingeplanene til vilkårlige matematiske pendler er i ro i forhold til hverandre. Det er derfor naturlig å *definere* svingeplanet til en pendel som en ikke-roterende referanse.

Universet sies å rotere dersom stjernehimmelen roterer i forhold til en pendels svingeplan. Observasjoner tyder på at universet ikke roterer.

Ekspansjon. I slutten av 1920-årene observerte Edwin Hubble lyset fra fjerne galakser. Ved hjelp av astrofysiske metoder greide han å estimere avstandene til galaksene. (F.eks. ble lysstyrke og periode målt for en type variable objekter kalt Cepheid-variabler. Perioden til et slikt objekt avhenger på en kjent måte av dets utsendte strålingsintensitet. Når både den utsendte strålingsintensitet og den observerte lysstyrke er kjent, kan avstanden beregnes.) Det viste seg da at for fjerne galakser var spektrallinjene til bestemte atomære energi-overganger forskjøvet mot større bølgelengder. Hubble fant at denne rødforskyvningen av lyset fra en galakse er proporsjonal med avstanden til galaksen. Dette kalles *Hubbles lov*.

Den enkleste forklaringen på dette fenomenet er at det skyldes Doppler-effekten (se fig. 1 og 2). Denne forklaringen innebærer at galaksene beveger seg vekk fra oss, og raskere jo lengre borte de er: Universet utvider seg.

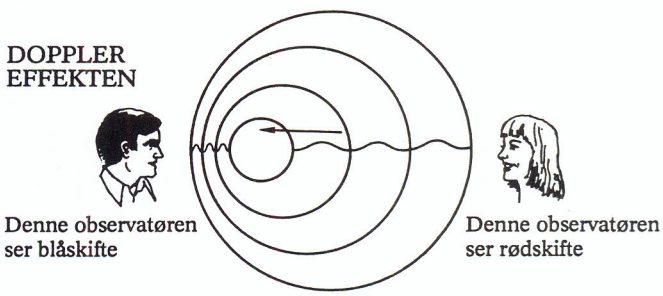


Fig.1. Doppler-effekten. Når lyskilden beveger seg bort fra observatøren, observeres lengre bølgelengde, dvs. en rødforskyvning av lyset.

Ifølge den Newtonske kinematikk vil en slik utvidelse av et endelig univers innebære eksistensen av et sentrum som alt beveger seg ut fra. Slik er det ikke i den generelle relativitetsteorien. Ifølge denne teorien er rummet 'krumt'. Den to-dimensjonale analogien til et endelig univers, er en kuleflate som utvider seg. Galaksene er prikker på kuleflaten. Avstanden mellom dem øker pga. utvidelsen. I forhold til *én* prikk vil prikkene i nærheten bevege seg utover, og fortere jo lengre borte de er. Men det er ikke noe sentrum på kuleflaten. Det er heller ikke noe sentrum i det univers som relativitetsteorien beskriver.

På samme måte som det innenfor kuleflatens to dimensjoner ikke eksisterer noe 'utenfor', så eksisterer

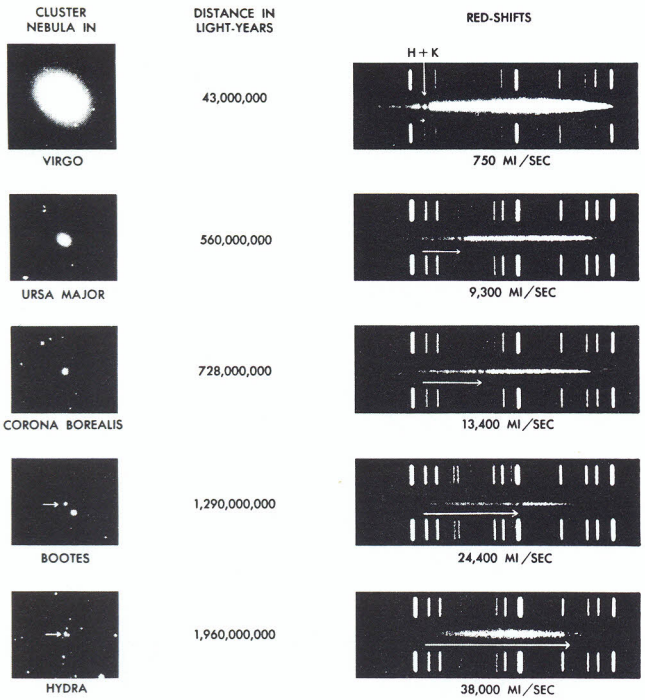


Fig.2. Spektre av fem galakser i ulike avstander. Pilene viser spektrallinjene til samme atomære overgang i det mottatte lyset fra galaksene. Spektrallinjene er forskjøvet mot lengre bølgelengder, dvs. mot rødt. Galaksenes hastigheter bort fra oss er skrevet under hver figur.

heller ikke noe 'utenfor' vårt univers. Når universet utvider seg, betyr ikke dette at galaksene beveger seg utover i et rom som allerede er der. Det er rommet selv som utvider seg, akkurat som flaten til en ballong som blåses opp.

Kosmologi og universmodeller

Kosmologien dreier seg om å bruke fysikkens lover til å lage mest mulig realistiske modeller av vårt materielle univers. Observasjonene omtalt ovenfor, viser at slike modeller bør ha følgende egenskaper: De må utvide seg, være uten rotasjon, og de må være isotrope og homogene i stor skala.

Den eneste av de fire fundamentale kreftene vi kjenner – sterk og svak kjernekraft, eletromagnetisme og gravitasjon – som har betydning for universets dynamikk i stor skala, er gravitasjon.

I tillegg har optikken, gasslovene, atomfysikk, kjernefysikk og elementærpartikkelfysikk betydning for prosesser som skjer i universet. For eksempel har man observert at universet stort sett består av hydrogen og helium med ca. 75% hydrogen og 25% helium. En god universmodell bør kunne forklare slike observasjoner.

Newtonske universmodeller

Den enklest mulige Newtonske universmodell består av en ekspanderende kulesymmetrisk støvsky med tetthet ρ som er uavhengig av posisjonen ut til skyens overflate, og med fullstendig tomt rom utenfor.

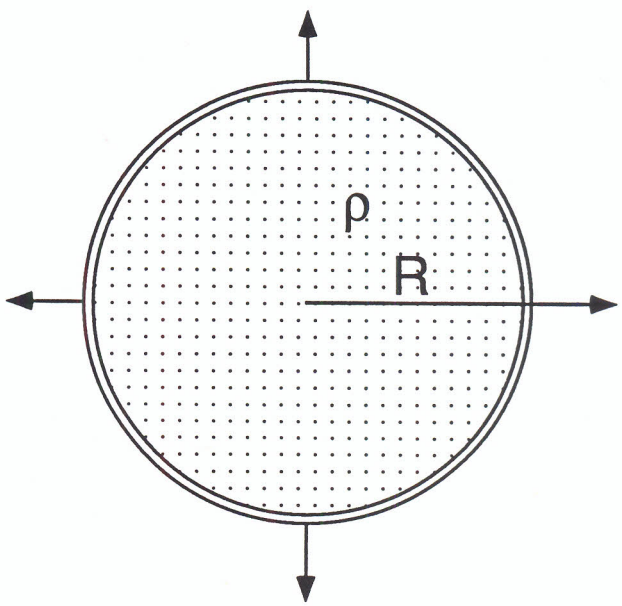


Fig.3. Newtonsk universmodell.

La oss betrakte et såkalt 'medbevegende' skall som ekspanderer sammen med støvskyen (se fig. 3). Det er en konstant masse m innenfor skallet, som har radius $R = R(t)$,

$$m = \frac{4\pi}{3}\rho R^3 \tag{1}$$

Likning (1) viser at

$$\rho R^3 = konstant \tag{2}$$

Dvs. når radien vokser, avtar støvskyens tetthet med tiden, omvendt proporsjonalt med R^3. Tyngdens akselerasjon $\ddot{R}$ i en avstand R fra sentrum, er ifølge Newtons gravitasjoslov og Newtons 2. lov

$$\ddot{R} = -\gamma\frac{m}{R^2} \tag{3}$$

der γ er Newtons gravitasjonskonstant. Denne likningen forteller hvordan ekspansjonshastigheten til støvpartiklene retarderes pga. gravitasjonskraften. Integrasjon gir

$$\frac{1}{2}(\dot{R})^2 - \gamma\frac{m}{R} = E \tag{4}$$

der integrasjonskonstanten E er den mekaniske energien pr. masse-enhet til en partikkel i skallet. Den

potensielle energien er $-\gamma m/R$ med nullnivå i det uendelig fjerne.

En universmodell sies å ha *kritisk massetetthet*, ρ_c, dersom ekspansjonshastigheten går mot null i det uendelig fjerne. Da er $E = 0$. Hvis $E < 0$, faller støvskyen sammen etter at ekspansjonen har stoppet ved en endelig radius. Hvis $E > 0$, vil støvskyen ekspandere i all evighet.

Alle modellene har en endelig mekanisk energi, dvs. E er endelig. Når $R \to 0$ vil $\gamma/R \to \infty$. Det følger av energilikningen (4) at da må den kinetiske energien $1/2(\dot{R})^2$ gå mot uendelig. Dvs. alle modellene starter fra en begynnelsestilstand med uendelig liten utstrekning og uendelig stor ekspansjonshastighet.

Newtons gravitasjonsteori på lokal form

En konsekvens av den spesielle relativitetsteorien, er 'samtidighetens relativitet', dvs. at observatører som beveger seg i forhold til hverandre, ikke er enige om hvilke par av hendelser som er samtidige[1]. Newtons gravitasjonsteori derimot, tillater at gravitasjonsvirkningen er momentan, og er basert på en kinematikk med 'absolutt samtidighet'.

I Einsteins relativistiske gravitasjonsteori er Newtons gravitasjonslov erstattet av lokale differensiallikninger, og gravitasjonsvirkningen brer seg med lyshastigheten.

Newtons gravitasjonsteori har samme matematiske form som elektrostatikken. I begge teoriene beskriver Newtons 2. lov partiklenes bevegelse, og kraftlovene – Newtons gravitasjonslov og Coulombs lov – har samme form. Når vi skal skrive Newtons gravitasjonsteori på lokal form, kan vi derfor gjøre dette på samme måte som i elektrostatikken.

Her innføres et elektrisk potensial V, og en elektrisk feltstyrke $\vec{E} = -\nabla V$, der ∇V er gradienten til V. Den lokale utgaven av Coulombs lov er Gauss' elektrostatiske lov $\nabla \cdot \vec{E} = \rho_q/\varepsilon_0$, der $\nabla \cdot \vec{E}$ er divergensen til $\vec{E}$, ρ_q er ladningstettheten og ε_0 permittiviteten til vakuum. Det følger at $\nabla^2 V = -\rho_q/\epsilon_0$.

På samme måten: Hvis vi kaller tyngdepotensialet for Φ, er tyngdeakselerasjonen

$$\vec{g} = -\nabla\Phi \qquad (5)$$

Den lokale versjonen av Newtons gravitasjonslov er

$$\nabla \cdot \vec{g} = -4\pi\gamma\rho \qquad (6)$$

Likningene (5) og (6) kan kombineres til

$$\nabla^2\Phi = 4\pi\gamma\rho \qquad (7)$$

Newtons gravitasjonsteori kan nå sammenfattes slik: Masse genererer tyngdepotensial ifølge Poisson's likning (7), og tyngdepotensialet genererer akselerasjon ifølge Newtons 2. lov (5).

Det følger av disse likningene at gravitasjon er tiltrekkende fordi all masse er positiv.

Fig.4. Newtons illustrasjon av hvordan gravitasjonskraften holder månen i bane rundt jorda. En partikkel kastes horisontalt ut fra et tårn på Nordpolen. Banen avbøyes på grunn av tyngdekraften, og partikkelen faller ned ved P_1. En partikkel med større fart, faller ned lenger borte, ved P_2. Med enda større fart vil avbøyningen på grunn av tyngdekraften være slik at partikkelen beveger seg rundt jorda.

