Fra Fysikkens Verden

Nr. 4 – 2001
63. årgang

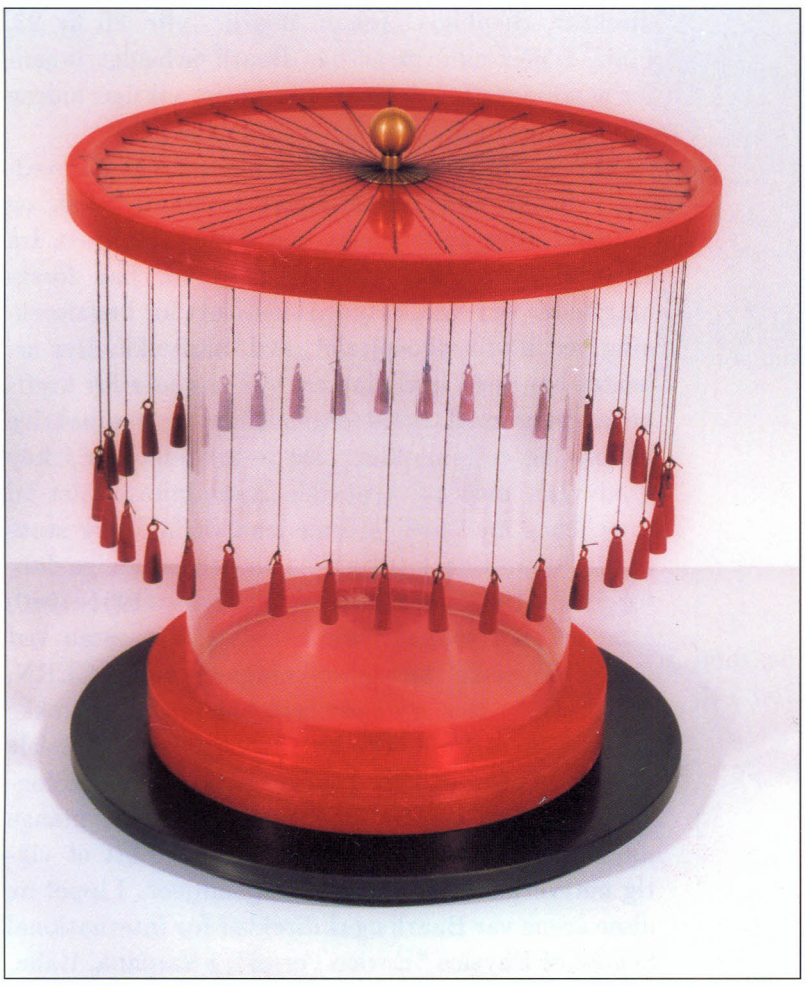
Utgiver:
Norsk Fysisk Selskap

Redaktører:
Øivin Holter
Finn Ingebretsen

Redaksjonssekretær:
Karl Måseide

Innhold

T. Holtsmark, J. H. Wold, I. Østby:
Bevegelse og hastighet 100
Øyvind Grøn:
Galaksenes alder 104
Leif Veseth:
Nobelprisen i fysikk 2001 108
Fra Redaktørene 98
FFV Gratulerer 98
Johan Baarli
Michael Baziljevich
Fysikknytt 111
Nøytrionoproblemet er løst
Magnetfelt og kreftfare
Fysikk i Skolen 113
Fysikkfaget bør moderniseres
Hvordan få flere fysikere?
Konferanse 115
ICPS 2001 i Irland
Bokomtaler 119
Nye Doktorer 122
Dr.scient. Alvin Brattli
Dr.ing. Trond Ramsvik
Dr.ing. Per Kristian Rekdal
Dr.scient. Leo Saks
Dr.scient. Audun Sanderud
Dr.scient. Steinar Vervik
Dr.scient. Dag Østvang
Fysikksnutt 126
Trim i FFV 126
Nytt fra NFS 127
Fysikermøtet 2002
Nye medlemmer



Apparat for demonstrasjon av bevegelse og hastighet
(se artikkel)

ISSN-0015-9247

Fra Redaktørene

Matematikken er fysikkens språk, og det er lang tradisjon blant fysikere for å hevde at matematikk avslører naturens innerste hemmeligheter. Og når sant skal sies, viser en minst like lang historie at matematikken har hatt de mest forbløffende triumfer i fysikkfagets utvikling. Samtidig som det er et kompakt språk har matematikken også en egen iboende logisk struktur som gang på gang har bidratt til å avdekke fundamentale egenskaper ved naturen. Og historien ser bare ut til å fortsette.