Generell relativitetsteori

I 1915 presenterte Einstein en ny teori for tid, rom og gravitasjon: Den generelle relativitetsteorien. I denne teorien beskrives ikke gravitasjon som noen kraft. Isteden sies frie legemer, som f.eks. månen, å bevege seg langs rettest mulige baner i et krumt firedimensjonalt tid-rom. Teorien har endel konsekvenser som er forskjellige fra de Newtonske: f.eks. gravitasjonell lysavbøyning, mulighet for gravitasjonsfelter så sterke at lys ikke kan slippe ut (sorte hull), at tiden går langsommere langt nede i et gravitasjonsfelt, og en årlig forskyvning av posisjonen der Merkur er nærmest sola. I alle de tilfeller der man har gjort målinger for å teste den generelle relativitetsteorien mot Newtons gravitasjonsteori, har måleresultatene stemt overens med Einsteins teori. For systemer med små hastigheter og svake gravitasjonsfelter, gir de to teoriene omtrent samme resultater. Når vi skal beskrive universet, er det

Basis-likningene i generell relativitetsteori

I et krumt rom kan vi ikke bruke rettlinjet kartesisk koordinatsystem, men må formulere likningene ved hjelp av koordinatsystem med krumme koordinatkurver. Dette krever at de 'vanlige' likningene, som kun er gyldige i et kartesisk koordinatsystem, må generaliseres.

En sentral størrelse i den generelle relativitetsteorien er uttrykket for kvadratet av avstanden mellom to infinitesimalt nærliggende punkter i tidrommet. Denne størrelsen betegnes med ds^2 og kalles *linje-elementet.*

La oss som en enkel illustrasjon betrakte et plan. I kartesiske koordinater er kvadratet av den infinitesimale avstanden fra origo til et punkt P med koordinater (dx, dy) lik $ds^2 = dx^2 + dy^2$. I plane polarkoordinater (r, θ) gitt ved $x = rcos\theta, y = rsin\theta$, er avstanden til punktet P lik

$$ds^2 = dr^2 + r^2 d\theta^2. \tag{8}$$

I den spesielle relativitetsteorien beskrives tidrommet som 'flatt'. Dette flate fire-dimensjonale tidrommet kalles *Minkowski-tidrommet.* Dersom man innfører et kartesisk koordinatsystem (x, y, z) og en tidkoordinat t, målt med klokker i ro, tar linje-elementet for Minkowski-tidrommet formen

$$ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2 - c^2 dt^2 \tag{9}$$

der c er lyshastigheten i vakuum.

I et vilkårlig koordinatsystem må produktene av differesialene (kvadrater, hvis de er like) multipliseres med funksjoner, f.eks. r^2 foran $d\theta^2$ i (8). Disse funksjonene betegnes med $g_{\mu\nu}$, der indeksene μ og ν forteller hvilke differensialer som inngår i produktet. Linje-elementet tar da formen

$$ds^2 = g_{\mu\nu} dx^\mu dx^\nu \tag{10}$$

der det skal summeres over alle verdiene til indeksene μ og ν. Funksjonene $g_{\mu\nu}$ avhenger av hva slags koordinater en bruker. De er komponenter til en matematisk størrelse som kalles *den metriske tensoren.*

De rettest mulige kurvene i et krumt rom kalles *geodetiske kurver.* Partikler som i Newtons teori sies å bevege seg under påvirkning av gravitasjonskraften, oppfattes i generell relativitetsteori som frie partikler i et krumt tidrom. Dette gjelder både for materielle partikler og for lyspartikler. De beveger seg langs geodetiske kurver i tidrommet.

Newtons gravitasjonslov, eller den tilsvarende lokale likning (7), erstattes i generell relativitetsteori av *Einsteins feltlikninger*

$$R^\mu_\nu = \frac{8\pi\gamma}{c^4}(T^\mu_\nu - \frac{1}{2}\delta^\mu_\nu T) \tag{11}$$

Her er R^μ_ν komponentene til en krumningstensor som beskriver tidrommets geometri, og T^μ_ν komponentene til den såkalte 'impuls–energi tensoren' som beskriver energi- eller massefordelingen i rommet, T er summen av komponentene T^μ_μ med like indekser, og δ^μ_ν er lik 1 for $\mu = \nu$, og 0 for $\mu \neq \nu$. Likningen forteller hvordan massefordelingen krummer tidrommet.

imidlertid nødvendig å bruke den generelle relativitetsteorien.

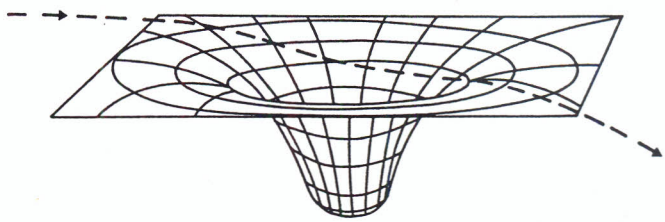


Fig.5. Gravitasjonell avbøyning av lys i et krumt rom.

Spenningers relativistiske gravitasjonsvirkning

I et statisk og svakt gravitasjonsfelt kan uttrykket for linje-elementet skrives

$$ds^2 = (1 - \frac{2\Phi}{c^2})(dx^2 + dy^2 + dz^2) - (1 + \frac{2\Phi}{c^2})c^2 dt^2 \tag{12}$$

der Φ er det Newtonske gravitasjonspotensialet. Ved jordas overflate f.eks., er gravitasjonspotensialet i en høyde h over nullnivå lik gh, der g er tyngdens akselerasjon. Med $h = 10$ meter, fås $gh/c^2 = 10^{-15}$. Ved å sammenlikne med likning (9), ser vi at avviket fra Minkowski-metrikken er svært lite.

Med linje-elementet (12) kan tid-tid-komponenten ($\mu = \nu = t$) til Einsteins feltlikninger skrives

$$R^t_t = \frac{4\pi\gamma}{c^2}(T^t_t - T^x_x - T^y_y - T^z_z) \tag{13}$$

Når man regner ut krumningskomponenten R^t_t med utgangspunkt i linje-elementet (12), finner man

$$R^t_t = \nabla^2\Phi \tag{14}$$

Innsetting i likning (13) gir

$$\nabla^2\Phi = \frac{4\pi\gamma}{c^2}(T^t_t - T^x_x - T^y_y - T^z_z) \tag{15}$$

Dette svarer til Newtons gravitasjonslov skrevet på formen (7) dersom den gravitasjonelle massetettheten er gitt ved

$$\rho_G = \frac{1}{c^2}(T^t_t - T^x_x - T^y_y - T^z_z) \tag{16}$$

Komponentene til impuls-energi tensoren har følgende fysiske betydning

T^t_t = energitetthet, dvs. T^t_t/c^2 = massetetthet = ρ,
$T^x_x = T^y_y = T^z_z = -p, p > 0$ for trykk, $p < 0$ for strekk.

Innsetting i (16) gir den gravitasjonelle massetettheten

$$\rho_G = \rho + \frac{3p}{c^2} \tag{17}$$

Vi ser at strekk gir negativt bidrag til den gravitasjonelle massetettheten.

En måte å gå til den Newtonske grensen på, er å la $c \to \infty$. Da vil $\rho_G \to \rho$, som alltid er positiv. Konklusjon: I generell relativitetsteori er det mulig å ha *frastøtende gravitasjon* (hvis $\rho_G < 0$), men i Newtonsk gravitasjonsteori er denne muligheten borte.

Vakuum-gravitasjon

Ifølge kvantefelt-teori finnes ikke noe helt energifritt område. Det vil forekomme kvantefluktuasjoner overalt, og disse gir opphav til en vakuum-energi, dvs. den energien som blir igjen når all energi som har sammenheng med sterk og svak vekselvirkning, elekromagnetisme og gravitasjon, er fjernet.

Vi kan ikke måle vår hastighet i forhold til vakuum, noe som kan uttrykkes mer teknisk ved å si at egenskapene til vakuum er Lorentz-invariante. Man kan vise at dette innebærer at vakuum må ha en spenning p_0 og en tetthet ρ_0 som oppfyller likningen

$$p_0 = -\rho_0 c^2 \qquad (18)$$

Når (18) settes inn i (17), finner vi at den gravitasjonelle massetettheten til vakuum blir

$$(\rho_G)_0 = -2\rho_0 \qquad (19)$$

Likning (19) viser at *vakuum har negativ gravitasjonell massetetthet*, dvs. *vakuum virker på seg selv med frastøtende gravitasjon*. Det betyr at et område som er dominert av vakuum-energi vil få en akselerert ekspansjon.

I universets nåværende tilstand dominerer imidlertid den positive massetettheten til materie og stråling fullstendig over det negative bidraget fra vakuumenergien. Det kan derfor synes som om den frastøtende tyngdekraften til vakuum ikke lar seg observere. Den gravitasjonelle virkningen av vakuum kan likevel være av betydning under ekstreme forhold som vi ikke har *direkte* erfaring med. De siste femten årenes nye forestillinger om de forhold som rådet før universet var ett sekund gammelt, har sannsynliggjort at vakuum-energiens frastøtende gravitasjonsvirkning har hatt avgjørende betydning for de prosesser som skjedde tidlig i universets historie.

Friedmanns universmodeller

I 1922 undersøkte russeren Friedmann likningene i Einsteins gravitasjonsteori. Han fant løsninger som beskriver ekspanderende univers. Modellene til Friedmann er like i alle retninger og i alle posisjoner, dvs. de er isotrope og homogene, slik vårt univers synes å være.

Friedmann fant tre typer universmodeller med forskjellige fremtidige utviklingsforløp. Én som vil utvide seg i all evighet, én som vil falle sammen igjen, og én som er akkurat på grensen mellom de to, slik at utvidelsen vil stoppe i en uendelig fjern fremtid. I det siste tilfellet kalles universets massetetthet for kritisk. I den første modellen er massetettheten mindre enn den kritiske, og i den andre større. I Friedmanns modeller vil tettheten avvike mer og mer fra den kritiske etterhvert som tiden går. Observasjoner tyder på at universet fortsatt, 10^{10} år etter begynnelsen, har omtrent kritisk massetetthet. Ut fra Friedmanns modeller er dette et mysterium.

Vi skal nå se nærmere på Friedmanns universmodeller, og på nyere relativistiske universmodeller utviklet i 1980-årene. Med hensyn til fysisk innhold ('kosmisk væsketype') er det tre typer modeller som er aktuelle for å beskrive vårt univers: *materiedominerte, strålingsdominerte* og *vakuumdominerte*.

I de materiedominerte modellene neglisjeres trykk og vakuum-energi. Bevegelseslikningene til disse modellene er lik likningene (1)–(4) for de Newtonske modellene. De materiedominerte modellene gir en god beskrivelse av vårt observerte univers helt fra det var ca. en million år gammelt og til nå. I de strålingsdominerte modellene er $p = (1/3)\rho c^2 = (1/3)\epsilon$, der ϵ er energitettheten. Disse beskriver universet før det var ca. en million år gammelt. I de vakuumdominerte modellene er $p_0 = -\rho_0 c^2 = -\epsilon_0$. Disse modellene har konstant energitetthet ϵ_0.

I relativistiske universmodeller innføres et 'medfølgende koordinatsystem' analogt med skallet vi beskrev i den Newtonske modellen. På grunn av isotropien er det hensiktsmessig å bruke kulekoordinater (r, θ, ϕ) for å beskrive Friedmanns modeller. I et flatt rom vil da den pytagoreiske setningen for avstanden mellom to infinitesimalt nærliggende partikler ha formen

$$dl^2 = dr^2 + r^2 d\theta^2 + r^2 sin^2\theta d\phi^2 \qquad (20)$$

I et krumt isotropt rom er det tilsvarende uttrykket

$$dl^2 = \frac{dr^2}{1 - kr^2} + r^2 d\theta^2 + r^2 sin^2 d\phi^2 \qquad (21)$$

Konstanten k karakteriserer krumningen: $k = -1$ svarer til negativ romlig krumning. Den to-dimensjonale analogien er en sadelflate (se fig. 6). Et flatt rom har $k = 0$, og et rom med positiv krumning har $k = 1$, med en kuleflate som to-dimensjonal analogi (se fig. 7).

Det tilsvarende fire-dimensjonale linje-elementet, som beskriver isotrope og homogene universmodeller, har formen

$$ds^2 = R^2\left(\frac{dr^2}{1 - kr^2} + r^2 d\theta^2 + r^2 sin^2 d\phi^2\right) - c^2 dt^2 \qquad (22)$$

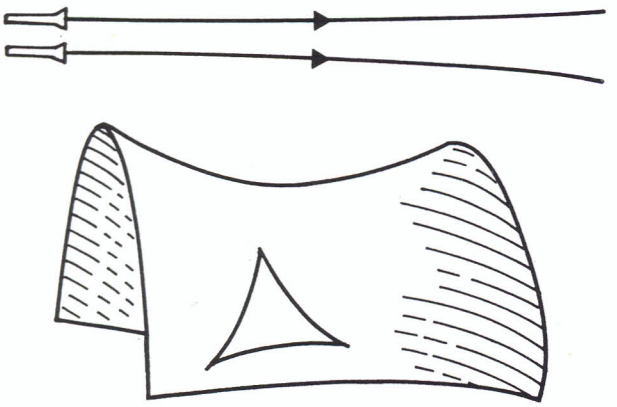


Fig.6. Flate med negativ krumning. På en slik flate vil to parallelle linjer bøyes vekk fra hverandre, og summen av vinklene i en trekant er mindre enn 180^o.

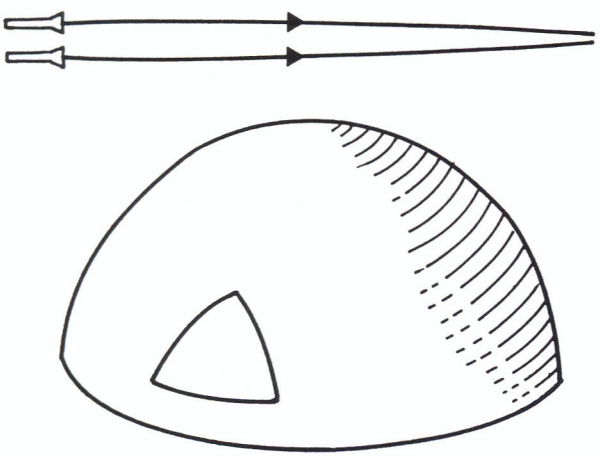


Fig.7. Flate med positiv krumning. På en slik flate vil to parallelle linjer bøyes mot hverandre, og summen av vinklene i en trekant er større enn 180^o.

Dette kalles *Robertson-Walker linje-elementet.* $R = R(t)$ tolkes som en avstandsfaktor, som beskriver hvordan avstanden mellom to partikler i den 'kosmiske væsken' endres med tiden. Koordinaten r forteller hvilket medbevegende kuleskall vi betrakter, mens avstandsfaktoren $R(t)$ forteller hvordan kuleskallet beveger seg. Koordinaten t er den såkalte 'kosmiske tiden', og kan defineres f.eks. med referanse til den kosmiske bakgrunnsstrålingen, slik at alle klokker viser lik tid ved en bestemt temperatur for denne strålingen. Det betyr at tiden går like fort overalt i de homogene Friedmann-modellene.

Med linje-elementet (22) og impuls-energi tensoren for en perfekt (viskositetsfri) væske gir Einsteins feltlikninger

$$\ddot{R} = -\frac{4\pi}{3}\gamma(\rho + \frac{3p}{c^2})R \qquad (23)$$

og

$$\frac{1}{2}(\dot{R})^2 - \gamma\frac{m}{R} = -\frac{1}{2}kc^2 \qquad (24)$$

der $m = (4\pi/3)\rho R^3$ er massen innenfor et medbevegende skall med radius R.

Likningene (23) og (24) er bevegelseslikningene til universmodellene. Siden det kun er *to* likninger, men *tre* funksjoner (ekspansjonsfaktor, tetthet og trykk), må en 'tilstandslikning' (en sammenheng mellom trykk og tetthet) spesifiseres før likningene kan løses. Når vi skal bruke modellene til å forutsi universets fremtidige skjebne, kan vi betrakte de materiedominerte modellene med $p = 0$, siden trykk og vakuumenergi ikke lenger har betydning for universets dynamikk. For slike modeller er massen m konstant.

Likning (24) har samme form som energilikningen (4), med en mekanisk energi pr. masseenhet lik $-(1/2)kc^2$. Negativ romlig krumning svarer til positiv mekanisk energi. Da er massetettheten mindre enn den kritiske, og ekspansjonen vil fortsette i all evighet. Et slikt univers sies å være 'åpent'. Euklidsk romlig geometri, $k = 0$, svarer i massedominerte modeller til null mekanisk energi og kritisk massetetthet. Positiv romlig krumning svarer til negativ mekanisk energi. Da er massetettheten større enn den kritiske, og universet vil falle sammen etter å ha nådd en endelig radius. Et slikt univers sies å være 'lukket'. Utviklingsforløpet til disse Friedmann-modellene er illustrert i fig. 8.

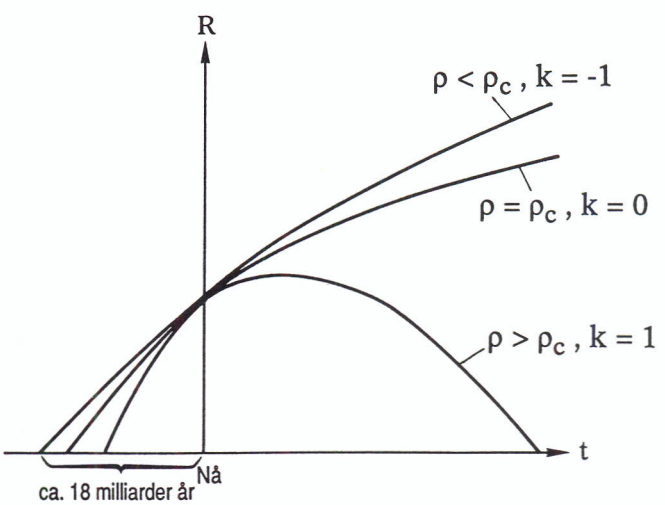


Fig.8. Utviklingsforløpet til materiedominerte Friedmann-modeller med ulike tettheter.

Det følger av bevegelseslikningene at ekspansjonen er adiabatisk. Dette er intuitivt rimelig siden temperaturen er den samme overalt i homogene universmodeller. Energien innenfor et medbevegende skall oppfyller termodynamikkens 1. hovedsetning med null varmestrøm. Derfor er den medbevegende massen,

ρR^3, innenfor et kuleskall med radius R konstant for materiedominerte modeller, mens ρR^4 er konstant for strålingsdominerte modeller. Massetettheten (eller energitettheten) for stråling avtar raskere pga. det arbeid strålingstrykket utfører mot omgivelsene under ekspansjonen. Går vi bakover i tid, øker strålingens massetetthet (energitetthet delt på c^2) raskere enn materiens massetetthet. Før universet var omtrent en million år gammelt dominerte strålingsenerien universets utvikling. Ved å sette inn $p = (1/3)\rho c^2$, som gjelder for stråling, i likning (17) får vi $\rho_G = 2\rho$. Trykket i strålingen dobler den gravitasjonelle massetettheten. (Det er dette som gjør det mulig for stjerner å kollapse til sorte hull, men det er en annen historie.) De strålingsdominerte modellene vil oppføre seg på liknende måte som de materiedominerte. Som vi ser av fig. 8 starter alle modellene med liten radius og enorm ekspansjonshastighet. Dette er "THE BIG BANG".

Denne eksplosjonens årsak og natur kan Friedmann-modellene ikke si noenting om. Friedmann antok at universet var isotropt, homogent og med kritisk massetetthet helt fra starten av. Og han kunne ikke si noe om hvordan universet fikk sin ekspansjon. Hva gjorde at det eksploderte, at det ble isotropt, homogent og fikk kritisk massetetthet?

For at en universmodell skal kunne forklare en observert egenskap ved universet, må den være generell nok til *ikke* alltid å ha denne egenskapen. For eksempel må man undersøke modeller som tillater anisotropi for å kunne forklare hvorfor universet er isotropt. I løpet av de siste femten årene har man klart å gi svar på spørsmålene ovenfor. Disse svarene er fremkommet ved at man har kombinert store forente teorier med generell relativitetsteori. En fant da ut at før universet var 10^{-33} sekund gammelt (!) var dets utvikling dominert av vakuum-energi. Dette vakuumdominerte øyeblikk kalles 'inflasjonsæraen'. Man undersøkte så hvordan generelle universmodeller, som tillater både anisotropi, inhomogenitet og rotasjon, utviklet seg i inflasjonsæraen.

Selve ekspansjonens årsak kan imidlertid enklest finnes ved å betrakte de vakuumdominerte Robertson-Walker modeller med linje-element (22). For en vakuumdominert modell tar likning (23) formen

$$\dot{R} = HR, \qquad H = \frac{8\pi}{3}\gamma\rho_0 \tag{25}$$

Løsningen av denne differensiallikningen med $R(-\infty) = 0$ og $R(0) = R_0$ er

$$R = R_0 e^{Ht} \tag{26}$$

Den vakuumdominerte modellen har eksponensiell ekspansjon, dvs. myk start og så voldsom ekspansjon, pga. frastøtende gravitasjon.

Vi ser av likning (25) at verdien av den konstante Hubble-parameteren $H = \dot{R}/R$ under inflasjonsæraen er proporsjonal med vakuum-energiens massetetthet. Denne er bestemt av de store forente teoriene, og gir en øking av ekspansjonsfaktoren under inflasjonsæraen med en faktor 10^{30}, i løpet av et ufattelig kort tidsintervall fra 10^{-35} sekund til 10^{-33} sekund.

Under inflasjonsæraen skjer alt svært fort. Anisotropi, inhomogenitet og rotasjon avtar eksponensielt. Og tettheten nærmer seg den kritiske med eksponensiell fart. Dermed løser inflasjonsæraen problemene til Friedmann-modellene. Det blir naturlig at det observerte univers er ikke-roterende, isotropt, homogent og har nær kritisk massetetthet. Ja, når det gjelder massetettheten, er løsningen nesten i beste laget. For målinger av tettheten til lysende materie, indikerer bare en tetthet av størrelsesorden $1/100$ av den kritiske. På den annen side, tyder målinger av galaksenes rotasjonsbevegelse på at det er en betydelig mengde mørk materie tilstede som hjelper til med å holde galaksene sammen[2].

Det første sekundet

Nye teoretiske undersøkelser har indikert at vårt materielle univers kan ha oppstått i en vakuumdominert tilstand. Dette leder til følgende mulige utviklingsforløp i det første sekundet av universets historie. Universet ble dannet spontant og var i den opprinnelige tilstand sannsynligvis verken homogent eller isotropt. Tidspunktet da universet kom ut av 'kvantefasen', som vi – bl.a. av mangel på en kvantegravitasjonsteori – ikke er i stand til å beskrive, setter vi lik 'Planck-tiden', 10^{-43} sekund. Universet virket fra da av og frem til 10^{-33} sekund på seg selv med frastøtende gravitasjon, fordi vakuum-energien dominerte dets utvikling.

I denne inflasjonsfasen hadde universet eksponensiell ekspansjon. Alle ujevnheter og forskjeller i ulike retninger avtok eksponensielt. Universet ble homogent, isotropt, ikke-roterende og fikk kritisk massetetthet. Da universet var 10^{-33} sekund gammelt, skjedde en faseovergang som gjorde at vakuum-energien gikk over til strålingsenergi. Da ble universet strålingsdominert, og gravitasjonen ble tiltrekkende. Universet kom ut av inflasjonsperioden med en voldsom ekspansjonshastighet. Det er restene av denne hastigheten som gjør at det observerte univers fortsatt ekspanderer. (Se fig. 9.) Men ekspansjonen er bremset ned så mye at vi ikke er helt sikre på om universet vil utvide seg i all evighet, eller stoppe opp og falle sammen igjen.

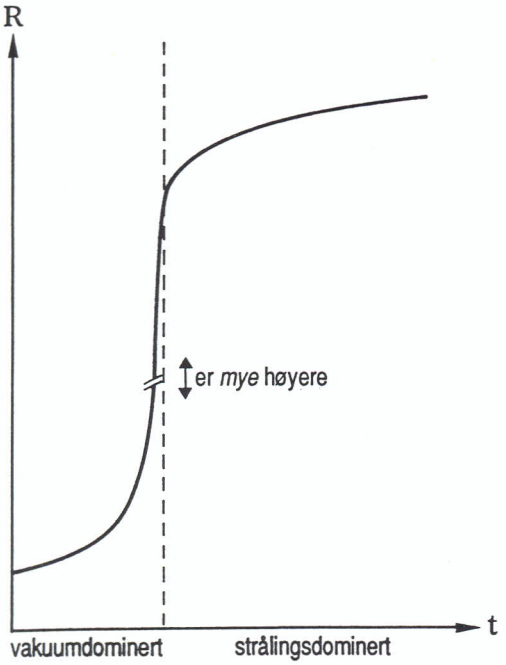


Fig.9. Mulig utviklingsforløp for det tidlige univers.