Denne serie av triumfer befester stadig vår overbevisning om fysikkens fortreffelighet, hvilket på ingen måte er urimelig. Og det kompakte språket som gir så stor "meningstetthet", kan synes å være uovertruffent. Sammenligner vi med vårt vanlige språk, som for eksempel i denne løpende teksten, blir denne forestillingen bekreftet.

Men vårt daglige språk har faktisk også flere iboende muligheter. Det kan være mer kompakt og ha et langt større innhold pr. ord i poesi enn i prosa. Dette er ingen stor åpenbaring for de av oss som lar oss berike av poesi. Hvem er vel ikke slått av hvor mye få ord kan si oss i poetisk form?

På Oslo-trikken har det i lengre tid vært en poesikampanje der korte dikt er slått opp til passasjerenes glede og adspredelse. Vi innrømmer gjerne og ydmykt at vi ikke har forstått alt vi har lest. Men ofte kommer det gullkorn, og ett av dem vil vi gjengi her. Diktet er skrevet av Ivar Ovredal, og burde leses av mange – kanskje spesielt av dem som ikke bruker trikken:

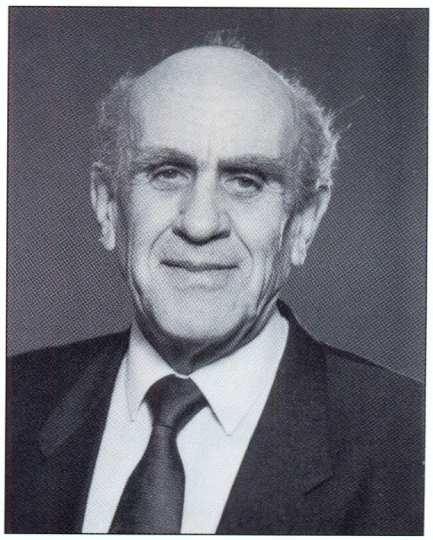
Planleggeren tek store steg bakover
og får større oversyn.
Med ryggen til det kommande.
Det er jo berre: Noko
vi ikkje veit.

Med dette vil redaksjonen få ønske både de som leser og de som burde lese FFV, en riktig God Jul og et Godt Nyttår!

∞

FFV Gratulerer

Johan Baarli 80 år



En nestor innenfor strålingsvitenskap og strålevern, direktør, dr.philos. Johan Baarli, fylte 80 år 23. juni. I mer enn 50 år har Baarli arbeidet innenfor strålingsfeltet der han har levert viktige bidrag til strålingsmedisinen og strålingsbiologien.

Johan Baarli tok cand.real.-eksamen med hovedfag i fysikk ved Universitetet i Oslo i 1950, og arbeidet som amanuensis ved Fysisk institutt fra 1950 til 1953. Fra 1953 til 1961 var han forskningsleder ved Norsk Hydros institutt for kreftforskning ved Radiumhospitalet, avd. biofysikk. Her arbeidet han med utvikling av nye metoder for kreftbehandling med betatronmaskiner og radioaktive kobolt- og cesiumkilder. Dette arbeidet har i høy grad vært med på å utvikle Radiumhospitalet til et sykehus med høy internasjonal strålefaglig standard. Johan Baarli tok sin naturvitenskapelige doktorgrad i 1961, og de neste 20 årene (1961–1980) arbeidet han som sjef for helsefysikktjenesten ved Det europeiske kjerneforskningssenteret, CERN, i Genève. Her gjennomførtehan en lang rekke spennende strålebiologiske eksperimenter, spesielt omkring virkninger av høyenergistråling på biologiske systemer, og han knyttet imponerende mange nære internasjonale kontakter som er blitt et viktig nettverk for norske forskningsmiljøer. I løpet av disse årene var Baarli også direktør for International School of Physics "Enrico Fermi", i Varenna, Italia, i 1975; og på bakgrunn av sin vitenskapelige kom-

petanse i strålevern, var han i flere år rådgiver for den europeiske romforskningsorganisasjonen, ESA.