Fra universet var 10^{-33} sekund gammelt til det var 10^{-5} sekund, inneholdt det en gass av kvarker, elektroner og nøytrinoer med relativistiske hastigheter. Da universet var blitt 10^{-5} sekund gammelt, ble kvarkene bundet til hverandre, og det ble dannet protoner og nøytroner. Men temperaturen var fortsatt for høy til at protonene og nøytronene kunne samle seg til atomkjerner. Dette skjedde, for de to enkleste grunnstoffene hydrogen og helium, fra universet var ca. 1 sekund gammelt og noen minutters tid. Beregninger har vist at disse reaksjonene resulterte i ca. 75% hydrogen og 25% helium. Observasjoner av lysende materie i stjerner og galakser viser at dette virkelig svarer til det eksisterende mengdeforhold mellom hydrogen og helium i vårt univers.

Storheten i det faktum at naturlovene synes å fortelle oss hva som skjedde allerede i brøkdelen av et sekund etter universets dannelse, maner til ydmykhet, forsiktighet og undring. De dypeste sammenhengene er fortsatt ukjente for oss.

Referanser

1. Ø. Grøn: *Relativistisk tid.* Fra Fysikkens Verden, Nr. 4, 93–100 (1992)

2. S.O. Sørensen: *Mørk materie.* Fra Fysikkens Verden, Nr. 3, 57–67 (1990)

∞

Konferanser

Rosseland-symposiet 16. – 17. juni 1994

Den 31. mars i år var det 100 år siden astrofysikeren, Professor Svein Rosseland ble født. Han var professor i astronomi ved Universitetet i Oslo fra 1927 til 1966, og i 1934 grunnla han Institutt for teoretisk astrofysikk ved Universitetet. Svein Rosseland regnes blant de fremste vitenskapsmenn som Norge har fostret, og hans unike liv og karriere beskrives nærmere i Øystein Elgarøy's artikkel i inneværende nummer av FFV.

Den 16. og 17. juni 1994 møttes astrofysikere fra USA og Europa til et *"Rosseland Centennial Symposium"*. Institutt for teoretisk astrofysikk, og Det Norske Videnskaps-Akademi stod for arrangementet. Det er betegnende for den store faglige respekt som er knyttet Rosselands navn at en rekke internasjonalt ledende astrofysikere deltok. En ønsket med dette symposiet å hedre Svein Rosselands store vitenskapelige innsats ved å presentere for et nordisk publikum utviklingen innen astrofysikk, og samtidig gjøre virksomheten innen astrofysikk i de nordiske landene bedre kjent også blant internasjonale astrofysikere. Yngre forskere og dr.grads-studenter fra Norge og de øvrige nordiske landene var spesielt inviterte til symposiet.

De inviterte foredragsholderne fra inn- og utland gav et fascinerende overblikk over forskningen fra et bredt spektrum av astrofysikken i dag. Emnevalget spente fra storskalastrukturer i universet, 'mørk materie' og 'sorte hull' til stjernefysikk og støvplasma. Resultater fra de seneste observasjonsmessige og teoretiske studier ble fremlagt og diskutert.

Astrofysikerne har i dag nye observasjonsmessige muligheter som sprenger nye grenser for innsikt og forståelse. Et slikt eksempel er røntgen-teleskoper i bane utenfor vår atmosfære, som i særdeleshet gir ny kunnskap om spesielt energirike kilder. Bernard Schutz fra Wales University, gjorde rede for omfattende arbeider som pågår med å bygge følsomme detektorer for måling av gravitasjonsstråling fra astronomiske kilder. Forventningene til en mulig direkte påvisning av gravitasjonsstråling var klart uttalt i tittelen på hans foredrag: *"Gravitational Waves – the New Astronomy."*

En betydelig andel av universets totale masse, som er bestemmende for universets utvikling, kan være såkalt 'mørk materie' som bare kan observeres indirekte, bl.a. som gravitasjonsmessig påvirkning på synlige objekter. Sjur Refsdal, Universitetet i Hamburg, viste at 'mørk materie' også kunne påvises ved

gravitasjonslinse-effekt. Som kjent vil store massive strukturer, på grunn av gravitasjonens avbøyning av lyset, kunne "fokusere" og dermed forsterke lyset fra fjerne objekter. Spørsmål om 'mørk materie' i universet og fordelingen av denne, opptar dagens astrofysikere. Rudolf Kippenhahn, Max-Planck Institut, gjennomgikk teorier for stjerners utvikling. Det er her gjort enorme fremskritt siden Svein Rosseland for nær 70 år siden, innførte den midlere verdi for absorpsjonskoeffisienten for stråling i stjerners indre ("Rosseland's midlere opasitet"), som den gang gjorde det praktisk mulig å beregne modeller for sol og stjerner. Målinger av svake vibrasjoner på solens overflate gjør det mulig å studere forholdene under overflaten inn til dens indre kjerne. Metoden er analog med seismologiske undersøkelser av jordens indre. Helio-seismologien gir idag resultater som er i god overensstemmelse med teoretiske modeller for solens indre kjerne. Jørgen Christensen-Dalsgaard fra Århus Universitet, som har vært sentral i utviklingen av helio-seismologien, gjennomgikk her mulighetene for å studere stjerner med denne teknikken. Solens nøytrinoproblem ble gjennomgått av John Bachall fra Princeton University. Problemet består i at de antatt beste modeller for solens indre kjerne forutsier en nøytrinoflux som er signifikant høyere enn den som er blitt observert siden omkring 1970. En har i dag økende tiltro til at observajonene er riktige.

Solfysikk var et sentralt tema i Svein Rosselands forskning. Han var spesielt opptatt av opprinnelsen til solens magnetfelt, og hvordan magnetfeltet innvirket på solens ytre atmofære og forårsaket solaktiviteten. Eric Priest fra St. Andrew University, diskuterte prosesser for omdannelse av magnetisk energi til varme, som er viktig for å forstå aktive områder og den varme ytre korona i sol og stjerner. De underliggende årsaker til solens magnetiske aktivitets-syklus ble behandlet av Per Maltby, Universitetet i Oslo. Det er betydelige problemer forbundet med å forklare opprinnelsen til galaksens svake magnetfelt. Eugene Parker, Chicago University, viste at kosmisk stråling fra supernovaer synes å være en nødvendig forutsetning i prosessen som genererer det galaktiske magnetfeltet. Ove Havnes fra Universitetet i Tromsø, gjorde rede for banebrytende studier som har gitt ny innsikt om effekter av støv i plasmaprosesser.

Det blir publisert 'proceedings' av de i alt 18 inviterte foredragene fra symposiet som visselig vil bli en nyttig kilde for forskere, lærere og studenter i astrofysikk, og inspirerende lesning for generelt interesserte.

Oddbjørn Engvold

∞

Bokkronikk

George Smoot og Keay Davidson: Rynker i tiden. (Oversatt av Einar Bøgseth.) H. Aschehoug & Co, 1994 (287 sider), kr. 298,–.

Ett av de fundamentale – kanskje det mest fundamentale – spørsmål meneskene har stilt seg er: Hvordan ble verden til? Et spørsmål som gjennom tidene er blitt stilt om igjen og om igjen. Svarene – eller de forsøk på svar – som er blitt gitt har forandret seg i takt med den økende innsikt man har fått i de lovmessigheter som naturen er underlagt. Det er et langt sprang både i tid og innsikt mellom fortidens mytiske forestillinger og våre dagers teori(er) om universets opprinnelse.

George Smoot hadde idéen til og ledet, et storstilet forskningsprosjekt som tok sikte på å presse tilgjengelig eksperimentell måleteknikk til den ytterste grense for å finne svaret på ett av de spørsmål som truet med å undergrave tilliten til den kosmologiske teori som i de siste 30 år nærmest har vært enerådende: Teorien om Det Store Smellet (The Big Bang).

I følge "Big Bang"-teorien, oppsto universet ved en eksplosjonsartet utvidelse av rommet for ca. 15 milliarder år siden. Under den første fase i denne ekspansjon eksisterte ikke materie og stråling uavhengig av hverandre; stråling gikk over i masse, og masse til stråling, i en kontinuerlig prosess. Men etterhvert som universet utvidet seg sank temperaturen, og koplingen mellom masse og stråling ble brutt; etter 300 000 år ble masse og stråling uavhengige fysiske størrelser – atomer ble dannet og grunnlaget for det materielle univers vi kjenner ble lagt. Strålingen fortsatte imidlertid å eksistere praktisk talt uavhengig av, og uten kontakt med materien. Resultatet var at etterhvert som universet fortsatte sin ekspansjon, ble strålingen stadig kaldere. Etter de milliarder av år som er gått siden koplingen mellom stråling og materie ble brutt, er den kosmiske bakgrunns-stråling nå på nivå med stråling fra et sort legeme med en temperatur på ca. 3 K. Etter at Penzias og Wilson ved en tilfeldighet oppdaget denne stråling for ca. 30 år siden, har "Big Bang"-teorien nærmest vært enerådende. Den strålingen man hadde oppdaget viste seg også å være nærmest fullstendig homogen; uansett i hvilken retning det ble målt, fant man alltid den samme stråling. En høy grad av homogenitet i strålingen var i overenstemmelse med teorien, men etter hvert som målingene ble mer og mer nøyaktige, begynte man å bli bekymret; strålingen var **for** homogen. Problemet man etterhvert sto overfor var det følgende: I det øyeblikk strålingen ble frikoblet

fra materien, måtte stråling og masse være like homogene; men hvis det fantes områder med høy massetetthet i ett område, følger det av teorien at strålingen fra disse områdene vil ha en lavere temperatur. Bakgrunnsstrålingen gir derfor opplysninger om hvordan universets massefordeling var i frakoplingsøyeblikket. Men hvis universet hadde vært så homogent som man begynte å frykte, hvordan i all verden kunne da universet ha utviklet de enorme strukturer vi observerer i dag som galakser, galaksehoper, superhoper osv.. Et **for** homogent univers uten de kondensasjons-kjerner som en ujevn massefordeling innebærer, kunne fortsatt eksistert som en enorm gass-sky, og vi ville ikke ha vært her.

George Smoot hadde på et tidlig tidspunkt i sin vitenskapelige karrière sett betydningen av å klarlegge den kosmiske bakgrunnstrålingens karakter. I den boken han har skrevet sammen med Keay Davidson, fortelles det to historier: Historien om hvordan vitenskapsmenn gjennom århundrer har føyet til nye biter i det puslespill som har gitt oss våre dagers bilde av universet og dets opprinnelse, og Smoots egen historie om hvordan han forfulgte sitt mål: Å føye til den – foreløpig – siste av puslespillets brikker, kosmologiens "Hellige Gral".

En lang rekke av vitenskapens pionérer passerer revy: Copernicus, Kepler, Galilei, Newton, Einstein, pluss en lang rekke for almenheten mindre kjente, men ikke desto mindre betydelige vitenskapsmenn. For enhver med en interesse ut over det helt banale for spørsmålet om vår og universets opprinnelse, er det spennende å følge "puslespillets" gang, om hvordan biter har falt på plass og åpnet for nye områder, og om hvordan "feilplasserte" brikker er blitt lagt tilside, i hvertfall for en tid. Den kosmologiske "Big Bang"-modell som i øyeblikket er best egnet til å sammenfatte vår viten om universet, bygger på 4 grunnpilarer:

- den sorte natthimmel,
- universets ekspansjon ifølge Hubbles lov,
- sammensetningen av materien med overvekt av lette atomer,
- den kosmiske bakgrunns-stråling.

Men en konsekvens av "Big Bang"-teorien var at det i bakgrunnsstrålingen måtte finnes spor av de "kondensasjonsområder" som måtte ha vært tilstede i det tidlige univers. Det var dette Smoot bestemte seg for å undersøke, og dermed bidra til at Big Bang-teorien enten måtte revurderes, eventuelt oppgis, eller alternativt få en ny pillar den kunne støtte seg på.