Fra 1980 og fram til fylte 70 år, var Johan Baarli direktør ved Statens strålevern (tidligere Statens institutt for strålehygiene). Denne oppgaven løste han med stor entusiasme og energi, og bidro i vesentlig grad til at instituttets faglige nivå og miljø ble videreutviklet og styrket. Ikke minst har han bidratt til at strålevernets funksjon er blitt tydeliggjort i samfunnet. Hans markerte utspill i forbindelse med Tsjernobyl-ulykken i 1986, demonstrerte en klar faglig integritet, og hans vurderinger og perspektiver er til fulle blitt bekreftet gjennom de omfattende analyser og studier som både Verdens helseorganisasjon (WHO) og FNs strålevitenskapelige komité (UNSCEAR) har gjennomført om Tsjernobyl-ulykken.

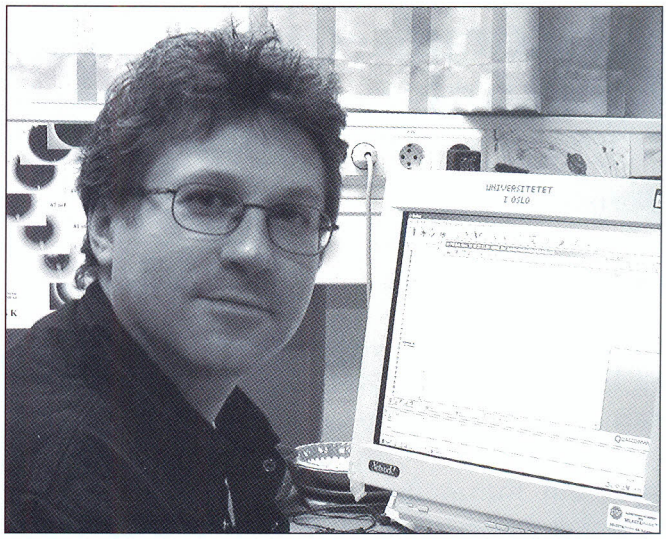
I 1991 ledet Johan Baarli "Tromsømøtet om strålevernsproblemene i Nordområdene". Dette vitenskapelige møtet var i stor grad et resultat av hans engasjement, pionérvirksomhet og internasjonale kontaktnett, og for første gang kunne strålevernsproblemene og radiologisk sikkerhet i nordområdene diskuteres på et faglig plan med russiske forskere. Under dette møtet ble Baarli tildelt Kongens fortjenestemedalje i gull for sitt betydningsfulle vitenskaplige arbeid og sitt arbeid for å fremme internasjonale faglige kontakter. Det er interessant å registrere at de grunnleggende synspunktene som Baarli i alle år har fremmet når det gjelder risiko ved små stråledoser og radioaktiv forurensning, nå preger utviklingen av de nye internasjonale strålevernprinsippene. Dette er helt i tråd med Johan Baarlis ånd: høy faglig integritet.

Selv om Johan Baarli ble pensjonist for 10 år siden, har ikke dette lagt noen demper på hans engasjement for sitt fagområde. Helt siden han sluttet som direktør ved Statens strålevern har han hatt sin daglige arbeidsplass ved Biofysikkgruppen ved Fysisk institutt, UiO. Der er han en høyt verdsatt venn og faglig kapasitet som med glede bistår studenter og ansatte i faglige spørsmål. Hans engasjement, humor og vennlige replikk er også blitt en viktig del av forskningsgruppens sosiale fellesskap. Det gleder oss å se at han er ved god helse og ikke har tanker om å "pensjonere" seg fra faglige aktiviteter.

Gunnar Saxebøl, Statens strålevern
Per Ivar Wethe, Institutt for energiteknikk
Eli Olaug Hole, Fysisk institutt, UiO

∞

Formidlingsprisen til Michael Baziljevich



Norges forskningsråds pris for fremragende forskningsformidling på 200 000 kr, er i år tildelt førsteamanuensis Michael Baziljevich ved Fysisk institutt, Universitetet i Oslo. Han får prisen bl.a. for sin idé og gjennomføring av Astrofestivalen, som i år ble arrangert for tredje gang, og for en usedvanlig og fremragende innsats for formidling av realfag til almennheten, spesielt til ungdom.

Baziljevich er aktivt med i formidlingsprosjekter ved Fysisk institutt, så vel direkte til skoler som på Internett. Han har engasjert seg i Nysgjerrigperprosjektet, og har vært leder av Forbundet Unge Forskere.