I utgangspunktet er problemet formidabelt. Det kan sammenliknes med å avlytte – i et støyende cocktailselskap – et hviskende par et eller annet sted i rommet. For å klare dette, måtte man fra den samlede støy i tur og orden eliminere all høyrøstet samtale, flaskeklirr, normale samtaler, trafikkstøy utenfra osv., inntil rommet var døds-stille – med unntak av det hviskende paret. Den vanlige reaksjon ville være at denslags filtrering rett og slett ikke er mulig. Men Smoot og hans kolleger mente at de kunne klare det. De satte seg som mål å undersøke denne stråling med en nøyaktighet som ingen tidligere hadde våget å drømme om. Og når de startet i 1972, hadde de neppe forestilt seg at det skulle ta nesten 20 år før deres resultater kunne sammenfattes i et forsidebilde på "Physics Today". I mellomtiden hadde de sendt instrumentlaster med ballonger og det det amerikanske spionflyet U2 – og oppdaget at jorda beveger seg i forhold til den kosmiske bakgrunnstrålingen med 600 km/s. Tre potensielle utskytingsraketter eksploderte, og etter Challenger-ulykken var romfergen uaktuell; men tilslutt ble COBE-satellitten, rekonstruert til halv størrelse, skutt opp den 18. november 1989 med en Delta rakett. Boken forteller denne historien i detalj, en historie som naturlig nok er Smoots egen vitenskapelige historie, noen ganger litt vel detaljrik og litt mye Smoot, men det er en spennende historie.

Underveis får leseren en populær og lærerik innføring i mange av den moderne kosmologis viktige begreper, oppdagelser og teorier som f.eks.:

- **mørk materie**, som kanskje utgjør mer en 90% av universets masse, og som ingen ennå vet hva består av,
- **magnetiske monopoler**, som man mener kan eksistere – som mange har jaktet på – men ingen funnet,
- **kosmiske strenger**, en fantastisk teori – som foreløpig(?) er lagt til side – om feil i rommets struktur langs flater hvor faseoverganger i universet møttes – og ikke passet sammen,
- **den store veggen**, en struktur av galakser som strekker seg over avstander på flere hundre millioner lysår,
- **inflasjonsteorien**, som er den rådende versjon av "Big Bang"-teorien.

Boken forteller også en historie om pågangsmot, kamp for å få gjennomslag for idéer og økonomisk støtte til å gjennomføre dem, skuffelser, vilje til å tåle

motgang og tilbakeslag, osv.. Den illustrerer godt den utholdenhet som må til i et moderne forskningsprosjekt som – for å lykkes – krever innsats av et tusentall personer over år, og hvor kostnadene ligger i milliardklassen.

Og all denne innsats for å "redde" vår tids teori om universets skapelse ved å fastslå at den kosmiske bakgrunns-stråling viser "krusninger" i temperaturen, krusninger med et avvik på 6 milliondeler av gjennomsnitts-temperaturen på 2,73 grader over det absolutte nullpunkt. Et vitenskapelig prosjekt som for de fleste bare har en diffus forankring i menneskenes ønske om å vite hvor de kommer fra, og som neppe vil tilføre verden særlig mange nyttige industri-produkter. Leseren vil nok spørre seg om det kan være riktig å bruke så store ressurser på så "unyttige" prosjekter. Etter å ha lest boken, er det mulig at mange vil svare, ja.

Øivin Holter

∞

Bokomtaler

Asgeir Brekke og Alv Egeland: NORDLYSET – kulturarv og vitenskap, Grøndahl Dreyer, 1993, (168 sider).

Det er en interessant framstilling av forestillinger om nordlyset gjennom tidene de to fysikkprofessorene her presenterer. Vi lærer om de mystiske luene som beskrives i mytologi og folketro, tegn fra høyere makter til å glede seg over eller være redde for, om de første forsøk på en vitenskapelig forklaring for tre–fire hundre år siden, og om hvorledes forskningen fra generasjon til generasjon har gitt ny viten og ledet til nye teorier.

For oss danner nordlyset bru mellom naturvitenskap og humaniora, sier forfatterne i forordet til boka. De første kapitlene er preget av humaniora. En kan godt kalle det et stykke folkloreforskning. Det er samlet et omfattende materiale om forestillinger som har knyttet seg til nordlyset. Stoffet er hentet fra norrøne, samiske, grønlandske og nordamerikanske kilder. Vi får dessuten vite hvorledes det mystiske nordlyset har vakt oppsikt på sørligere breddegrader, og det gis eksempler på hvorledes det er brukt av diktere i vår egen tid. Dette er interessant kulturhistorie. Samtidig blir stoffet brukt som kilde for opplysninger om nordlysets utbredelse og hyppighet gjennom tidene. Folklorestoffet danner sammen med vitenskapelige observasjoner grunnlag for fysiske teorier. Av og til savnes kronologi i framstillingen. Forfatterne arbeider seg snart forover, snart bakover i historien, og samme stoffet blir gjentatt i ny sammenheng. I den delen av boka som behandler nordlysforskningen, er fremstillingen strengt kronologisk.

Jeg kan likevel ikke helt akseptere at nordlyset omtales som bru mellom humaniora og naturvitenskap. Forfatterne er naturvitere, og nordlysforskning er naturvitenskap. Innen folklore er nordlys et fenomen som i likhet med alle andre naturfenomen påvirker mennesket i deres tanke og uttrykksform.

Noe av det viktigste ved boka er at den viser hvilket kunstverk naturen i seg selv er. Kunst er ikke bare å skape, men også i høyeste grad å oppleve. Det har ikke noe med kunstig eller etterliknet å gjøre, men med å kunne eller erkjenne. Nordlyset er et av de mektigste naturfenomen vi kjenner. Her møtes kunst og vitenskap. På forskjellige måter kan vi oppleve naturen. Forfatterne viser hvorledes nordlyset er opplevd gjennom tidene. De viser det ved sitater fra diktningen og ved vakre bilder, og de utdyper inntrykket ved å få det inn i en systematisk vitenskapelig sammenheng med hele skaperverket. Det er et meget særartet fenomen, men etter hvert som en fordyper seg i det, bidrar det til å åpne øynene for mye av det andre vakre vi møter i naturen, enten det er i atomenes indre, i samspill mellom atomer i ordnede strukturer eller i verdensrommets storhet. Slik danner nordlyset bru mellom kunst og vitenskap.

Fra 1700-tallet opptrer nordlysforskningen som vitenskap, først rent deskriptivt og i stor grad gjort av prester og biskoper. Opplysningstiden betydde brudd med det mystiske, og det ble gjort famlende forsøk på å forstå opprinnelsen til det merkelige naturfenomenet. Periode for periode føres vi i boka fram mot en dypere forståelse av de effektene som gjør seg gjeldende. Samtidig tegnes kortfattete bilder av forskerne og deres virksomhet.

Representantene for gullalderen i norsk nordlysforskning: Birkeland, Størmer, Vegard, Krognes o.fl. har vel forfatterne ikke kjent selv, men de er ikke fjernere enn at de har kunnet skaffe seg god førstehånds informasjon om dem og deres bedrifter, I den siste generasjonen har de selv vært med å prege utviklingen og skriver om dette, noe som påvirker framstillingen både til det bedre og til det verre.

For fagfolk er det vanskelig å unngå tekniske detaljer som av og til skygger for de store linjene og gjør stoffet vanskeligere tilgjengelig enn det behøvde å være. Å popularisere samtidig som en uttrykker seg

faglig korrekt, er en vanskelig kunst. En litt strengere vurdering av hva som burde være med, kunne vært på sin plass. For eksempel forutsettes det at leseren kjenner til spektralanalyse og spektrallinjer, mens metoden for høydemåling ved triangulering forklares i detalj, og Doppler-forskyvning forklares bra på to steder.

Forfatterne er både forskere og fysikklærere. Det er forskerne som preger boka. Den inneholder svakheter som lærere ikke burde tillate. Dette gjelder f.eks. illustrasjonene. Utvalget av fotografier og gammelt billedmateriale er gjort med omhu og gjør boka til en praktutgave. Men virkningen ødelegges tildels av forfatternes egne skisser og diagrammer. De er ofte dårlig dimensjonert; teksten på dem er dels engelsk, dels norsk; skriften varierer fra overdimensjonert til knapt lesbar, og på aksene kan det være påført tall uten at enhetene er angitt.

Også i bruken av enheter viser forskernes suverenitet eller skjødesløshet seg. En bagatell er det vel at temperaturenheten, som i snart 30 år har hett *kelvin* med symbol K, blir kalt 'grad Kelvin'. Mer problematisk er det med enheten *Rayleigh* som er en spesialenhet for fotonstrålingstetthet. Her avvikes det fra den vanlige regelen om at enheter skal skrives med liten forbokstav, og symbolet som brukes, R, er det internasjonalt godkjente symbol for *røntgen*, enheten for eksponering ved røntgenstråling. Her er muligheten for forveksling stor, og den blir ikke mindre når de kaller det 'en enhet for lysintensitet'. Enheten for lyseksitans eller lysstrålingstetthet, som kunne vært benyttet her, er $lumen/m^2$ og hverken W/m^2 eller $fotoner/(m^2 s)$. Hvis det er mer hensiktsmessig å bruke fotonstrålingstetthet, kan det selvsagt gjøres, men da bør det også kalles slik. Å innføre spesialenheten $Rayleigh = 10^6 fotoner/(cm^2 s)$, kan bare forvirre dem som ikke kjenner terminologien.

Boka har et appendiks med endel noter og en fyldig referanseliste. Begge deler er verdifullt stoff, men det er vel en lapsus når sluttnotene kalles fotnoter. Beklagelig er det at person- og stikkordregister mangler. Det er riktignok en fryd bare å bla i boka og beundre den, men når en er på jakt etter bestemte opplysninger tillater ikke alltid tiden en slik fornøyelse.

Trygve Holtebekk

∞

Husk adresseforandringer

Nye Doktorer

Ulrik Hanke

Sivilingeniør Ulrik Hanke fra Hof i Vestfold, har tatt doktor ingeniør-graden ved Norges tekniske høgskole med avhandlingen *Støyspekter for én-elektron tunneleringsbarrierer.*

Tunnelering av elektroner, dvs. at elektroner trenger gjennom tilsynelatende ugjennomtrengelige barrierer, er et kjent fenomen i kvantefysikken. Et meget aktuelt forskningsområde i dag er elektroniske komponenter som er så små at den elektriske strømmen i komponenten hovedsakelig skyldes tunnelering av elektroner. Den antakelig mest lovende komponenten er én-elektrontransistoren, laget av halvledere eller metaller, som også kan være superledende.

Det at elektrisk strøm er diskrete elektroner som beveger seg, er opphav til en spesiell form for elektronisk støy. I avhandlingen har Hanke brukt kvantemekanikk for å beregne støyspekteret for én-elektrontransistoren. Han viser også hvordan man kan redusere støy-til-signalforholdet, og dessuten at støyspektroskopi kan brukes som et redskap for å identifisere de forskjellige fysiske prosessene som skaper elektrisk strøm. Én-elektrontransistoren brukes også som et instrument til å måle små elektriske ladninger. Avhandlingen inneholder teoretiske beregninger som viser at målesensitiviteten til et slikt instrument kan økes betydelig ved å optimalisere de fysiske parametrene som inngår. Én- elektrontransistoren kan brukes som fundamental enhet i digitale, logiske kretser og i statiske datalagre, der den vil redusere volum og varmeutvikling.

Prosjektet er utført ved Institutt for fysikk med professor Koung-an Chao som hovedfaglærer og faglig veileder.

Ulrik Hanke ble utdannet ved Fakultet for fysikk og matematikk, NTH, i 1989.

∞

Torgeir Nakken

Sivilingeniør Torgeir Nakken forsvarte den 22. april 1994 sin avhandling *Et nytt torsjonsstavinstrument for høyfrekvensmålinger av viskoelastisitet til tynne polymerløsninger* for dr.ing.-graden ved NTH. Arbeidet har i hovedsak bestått i å prosjektere, bygge og teste et instrument for å kunne måle viskøse og elastiske egenskaper til tynne vandige løsninger, inneholdende små mengder av polymerer.