Bazilijevich skriver også populærvitenskapelige bøker og artikler, opptrer i radio og fjernsyn, og deltar på utstillinger og messer. Han er en god forteller og en engasjert formidler som evner å forklare fysikken på en lettforståelig måte. Hans eget fagfelt er studier av høytemperatur superledere, og han er med i en internasjonalt anerkjent forskergruppe ved Fysisk institutt, UiO, der han bidrar med vitenskapelig og popularisert formidling.

I sitt eget fagmiljø ivrer han for å øke forskningsformidlingens status og betydning, og han er en varm talsmann for viktigheten av at forskerne engasjerer seg i formidling, der han selv er et usedvanlig godt eksempel. *FFV gratulerer!*

∞

Historisk-didaktisk perspektiv på forståelse av bevegelse og hastighet

Torger Holtsmark, Jan Henrik Wold og Ivar Østby *

Oppdelingen av bevegelseslæren i dynamikk og kinematikk kan forstås på bakgrunn av at den greske vitenskap etterlot seg en konflikt mellom en platoninspirert geometriserende lære om himmelbevegelser som hviler i en kosmisk orden, og en aristotelisk lære om bevegelse som jordisk stedsforandring drevet av iboende eller ytre krefter. I Kepler flyter disse to vitenskaper sammen idet bevegelse blir forstått som et kompleks av en dynamisk begrunnet stedsforandring og en retningsforandring innenfor systemet av himmelretninger. For elementærundervisningen i fysikk er det en hovedoppgave å grunnlegge en helhetlig forståelse av bevegelsesfenomenet. Med dette for øye har forfatterne utviklet et demonstrasjonsapparat som fremhever noen aspekter ved bevegelse som lett kan bli oversett.

Erfaring av bevegelse og hvile

Hvis man ved innledningen til kinematikken spør studentene om hva de egentlig forstår ved "bevegelse" og "øyeblikkelig hastighet", er sjansen stor for at det oppstår en spørrende stillhet. Dette til tross for at dagligspråket refererer til en mangfoldighet av bestemte, gjenkjennbare bevegelseskvaliteter som at ting "rører på seg", det være seg "hurtig", "langsomt", "plutselig", "vedvarende" ..., at de "faller", "stiger", "dreier"..., at bevegelse "finner sted", "begynner", "slutter" osv.

Spørsmålet fremtvinger imidlertid også et kontraspørsmål om hva vi forstår ved "hvile". Mellom "bevegelse" og "hvile" består et dialektisk forhold, idet "hvile" må karakteriseres som "ikke-bevegelse" eller "fravær av bevegelse", dvs. fravær av bestemte mulige bevegelser. For så vidt som hvile uttrykkes med slike verbalformer som "hviler", "ligger stille" etc., er også hvile noe som finner sted "der og da", "i øyeblikket".

Sondringen mellom bevegelse og hvile er i visuell sammenheng betinget av muligheten til å la blikket "hvile" på, eller "fiksere" et avgrenset objekt, slik at det synes fast forbundet med synsfeltets egenramme, som kan være representert ved nesetippen. Fornemmelsene av bevegelse og hvile er betinget av et samspill av muskelfornemmelser knyttet til hodets og øyets bevegelse idet vi med blikket fastholder objektet.

Bevegelseserfaringen er i utgangspunktet en sansekvalitet og har som sådan visse generelle trekk til felles med andre sansemodaliteter. Det er f.eks. en analogi mellom "mørke" som fravær av lys, og "hvile" som fravær av bevegelse. Hver for seg muliggjør de avgrensningen av hhv. lys og bevegelse som gjenkjennbare forestillingselementer. Like lite som vi kan *forestille* oss lys uten referanse til mørke, kan vi *forestille* oss bevegelse uten referanse til hvile.

Studentenes usikkerhet overfor spørsmålet om bevegelse og øyeblikkelig hastighet er velbegrunnet. Det fremkaller den samme usikkerhet som f.eks. spørsmålet om hva vi forstår ved "farger", som jo også utgjør en mangfoldighet av gjenkjennbare sansekvaliteter (blått, rødt osv.). Som sådanne betyr de ikke noe bestemt, men nettopp derfor står vi fritt til å sette dem inn i en mulig forståelsesmessig sammenheng slik at vi f.eks. ut fra et blikk på trafikklyset har muligheten til å reagere riktig i øyeblikket. I mangel av trafikklys legger vi eventuelt fornemmelsen av bilens fart og retning til grunn for hvordan vi skal reagere. Med andre ord: Ved hjelp av gjenkjennbare sansekvaliteter *modellerer* vi en virkelighet som vi føler oss hjemme i, det være seg i en praktisk trafikksituasjon, som maler foran et lerret, eller som teoretiserende forsker.

Det må være en primæroppgave for fysikkundervisningen på det videregående skoletrinn å skjerpe

*Fysisk institutt, Universitetet i Oslo

evnen til å modellere en virkelighet på grunnlag av erfaring. Dette er imidlertid noe annet enn å servere modeller for erfaringen som sådan, f.eks. med utsagn om at farger "er" noe annet enn det de viser seg som, at de "er" elektromagnetiske bølger med bestemte bølgelengder, at de "oppstår i hodet" og lignende påstander som rett og slett er uten mening.

På denne bakgrunn vil vi gå tilbake til spørsmålet om hva vi forstår ved bevegelse og hastighet "i øyeblikket". Man kunne f.eks. nærme seg spørsmålet praktisk ved følgende modell: Ved min hastighet her og nå forstår jeg at hvis den vedblir å være den samme i tiden fremover, vil jeg da og da befinne meg der og der. Dette er ikke galt, men det impliserer en ganske abstrakt forståelse av hastighet som et kompleks av retnings- og stedsforandring. – Hva om jeg her og nå sitter på en karusell? Et annet problem, som våkne elever bør oppdage, er at denne modellen underslår at hastighet innebærer avstands- og retningsforandring, ikke bare i forhold til ett, men til *alle* steder i mine omgivelser. Den nevnte hastighetsmodellen mangler et vesentlig ledd i forestillingen om bevegelse som et kompleks av steds- og retningsforandring.

La oss derfor se nærmere på noen typiske erfaringer av bevegelse og hvile. Når vi fra en veranda følger fuglens flukt med blikket, eller vi fra en togkupé følger en flaggstang med blikket idet den passerer forbi vinduet, er disse erfaringene vanligvis knyttet til at vi dreier hodet slik at fuglen/flaggstangen synes stivt forbundet med vårt eget hode. Fuglen/flaggstangen blir innlemmet i hodesystemet og dets bevegelse som vi fornemmer ut fra et samspill av muskelaktiviteter. I dette systemet står fuglen/flaggstangen stille mht. retning. I begge tilfeller ser vi samtidig landskapet likesom rotere omkring fuglen/flaggstangen i motsatt retning av hodedreiningen. Vi har altså å gjøre med en hodedreining som vi utfører, men ikke ser, og en landskapsdreining som vi bare ser. Bevegelseserfaringen har mao. et dynamisk element knyttet til en muskulært betinget kraftfornemmelse, og et kinematisk element knyttet til tingenes nærvær i synsfeltet.

Bemerkelsesverdig er det at i de nevnte eksemplene har vi en like bestemt fornemmelse av at fuglen er "i bevegelse" som at flaggstangen "hviler".

En ikke uvanlig erfaring i togkupeen er at man under togets opphold på stasjonen med ett kan komme i villrede om det er ens eget tog eller nabotoget som har begynt å røre på seg. Her registrerer vi gjennom vinduet at de to togene beveger seg i forhold til hverandre, men vi er ikke i stand til å knytte bevegelsen til ett av dem før en tredje referanse opptrer, f.eks. i form av stasjonsbygningen.

En erfaring som mer er knyttet til vår egen utførte bevegelse, kan vi få en fullmånekveld på vår kveldsvandring langs en bygate. Hvis da månen står like over hustakene, synes det som om månen ledsager oss fra møne til møne. Hvis vi stanser opp, blir også månen stående stille. Også i dette tilfellet er måneskiven stivt forbundet med vårt hodesystem.

Umerkelige bevegelser

Hvis vi i det siste tilfellet blir stående en stund og betrakter den "hvilende" måneskiven, merker vi ganske snart at den har beveget seg aldri så lite i forhold til husmønet. Dermed ledes vår oppmerksomhet mot de "umerkelige bevegelser" som representerer en overgang mellom bevegelse og hvile hvor bevegelsens øyeblikkskarakter blir tilslørt. Stjerner i horisonten, formørkelser, planetpasseringer, urviserens gang etc. representerer også umerkelige bevegelser av denne typen. Stjerner på himmelen i sin alminnelighet erfares ikke som i bevegelse så lenge de ikke kan relateres til en landskapskontur eller lignende. Vi har å gjøre med en fornemmelsesterskel som gjør at vi må skjelne mellom merkbare og ikke merkbare bevegelser.