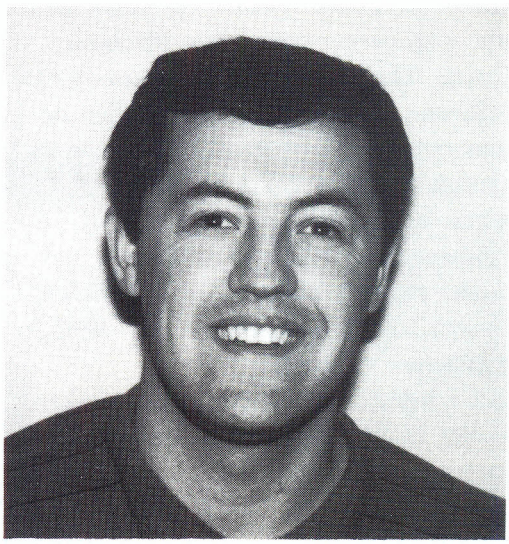
Instrumentet er et såkalt høyfrekvens viskoelastometer, der den vesentligste delen er en halv meter lang kvartsstav som genererer dempede torsjonsbølger i løsningen som skal studeres. Egenskapene til løsningen estimeres ved å måle endringene i svingningene med og uten polymerer tilstede i løsningen rundt staven. Flere instrumenter eksisterer for slike målinger, men de fleste av dem krever så store prøvevolum at flere polymerer som er vanskelig tilgjengelige i store kvanta ikke kan studeres med disse instrumentene. Siden man med det nye instrumentet uten tap av følsomhet kan foreta målinger med betraktelig mindre prøvevolum enn tidligere, vil en heretter kunne studere en rekke polymerer som det til nå ikke har latt seg gjøre å studere.

Prosjektet er utført ved Institutt for fysikk med professor Arnljot Elgsæter som hovedfaglærer og førsteamanuensis Arne Mikkelsen som faglig veileder.

Torgeir Nakken ble utdannet siv.ing. ved Fakultet for fysikk og matematikk i 1989. Han er nå ansatt som forsker ved Gruppe for biofysikk, NTH.

∞

John Birger Stav



Cand.scient. John Birger Stav forsvarte den 22. april 1994 sin avhandling *Radiative Gluon Effects in Massive Quark–Antiquark Production in Collisions of Electrons and Positrons* for dr.scient.-graden i fysikk ved AVH, Universitetet i Trondheim.

Doktorgradsarbeidet er innen området teoretisk elementærpartikkelfysikk, og er konsentrert omkring å studere hvilken effekt gluon-emisjon har på produksjonen av tunge kvarker i ultra-relativistiske kollisjoner mellom elektroner og positroner.

Studiet av slike kollisjoner inngår som en av de viktigste eksperimentelle metodene som blir brukt innenfor moderne elementærpartikkelfysikk for å teste og verifisere standardmodellen for svake- og elektromagnetiske krefter med størst mulig nøyaktighet. Dette blir gjort ved den store elektron–positron akseleratoren, LEP, ved CERN i Genève. Denne modellen forutsier blant annet at det skal eksistere 6 kvarker, hvorav 5 er påvist eksperimentelt. Den siste, topp-kvarken, er nylig oppdaget ved Fermi-lab.

For å foreta slike framtidige målinger, er det nødvendig å foreta teoretiske beregninger av produksjonen av tunge kvarker med størst mulig nøyaktighet. Dette er fram til nå hovedsakelig bare blitt gjort for lette kvarker, dvs. kvarker hvor en kan neglisjere effekten av deres masser.

Avhandlingen inneholder analytiske og eksakte beregninger av en del prosesser der kvarkmassen ikke kan neglisjeres. Resultatene viser at både gluonemisjon og tunge kvarker med stor masse gir betydelige

endringer av de teoretiske verdiene.

John Birger Stav tok cand.scient.-graden ved AVH, UNIT, i januar 1992. Doktorgradsarbeidet er utført under ledelse av professor Haakon A. Olsen. John Birger Stav er nå høgskolelektor ved Trondheim ingeniørhøgskole.

∞

Torolf C. Wedberg

Cand.scient. Torolf C. Wedberg (28) disputerte 17. juni for dr.scient.-graden ved Universitetet i Bergen med avhandlingen *Quantitative phase microscopy by two-dimensional optical diffraction tomography.*

Wedberg har i sin avhandling undersøkt en ny mikroskopisk teknikk basert på optisk diffraksjonstomografi. Ved denne teknikken blir et gjennomsiktig objekt belyst fra mange forskjellige retninger, og ut fra målinger av det transmitterte lyset for hver belysningsretning kan man rekonstruere objektets form og størrelse. I tillegg bestemmer denne teknikken også objektets brytningsindeks og absorpsjon. Slik ekstra informasjon kan være nyttig for identifisering og karakterisering av forskjellige typer av mikroskopiske objekter som f.eks. biologiske celler.

Wedberg har i sitt doktorgradsarbeid benyttet datasimuleringer for å teste ut den nye teknikken. Basert på disse resultatene er et eksperimentelt oppsett blitt konstruert, og dette oppsettet er benyttet til å rekonstruere brytningsindeksfordelingen i forskjellige typer av syntetiske og biologiske fibre. De eksperimentelle resultatene er lovende, og viser at optisk diffraksjonstomografi kan bestemme nøyaktig både form, størrelse, brytningsindeks og absorpsjon i gjennomsiktige, mikroskopiske objekter.

Torolf C. Wedberg er født i Colorado, USA. Han tok sin cand.scient.-grad ved Universitetet i Bergen i 1989. Doktorarbeidet har vært utført ved Fysisk institutt, UiB, med finansiering fra NTNF/UNIFOB.

∞

Trim i FFV

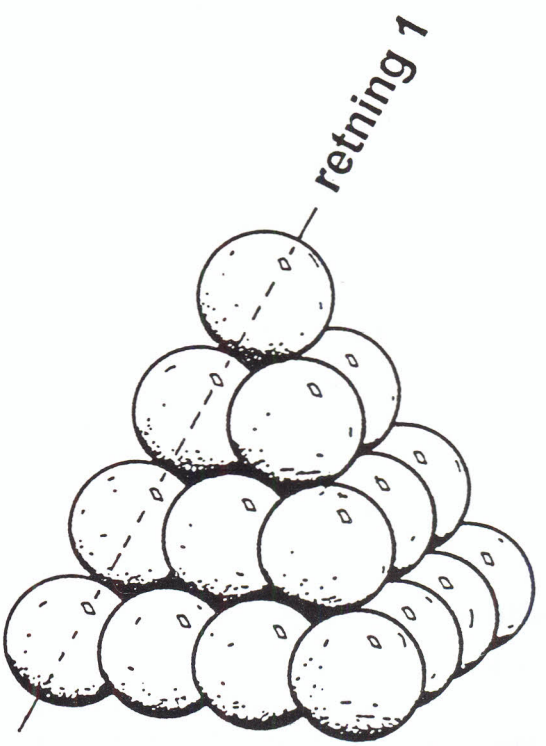
FFVT 3/94

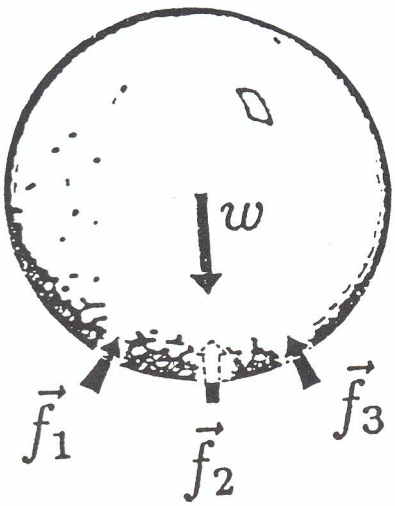
Skriv ned et tilfeldig tisifret tall (som første siffer er også null tillatt). Hva er det forventede antall *forskjellige* siffer?

Løsning FFVT 2/94

Spørsmålet dreide seg om trykkfordelingen i en pyramide som består av tettpakkede triangulære lag av glatte kuler, med bunnlaget holdt fast.

Vekten w av en kule balanseres av (høyst) seks krefter, tre fra kulene i laget under, tre fra kulene i laget over (hvis de er tilstede). Disse seks kreftene er parvis kolineære, slik at en kan se på vekten av hver kule som balansert av tre *netto*krefter, i retningene 1,2 og 3, retningene fra et kulesentrum til de nærmeste kulesentra





i nabolaget (se figuren). Av symmetrigrunner har disse tre nettokreftene $\vec{f}_1$, $\vec{f}_2$ og $\vec{f}_3$ samme størrelse f. (At $f = w/\sqrt{6}$ er irrelevant for argumentet som følger. At det ikke er noen horisontale krefter på ferde innser en ved å tenke seg at kulene i bunnlaget er limt fast med avstander ørlite større enn kulediameteren, slik at ingen kuler berører andre kuler i samme lag.)

Langs hver retning 1, 2 og 3 er det nå trivielt å bestemme kontaktkreftene, idet en starter fra den øverste kula i den retningen, der kraften i denne retningen er null på øvre og f på nedre halvkule. På kula nedenfor i denne retningen er kraften f på øvre og $2f$ på nedre halvkule. O.s.v. Da de tre *hjørnekulene i nederste lag* har flest kuler over seg i en bestemt retning, vil kontakttrykket bli størst på disse.

Kommentar:

En ser lett at den algebraiske summen av de tre kontaktkreftene på øvre halvkule har samme verdi for alle kulene i et gitt lag. Hjørnekulene har to nullbidrag så den ikkeforsvinnende krafta blir maksimal for disse.

Samme enkle argument virker for en todimensjonal pyramide. For dette problemet er det nylig vist (Am. J. Phys. **61**, 469, 1993) at spurver kan skytes med kanoner.

∞

Hva skjer

"MedFys-dagene", 10. – 12. november 1994

Norsk Forening for Medisinsk Fysikk (NFMF) er en faglig interesseorganisasjon for personer som arbeider innen medisinsk fysikk. Foreningen har omtrent 90 medlemmer, hvorav 2/3 er medisinske fysikere, og resten er radiografer, firmaer m.v. NFMF arrangerer årlig et fagseminar innen medisinsk fysikk og teknologi, og i år arrangeres de etterhvert så tradisjonsrike "MedFys-dagene" i Bergen, 10.–12. november.

Det er i år 5 hovedtema: *Aktuelt* (aktuelle saker innen medisinsk fysikk), *presentasjon av Nutec* (Norsk Undervannsteknologisk Senter), *kvalitetssikring, ikke-ioniserende stråling* (lavfrekvente elektromagnetiske felter, magnettomografi og hypertermi), og *dosimetri* (innen ioniserende- og ikke-ioniserende stråling). Arrangementet er åpent for alle med interesse for disse temaene, både medlemmer og ikke-medlemmer. De som ikke ønsker å delta alle dagene, kan melde seg på deler av arrangementet.

Påmeldingsskjema og nærmere opplysninger kan fåes ved Radiofysisk avdeling ved Haukeland sykehus. Kontaktpersoner er: Harald Valen (tlf. 55 97 20 22) og Frits Thorsen (tlf. 55 97 20 29, e-mail ftho@grieg.radfys.haukeland.no).

∞

Seminar om fysikken i skolen

Fysikklærerne ved Horten videregående skole ønsker interesserte velkommen til et én-dags seminar om moderne kvantefysikk i skoleundervisningen. Seminaret, som holdes på Horten videregående skole 2. desember 1994, har tittelen: *En ny måte å forstå naturen på?*

Arrangørene ønsker å lage et seminar der en rekke fundamentale faglige og metodiske spørsmål diskuteres. Spesielt tas det utgangspunkt i nobelprisvinneren Richard Feynmans kvante-elektrodynamikk. Denne teorien er basert på enkle idéer fra optikken, og spørsmålet er om ikke den kan gi elevene en bedre forståelse av f.eks. dualismen i kvantefysikken.

Professor Finn Ravndal, UiO, en tidligere elev av Feynman, deltar på seminaret.

Interesserte bes henvende seg innen 18. november til: Kåre Sky eller Eystein Raude, Horten vgs, Bekkegata 2, 3181 Horten. Tlf. 33 04 11 73, Fax: 33 04 83 10.

∞

Seminar i mikroelektronikk og sensorteknologi

16. – 18. januar 1995, på Sjusjøen Høyfjellshotell, Lillehammer/Sjusjøen.

Formålet med seminaret er å være et møtested for alle som arbeider med mikroelektronikk og sensor-

teknologi i Norge. Vi ønsker at det skal bidra til utveksling av idéer og erfaringer, og skape grobunn for personlig kontakt mellom miljøene. Vi ser det som spesielt viktig å være et forum til nytte og glede både for industrien og forskningsmiljøene.