"Metamere" bevegelser

Bevegelseserfaringens karakter av sansefornemmelse kommer tydelig frem i forskjellige former for bevegelse av *bilder*. Vi kan koordinere tenning og slukking av lamper i et punktraster slik at vi ser en lysende figur bevege seg over en flate. Den samme bevegelsen kunne vi imidlertid se ved å sveipe en projisert figur over flaten. De to bevegelsene erfares altså som like selv om deres fysiske substrater er forskjellige. Tilsvarende forhold gjelder også for andre sansemodaliteter. For eksempel kan to fargenyanser fornemmes som like selv om deres energispektra er forskjellige. I kolorimetrien taler man da om "metamere" farger. I eksemplet med den lysende figuren kunne man tilsvarende tale om "metamere" fornemmelser av bevegelse.

Den greske astronomi bygget egentlig på prinsippet om "metamere" bevegelser. Dens oppgave var å tilpasse en bevegelsesmodell som lar oss forutsi himmelbevegelser uavhengig av hvilke dynamisk-fysiske egenskaper som måtte ligge til grunn. Dette kalte man å "redde fenomenene".

Arkaiske forståelsesformer

Forut for Galileis oppdagelse av lover for fallhastighet og Keplers lover for geometrisk optisk avbildning, går forståelsen av begrepsdualismer som bevegelse/hvile og lys/mørke. Menneskelig praksis har nok forholdt seg til hvile og mørke så langt kulturhistorien rekker, men spørsmålet om hvile og mørke som vitenskapelige begreper, fører oss tilbake til det 5. og 4. århundre f.Kr.

Komplekset lys/mørke ble av Platon lagt til grunn for den første kjente ansats til synets sansefysiologi i naturdialogen Timaios [67C–68D]. Bevegelse i en utvidet betydning, som "omslag" i sin alminnelighet, ble lagt til grunn for en alminnelig naturlære i Aristoteles' "Fysikken", egentlig "Påhørt om naturen" (*Akroasis physiké*), som har form av forelesningsreferater. Der blir det sondret mellom de tingene som er av natur og har begynnelsen til bevegelse og hvile i seg, i motsetning til de som skyldes håndverk, og som har begynnelsen til bevegelse og hvile i håndverkeren [Fysikken 192b, 8]. Etter at dualismen mellom naturlige og lagete ting er etablert, blir et eget kapitel viet en undersøkelse av selve bevegelsesbegrepet. Bevegelse blir bestemt som "virkeliggjørelse (aktualisering) av noe som eksisterer som mulighet for så vidt som det virkelig eksisterer som denne muligheten" [Fysikken, 201a,10]. Denne eiendommelige formuleringen har åpenbart til hensikt å ta vare på bevegelsens kontinuitet. En haug med mursten er i sin alminnelighet et mulig hus. For så vidt som huset blir bygget, er dets mulighet en virkelig, aktuell mulighet. Begrepet "bevegelse i øyeblikket" ble avvist, men kan nok sies å ha sin rot i ideen om bevegelse som omslag fra noe som foreligger som mulighet til noe aktuelt foreliggende idet det har nådd sitt mål.

Når denne forståelsen av bevegelse, som det mest omfattende kjennetegn ved naturen overhodet, anvendes på lokal bevegelse, f.eks. på en flyvende pil, betyr den at pilens flukt aktualiserer målskiven som et mulig sted for pilen. Pilens bane representerer de mulige steder hvor pilen kan bringes til hvile, f.eks. ved hjelp av et skjold.

Steds- og retningsforandring

Aristoteles kontra Platon

I Aristoteles' lære om lokal bevegelse ble hastighet bestemt som et forhold mellom tilbakelagt vei og anvendt tid, altså som det vi forstår ved gjennomsnittlig hastighet. Den svarer på de reisendes naturlige spørsmål: "Hvor langt er vi kommet? Når er vi fremme?" En forestilling om hastighet som bevegelsens "intensitet" her og nå, dukker først opp på 1400-tallet og blir da anskueliggjort gjennom en grafisk fremstilling hvor legemet tenkes utstyrt med et symbolsk termometer som på hvert sted viser bevegelsens "temperatur", dvs. dens hastighet. Denne fremstillingen omfattet kun det vi dag vil kalle banehastighet.[1] Den aristoteliske bevegelseslære handler om bevegelse som jordisk stedsforandring, om bevegelser som av naturlige eller påtvungne grunner begynner og slutter. Denne læren har altså karakter av dynamikk. Den platoninspirerte greske astronomi, derimot, handler om kosmiske bevegelser *uten* noe ytre mål, uten begynnelse og slutt, bevegelser som "hviler i seg selv", en slags kosmisk dans. Den hadde karakter av ren kinematikk. Himmellegemenes iakttatte bevegelser ble forsøkt utledet ved hjelp av en geometrisk konstruksjon basert på sirkelbevegelser langs episykler og eksentere.[2] Denne dualismen har fulgt fysikken frem til i dag. Det er en myte at Galilei brøt med den aristoteliske naturlære. Han sto dypt inne i den, men representerte også den historiske sammensmelting av Platons matematiserende og Aristoteles' dynamiske naturforståelse, en sammensmelting som ble fullbyrdet gjennom Keplers dynamiske forståelse av himmellegemenes bevegelser.[3]

Demonstrasjon av steds- og retningsforandring

Hvis vi under en seilas inn gjennom Oslofjorden flytter oss fra skipets baug til dets akterende, og samtidig roterer vårt hodesystem 180°, beveger vi oss fra en posisjon hvor vi ser reisens mål (Oslo) nærme seg, til en posisjon hvor utgangspunktet fjerner seg i forlengelsen av kjølvannet. Men det finnes en mellomposisjon, ved rekken, hvor vi ser landskapet med sommerhyttene gli forbi. Hver enkelt av hyttene nærmer seg, passerer i en minste avstand og fjerner seg igjen.

Vi erfarer hyttenes bevegelser som et kompleks av avstands- og retningsforandringer. Retningsforandringene bedømmer vi ut fra systemet av himmelretninger, mens avstandsforandringene i prinsippet må måles i skritt. Idet hyttene glir forbi, har de en skiftende ("akselerert") hastighet mot oss og en skiftende ("akselerert") vinkelhastighet om oss.

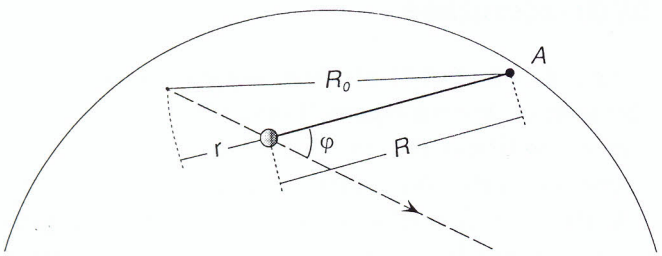
Hastighet som et kompleks av skiftende hastighet *mot*, og skiftende vinkelhastighet *om* et vilkårlig punkt, kan anskueliggjøres ved hjelp av et instrument som er vist på bladets forside (figur 1).

På dette instrumentet kan en brikke føres fritt omkring på en sirkulær plattform med gradinndelt periferi. Brikken er ved hjelp av et sett tynne, myke, jevnt fordelte snorer forbundet med plattformens periferi, hvor de løper gjennom hvert sitt hull og derfra ned til små lodd som holder snorene stramme. Snorlengdene er tilpasset slik at når brikken befinner seg i plattformens sentrum, danner loddene et horisontalplan. Når brikken beveges, vil dette planet vippe om en horisontal akse som ligger i planet gjennom brikken normalt på brikkens bevegelsesretning.