Inviterte foredragsholdere:

Dr. Olav Solgaard, Berkeley: *Poly-silicon surface micromachines for opto-electronic integration and packaging.*

Prof. Heikki Seppa, Helsinki: *dc SQUID and other sensors based on superconductivity.*

Prof. Tom Kenney, Stanford: *Sensors based on tunneling displacement transducers.*

Prof. Tom C. Elliott, DRA Malvern: *Infrared sensors, status and outlook.*

I tillegg ønsker vi bidrag fra deltagerne. Frist for innsendelse av abstracts og påmelding er 15. november. Studenter oppfordres til å delta.

Mer informasjon fås ved å kontakte organisasjonskomitéen ved Berit Sundby Avset, Fysisk institutt, Postboks 1048 Blindern, 0316 Oslo. E-mail: B.S.Avset@fys.uio.no Telefax: 22 85 64 22.

∞

Nytt fra NFS

ÅRSMØTET 1994

Norsk Fysisk Selskap hadde årsmøte ved Fysisk institutt i Bergen 22. juni 1994 kl. 10.15.

Sakliste:

1. Godkjenning av innkalling og sakliste
2. Referat fra årsmøtet 1993 (se FFV nr. 4, 1993)
3. Årsmelding
4. Norsk Fysikkråd
5. Regnskap for NFS og FFV
6. Budsjett for 1994 og 1995 for NFS og FFV
7. Valg:
   a) president
   b) 1 styremedlem
   c) 1 varamedlem
   d) revisorer
   e) valgkomité
   f) 4 representanter til Fysikkrådet
8. Fysikermøtet 1995
9. Eventuelt

Presidenten, Thormod Henriksen, ønsket velkommen til årsmøtet. Han ga først ordet til Jan Vaagen som sa noen minneord om Odd Dahl som nettopp var gått bort i en alder av snart 96 år.

Pkt. 1
Det var ingen bemerkning til innkallingen eller saklisten.

Pkt. 2
Referatet fra årsmøtet 1993 ble godkjent uten kommentarer.

Pkt. 3
Årsmeldingen var lagt ut som møtedokument. Den er også trykket i dette nummer av FFV. Selskapet hadde pr. 1. juni 829 medlemmer, derav 24 studenter og 3 æresmedlemmer. De 7 kollektive medlemmene bidro i 1993 med kr. 19 000,– til selskapet. Selskapets økonomi er god, og bidragene til reisestipend for hovedfags- og doktorgradsstudenter beløp seg i 1993 til kr. 60 550,–.

Selskapet har 14 faglige grupper inklusive Nettverk for kvinner i fysikk. Rapporter fra de faglige gruppene var lagt ut. Kopier kan fås ved henvendelse til sekretæren.

Presidenten fortalte om den nye medlemsstrukturen i European Physical Society som blir effektiv fra 1. januar 1995. EPS godtar flere medlemskategorier som: vanlig medlem, pensjonist, student (opp til dr.grad) og lærer. Årsmøtet vedtok at NFS skal ha 3 kategorier fra 1995: vanlig medlem, student og pensjonist. De som ønsker det kan få tilsendt Europhysics News mot en ekstra avgift. Ordningen med IOM-medlemmer (Individual ordinary member) fortsetter som før for de som ønsker det.

Norsk Fysisk Selskap er "nasjonalkomité" for International Union of Pure and Applied Physics (IUPAP). Kontingenten betales av Det Norske Videnskaps-Akademi.

Pkt. 4
Jan Vaagen orienterte om Norsk Fysikkråd som hadde hatt 4 møter i 1993. Norsk Fysikkråd har fra begynnelsen av 1993 vært nasjonalt fagråd for Det norske Universitetsråd. Ellers henvises det til årsmeldingen som var lagt ut. Kopi kan fås ved henvendelse til selskapets sekretær.

Pkt. 5
Selskapets regnskap ble godkjent med et overskudd på kr. 43 974,25 og en beholdning på kr. 618 946,74, og Fra Fysikkens Verdens regnskap med et overskudd på kr. 1886,26 og en beholdning på kr. 211 822,40.

Pkt. 6
Styret fremmet forslag om kontingentøkning fra kr. 180,– til kr. 220,– for vanlige medlemmer, kr. 110,– for studenter og pensjonister. Tillegg for de som ønsker Europhysics News, kr. 30,–. Etter en del diskusjon ble økningen vedtatt mot én stemme. Alle medlemmene vil i løpet av høsten få tilsendt et spørreskjema om hvilken gruppe de tilhører og om de ønsker Europhysics News. Resten av budsjettet ble godtatt uten bemerkninger. Budsjettet for Fra Fysikkens Verden ble godkjent uten kommentarer.

Pkt. 7
Tore Amundsen ledet valget. Følgende ble valgt (fra 1. januar 1995):

President (2 år):	Thormod Henriksen (gjenvalg)
Styremedlem (2 år):	Erlend Østgaard (gjenvalg)
Styremedlem (2 år):	Unni Pia Løvhaug (gjenvalg)
Revisor, NFS (1 år):	Finn Tønnessen (gjenvalg)
Revisor, FFV (1 år):	Bjørn Slagsvold (gjenvalg)
Vararevisor (1 år):	Bjørn Berre (gjenvalg)

Valgkomité, gjenvalgt etter forslag fra presidenten:

Tore Amundsen, UiO
Ove Havnes, UiTø
Johannes M. Hansteen, UiB.

Etter forslag fra styret ble følgende valgt som medlemmer og varamedlemmer til Norsk Fysikkråd fra 1. januar 1995 (for 2 år):

Fra universitet:	Thormod Henriksen
vara:	Anne Grete Frodesen
Fra regionale høgskoler:	Annik Magerholm Fet
vara:	Hans Grelland
Fra videregående skoler:	Einar Oterholm
vara:	Karl Torstein Hetland
Fra forskningsinstitutter:	Einar Hinrichsen
vara:	Bjørn Hauback.

Alle valgene var enstemmige.

Pkt. 8
Jan Erik Solheim ønsket velkommen til Fysikermøte i Tromsø i 1995. Nøyaktig tidspunkt vil bli bestemt senere, men det blir antagelig like etter St. Hans.

Pkt. 9
Det var ingen saker under eventuelt.

Presidenten takket for fremmøtet. Han takket også styret og sekretæren for godt samarbeid gjennom året.

Prisutdeling

Så var tiden kommet for overrekkelse av IBMs Fysikkpris 1994 som er tildelt professor Koung-An Chao ved Institutt for fysikk, NTH. Prisen som er på kr. 20 000,– pluss en krystallskulptur, ble overrakt av Johnny Petersen fra IBM.

Nærmere omtale av prisvinneren er gitt annetsteds i dette nummer av FFV.

Referent Gerd Jarrett

∞

ÅRSMELDING 1993–1994

Årsmeldingen omfatter perioden mellom årsmøtene 9. juni 1993 og 22. juni 1994.

Organisasjonsforhold

Styret har bestått av:

- Thormod Henriksen (Oslo), president.
- Egil Leer (Oslo), visepresident.
- Marianne Foss (Tromsø) til 31/12 1993.
- Leni Grant (Tromsø) fra 1/1 1994.
- Erlend Østgaard (Trondheim).
- Anne Grete Frodesen (Bergen).

med varamedlemmer

- Jacob Stamnes (Bergen).
- Hallstein Høgåsen (Oslo).
- Unni Pia Løvhaug (Tromsø).

Selskapets sekretær er Gerd Jarrett.

Styret har hatt tre møter i perioden: ett i Oslo og to i Bergen.

Selskapet har 829 individuelle medlemmer (juni 1994), derav 24 studenter. Selskapet har tre æresmedlemmer.

NFS har følgende 7 kollektive medlemmer:
Chr. Michelsens Institutt, Laborel A.S., Norsk Hydro A.S., SINTEF, STATOIL, Simrad Optronics A/S og Aanderaa Instruments.

Årskontingenten for 1994 er kr 180,– for individuelle medlemmer og kr 90,– for studenter. Bidraget fra

de kollektive medlemmer var i 1993 kr 19.000,–. Selskapets økonomi er god og regnskapet for 1993 er gjort opp med overskudd på kr 43.974,–.

Fra Fysikkens Verden

Selskapets tidskrift **Fra Fysikkens Verden** gis ut fire ganger i året med et opplag på 1600. For Selskapets medlemmer er abonnementet inkludert i årskontingenten.

- **Redaktører:**
  1. Øivin Holter
  2. Finn Ingebretsen
- Redaksjonssekretær: Karl Måseide
- **Redaksjonskomité:**
  1. Noralv Bjørnå
  2. Anne Grete Frodesen
  3. Ingerid Hiis Helstrup
  4. Per Chr. Hemmer
  5. Egil Leer

Tidsskriftet drives med stor grad av egeninnsats fra redaktørenes side. Vi vil særlig berømme innsatsen til Karl Måseide. Tidsskriftet har fått en god form og stofftilgangen er tilfredsstillende. Budsjettet for 1994 er på kr 152.000,–. Ca. 60% kommer fra abonnentene, mens Norges forskningsråd bidrar med kr 25.000,–.

Fysikermøtet 1993

Fysikermøtet 1993 ble holdt i Oslo i tiden 8–10. juni med 150 deltagere. Jan Holtet var formann i arrangementskomitéen.

Det var faggruppen for partikkelfysikk som presenterte seg. Det var videre innviterte foredrag av Bjørn Wiik (*"New observations in microcosmos"*), B. Brown (*"Supernovae and black hole formation"*), Tor Hagfors (*"Latest radar studies of plasmas in the higher atmosphere"*), S. Bjørnholm (*"A spontanous self-organization. From atomic nuclei to fullerenes"*). Møtet ble avsluttet med et engasjenende foredrag for et fullsatt auditorium av Henry W. Kendall (*"The future of our globe seen by a physicist"*).

På den sosiale siden var det tur til Holmsbu Billedgalleri hvor en svært engasjerende Solveig Myhre viste oss Henrik Sørensens billedkunst. Etter besøket var det samling nede ved vannet på Støa. Siden vi var begunstiget av et strålende sommervær, ble det en uforglemmelig aften. Det var festmiddag i Videnskapsakademiet på Drammensveien.

Selskapets årsmøte ble holdt 9. juni på Norsk Teknisk Museum. Hele dagen foregikk på museet der utstillingen *"Deilig er den himmel blå"* om ozon, UV-stråling og drivhuseffekt ble vist.

Under årsmøtet ble **IBM's fysikkpris** for 1993 tildelt **Harald Bratsberg** og **Tom Henning Johansen** fra Universitetet i Oslo, **Simrad Optronics Pris i elektrooptikk** ble tildelt **Aasmund Sudbø** ved Televerkets Forskningsinstitutt på Kjeller og **Norsk Fysisk Selskaps Undervisningspris** ble tildelt **Ingerid Hiis Helstrup** for hennes innsats med Fysikkolympiaden.

Fysikermøtet ble dyktig ledet og gikk med et overskudd på kr 8492,–.

Faggruppene

Selskapet har følgende faggrupper (m/ledere):
Akustikk (H. Hobæk), Astrofysikk (P. Lilje), Biofysikk (A.I. Vistnes), Datafysikk og måleteknikk (T.H. Løvås), Kondenserte fasers fysikk (K.A. Chao), Generell teoretisk fysikk (P. Osland), Geofysikk og ionosfærefysikk (A. Egeland), Kjernefysikk (J. Vaagen), Optikk (J. Stamnes), Partikkelfysikk (B. Stugu), Petroleumsfysikk (J. Samseth), Plasma og gassutladningsfysikk (R. Armstrong), Undervisning (A.A. Grimnes) og Kontaktnett for kvinnlige fysikere (B. Lilja Bye).

Flere av gruppene har arrangert egne møter. Styret har gitt studentstipend til følgende konferanser og seminarer:

- Gruppe for petroleumsfysikk hadde seminar i Trondheim 23–24. august 1993.
- Trondheim workshop 23–27. august 1993.
- Rondablikkseminaret i kondenserte fasers fysikk og kjemi (september 1993).
- Gruppen for generell teoretisk fysikk hadde møte på Kronen Gaard Hotel 12–14. november 1993.
- Gruppen for plasma og gassutladningsfysikk hadde møte på Geilo 30. januar til 2. februar 1994.
- Gruppe for partikkelfysikk hadde møte på Spåtind 3–9. januar 1994.
- Gruppe for biofysikk hadde møte på Kongsvold Fjellstue 17–19. mars 1994.

Fysikkolympiaden

Fysikkolympiaden for skoleelever ble i 1993 arrangert i Williamsburg, Virginia, USA fra 10. til 19. juli. Det var den 24. i rekken av fysikk-OL. Det var 197 deltagere fra 41 land. Norske ledere var Ingerid Hiis Helstrup og Kårmund Myklebost.

De norske deltagere gjennomgikk et "treningskurs" på Universitetet i Oslo. OL ble vunnet av tyskeren Harald Pfeiffer og kineseren Juan Zhang. Våre deltagere nådde ikke opp til medalje denne gang, men de to beste lå tett oppunder.

Vår deltagelse ble økonomisk støttet fra Kirke- og Undervisningsdepartemenet og Norges forskningsråd (NT-området). Norge skal arrangere Fysikk-OL i 1996. En forberedende komité har vært i arbeid og foreslått at arrangementet legges til Fysisk institutt ved Universitetet i Oslo.

Norsk Fysikkråd

Norsk Fysisk Selskap velger 4 representanter til Fysikkrådet. Frem til 1/1 1995 er NFSs representanter: Rune Time, Marianne Foss, Jan Johannessen og Thormod Henriksen.

På årsmøtet ble Jan Vaagen gjenvalgt til formann og Bjørn Berre til nestformann.

Fra 1/1 1995 er det lagt nye retningslinjer for de 4 representantene som NFS velger. Således skal det være én representant fra universitetene, én fra de regionale høyskoler, én fra videregående skole og én fra forskningsinstituttene.

Forøvrig henvises til Norsk Fysikkråds årsmelding.

European Physical Society

Norsk Fysisk Selskap har i mange år vært assosiert til EPS. Som kjent har vi gjennom en periode på et par år arbeidet med et forslag om endringer i "**Constitution and by–laws**" som innebærer at de nasjonale fysiske selskaper slutter seg til EPS som fullverdige medlemmer. På EPS-konferansen i Firenze i september 1993 ble det enighet om nyordningen, og på Rådsmøtet i Krakow 24. mars 1994 ble de formelle endringer i "Constitution and by-laws" vedtatt. Nyordningen innebærer at det er 2 typer medlemmer i EPS. Det er som før IOM (Individual Ordinary Member) og "ordinary member" som gjelder for alle de som er medlem i et nasjonalt fysisk selskap – for eksempel NFS.

Medlemskontingenten i EPS er **"one unit fee"**. Den er for tiden 14,5 Swfr (IOMs betaler adskillig mer).

De særordninger som gjelder for det enkelte selskap vil en kunne beholde innenfor EPS. Det innebærer at våre studentmedlemmer (som betaler 50% kontingent) bare betaler 1/2 "unit fee". Vi kan merke oss at en er (internasjonalt) student frem til doktorgrad.

Rent økonomisk vil nyordningen ikke bety noen store endringer for oss som bare har omkring 800 medlemmer. Vi har i alle år betalt nær innpå 1 "unit fee" for våre medlemmer, mens de fysiske selskapene i Tyskland og England har hatt særordninger og betalt betydelig mindre pr. medlem.

Nyordningen medfører at medlemmene **kan** få "Europhysics News" sendt direkte til den adresse en oppgir. Selve forsendelsen vil føre til ekstra omkostninger som vi vil belaste den enkelte. Vi beregner dette til kr 30,- for 1995.

På rådsmøtet i Aten i mars 1992 ble Eivind Osnes valgt inn i styret i EPS. Han ble gjenvalgt på rådsmøtet i Nice. På rådsmøtet i Krakov ble han valgt til "vice-treasurer". President er fortsatt ungareren Norbert Kroo, mens tyskeren Herwig Schopper ble valgt til "president elect".

IUPAP

NFS er "Nasjonalkomité" for IUPAP. Medlemskontingenten til IUPAP betales av Det Norske Videnskaps-akademi. Vi har ellers ingen midler til kontakt og virksomhet i forbindelse med IUPAP. Den norske IUPAP aktiviteten er følgelig liten. Vi har enkelte representanter som sitter i de mange faglige "Commissions" som IUPAP består av. Det er for tiden; Hans Arne Frøystein som er med i SUNAMCO (Komité for enheter og størrelser), Rolf Stabell er vice-chairman i "Commission on Astrophysics", A. Krogstad som er med i "Commission on Acoustics" og Endre Lillethun er med i "Commission on Physics for Development". IUPAP hadde generalforsamling i Japan i september 1993 der vi var representert ved Rolf Stabell.

Fysikkpriser

Norsk Fysisk Selskap har for tiden 3 priser i fysikk.

1. **Simrad Optronics' pris i elektrooptikk.** Prisen gis for et norsk arbeid på fagområdet elektro-optikk eller et arbeid der elektro-optiske metoder er anvendt. Prisen er på kr 15.000,– og deles ut annethvert år. Den ble delt ut i 1993 for sjette gang.

2. **IBMs fysikkpris (kondenserte fasers fysikk).** IBM Norge vil hvert år i 5 år gi en pris i kondenserte fasers fysikk. Prisen er på kr 20.000,– og deles ut for siste gang i 1994.

3. **NFS Undervisningspris.** Det fond vi har opparbeidet er nå på kr 121.500,–. Det er meningen å bruke avkastningen hvert annet år til en pris for fremragende arbeid i videregående skole. Den første prisen på kr 15.000,– ble utdelt på Fysikermøtet i Oslo 1993.

Styret takker

Styret i NFS vil rette en takk til alle tillitsvalgte i Selskapet for en fin frivillig innsats for norsk fysikk.

Styret vil rette en spesiell takk til Selskapets sekretær **Gerd Jarrett** som gjør en kjempejobb og som binder Selskapet sammen på en utmerket måte.

Blindern i juni 1994

Thormod Henriksen
(President)

∞

STIPEND

Tidsskriftet *Physica Scripta* har besluttet å utdele 2 reisestipend på inntil 10 000 svenske kroner. Stipendene går til unge fysikere som skal delta i en konferanse. Begrunnede søknader om stipend sendes til Styret i Norsk Fysisk Selskap. Sknadsfrist er 1. februar 1995.

∞

Nye medlemmer tatt opp 19. juni 1994:

Student Nader Aeinehchi
Fysisk institutt
Universitetet i Oslo
Boks 1048 Blindern
0316 Oslo

Professor Lyder Atteraas
Fysisk institutt
Universitetet i Bergen
Allégt. 55
5007 Bergen

Student Knut Erik Fygle
Fysisk institutt
UNIT / AVH
7055 Dragvoll

Direktør Ole Harbitz
Statens strålevern
Boks 55
1345 Østerås

Stipendiat Børge Holme
Senter for materialforskning
Gaustadalléen 21
0371 Oslo

Stipendiat Bjørn Tore Hjertaker
Fysisk institutt
Universitetet i Bergen
Allégt. 55
5007 Bergen

Rådgiver Helge Klemsdal
Norges forskningsråd
Område Miljø og Utvikling
Postboks 2700 St. Hanshaugen
0131 Oslo

Student Emil Koksvik
Fysisk institutt
Universitetet i Oslo
Boks 1048 Blindern
0316 Oslo

Student Odd Harald Odland
Fysisk institutt
Universitetet i Bergen
Allégt. 55
5007 Bergen

Forsker Gunnhild Oftedal
Sintef Unimed
7034 Trondheim

Student Martin Syvertsen
Nedre Møllenberggt. 75
7043 Trondheim

Student Thore Jarle Sørensen
Fysikkavdelingen
Institutt for energiteknikk
Boks 40
2007 Kjeller

Student Knut Tungesvik
Fysisk institutt
Universitetet i Bergen
Allégt. 55
5007 Bergen

Høgskolelektor Johannes Tveita
Boks 98
8700 Nesna

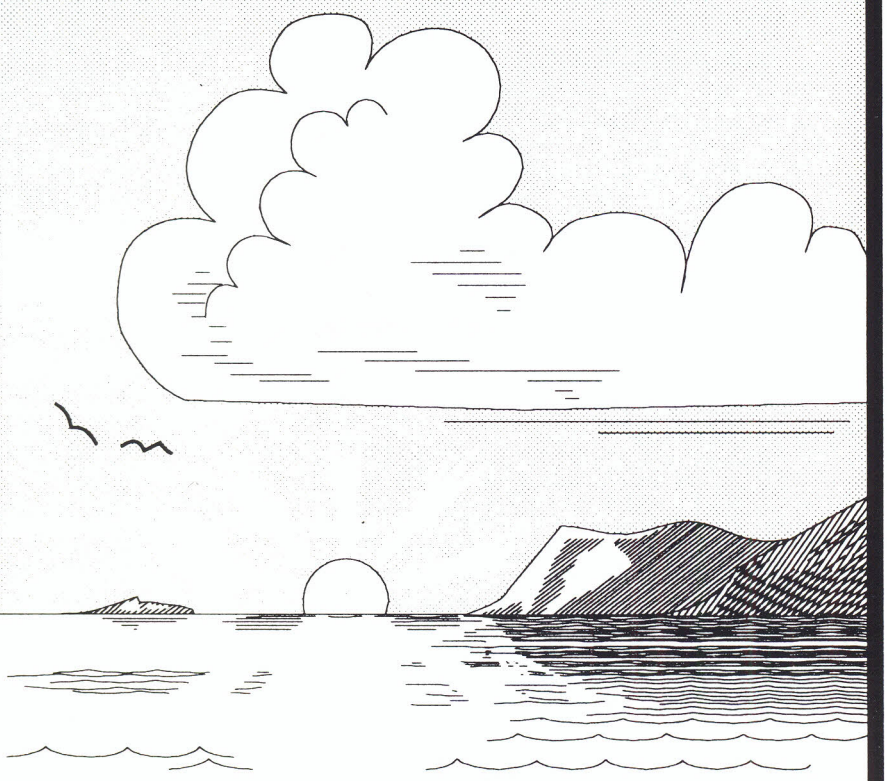
∞

KUNDEBLAD

Returadresse:

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

VÆR – KLIMA – MILJØ



Vi utvikler instrumenter for oseanografi og meteorologi fra scratch til avanserte produkter for et internasjonalt marked. Vi krever allsidige ingeniører.

AANDERAA INSTRUMENTS

FANAVEIEN 13B,
5051 BERGEN, NORWAY.
TEL. 05 132500, TLX 40049
TELEFAX + 05 137950

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

Norsk Fysisk Selskap

STYRE

President:
Professor Thormod Henriksen,
Fysisk inst., Univ. Oslo.

Visepresident:
Professor Egil Leer,
Inst. f. teor. astrofys., Univ. Oslo.

Styremedlemmer:
Stipendiat Leni Grant,
Nordlysobs., Univ. Tromsø.
Professor Anne Grete Frodesen,
Fysisk inst., Univ. Bergen.
Professor Erlend Østgaard,
Fysisk inst., AVH, Univ. Trondheim.

Selskapets sekretær:
Gerd Jarrett,
Fysikkavd., IFE,
Boks 40, 2007 Kjeller.
Tlf.: 63 80 60 75 Fax.: 63 81 09 20
E-mail: gerd@ife.no
Postgiro: 5 88 38 89
Bankgiro: 5102.42.00012

Fra Fysikkens Verden

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

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

Redaksjonskomité:
Professor Noralv Bjørnå,
Inst. f. mat. realfag, Univ. Tromsø.
Professor Anne Grete Frodesen,
Fysisk inst., Univ. Bergen.
Lektor Ingerid Hiis Helstrup,
Langhaugen skole, Bergen.
Professor Per Chr. Hemmer,
Inst. f. fys., NTH, Univ. Trondheim.
Professor Egil Leer,
Inst. f. teor. astrofys., Univ. Oslo.

Ekspedisjonens adresse:
Fra Fysikkens Verden,
Fysisk institutt, Universitetet i Oslo,
Boks 1048 Blindern, 0316 Oslo.
Tlf.: 22 85 64 28
Fax.: 22 85 56 71 / 22 85 64 22
E-mail:
oivin.holter@fys.uio.no
finn.ingebretsen@fys.uio.no
karl.maseide@fys.uio.no
Postgiro: 0807 5 10 47 24
Bankgiro: 6094.05.40227

Fra Fysikkens Verden kommer ut 4 g. årlig.
Abonnement kan tegnes fra ekspedisjonen.
Årsabonnement kr. 100. (Studenter kr. 50.)
Løssalg kr. 30 pr. nummer.