Hvert enkelt lodd beveger seg mellom en øvre og en nedre grensehøyde som er felles for alle loddene. Loddenes hastighet nedover er i hvert øyeblikk lik brikkens radielle hastighet i retning av den tilhørende snorens gjennomføringshull (se appendiks). På plattformen vil det enkelte horisontale snorstykke som løper gjennom hullet, kontinuerlig skifte retning med en vinkelhastighet lik brikkens vinkelhastighet om gjennomføringshullet. Relativt til det enkelte hull utfører altså brikken en bevegelse som er et kompleks av en bevegelse *mot*, og en dreining *om*, hullet. I det alminnelige tilfellet vil de tilsvarende hastigheter og vinkelhastigheter skifte fra øyeblikk til øyeblikk.[4]

Appendiks

Brikken på instrumentet beveger seg med konstant hastighet v på plattformen, som vist i figur 2. (Hastighet og akselerasjon behandles her som skalare størrelser.) Snorstykket fra brikken til hullet A danner vinkelen φ med brikkens bevegelsesretning. Snorretningens vinkelhastighet (den tidsderiverte av φ) betegnes ω. Fra hullet henger snoren loddrett og holdes stram vha. et lodd. Avstanden mellom brikken og hullet betegnes R, og avstanden fra hullet til loddet betegnes l. Vi antar at snorens lengde er konstant, dvs. $R + l = konstant$.



Figur 2. Skisse av brikkens bevegelse på plattformen relativt til gjennomføringshullet A.

Vi søker loddets hastighet v_l og akselerasjon a_l uttrykt ved snorretningen φ. Vi lar R_0 være brikkens avstand fra hullet A i startøyeblikket og definerer *brikkens radielle forskyvning mot A* som lengden r gitt ved $r = R_0 - R$. Videre lar vi v_r være *brikkens radielle hastighet mot A* (som er lik den tidsderiverte av r) og r_φ *brikkens transverselle hastighet relativt til A*. Brikkens totale hastighet v er da gitt ved

$$v = \sqrt{v_r^2 + v_\varphi^2}, \tag{1}$$

hvor $v_r = v\cos\varphi$ og $v_\varphi = v\sin\varphi$.

Hvis v_l er loddets hastighet *nedover*, får vi:

$$v_l = \frac{dl}{dt} = -\frac{dR}{dt} = \frac{dr}{dt} = v_r = v\cos\varphi. \tag{2}$$

Loddets akselerasjon a_l, blir:

$$a_l = \frac{dv_l}{dt} = \frac{dv_r}{dt} = \frac{dv_r}{d\varphi}\frac{d\varphi}{dt} = \omega\frac{dv_r}{d\varphi} \tag{3}$$

Uttrykt ved brikkens avstand R til A, og dens transverselle hastighet v_φ relativt til A, er snorretningens vinkelhastighet ω gitt ved

$$\omega = \frac{v_\varphi}{R}. \tag{4}$$

Vi setter inn for ω, v_r og v_φ i likning (3) og får da for loddets akselerasjon:

$$a_l = \frac{v_\varphi}{R}\frac{dv_r}{d\varphi} = \left(\frac{v}{R}sin\,\varphi\right)\frac{d(v\,cos\,\varphi)}{d\varphi} = -\frac{v^2}{R}sin^2\varphi \tag{5}$$

Forutsatt at brikkens hastighet v er konstant, kan altså loddets akselerasjon uttrykkes ved en konstant $-v^2/R$ (som har samme absoluttverdi som sentripetalakselerasjonen for et punkt som beveger seg på en sirkel med radius R), modifisert med en faktor som varierer med retningen φ mot hullet A. Minustegnet betyr at loddets akselerasjon til enhver tid er rettet oppover, hvilket innebærer at den annenderiverte mhp. tiden av brikkens radielle forskyvning r mot A, er negativ (eller, om man vil, at den annenderiverte mhp. tiden av avstanden mellom brikken og hullet er positiv).

Vi lar nå a_r og a_φ være hhv. *brikkens radielle* og *transverselle akselerasjon relativt til A*. Brikkens totale akselerasjon a er da gitt ved

$$a = \sqrt{a_r^2 + a_\varphi^2}, \tag{6}$$

hvor $a_r = a\cos\varphi$ og $a_\varphi = a\sin\varphi$.

Hva er så brikkens radielle akselerasjon, a_r? Siden brikkens hastighet v er konstant, er dens akselerasjon null i *enhver* retning. Spesielt har vi da for brikkens radielle akselerasjon relativt til A: $a_r = 0$. Vi ser da at med mindre $\sin\varphi = 0$, dvs. med mindre hullet A ligger på linjen for brikkens bevegelse, gjelder: $a_l \neq a_r$.

Mens likning (2) viser at loddets hastighet nedover er like stor som brikkens radielle hastighet mot A, viser det seg altså (kanskje til enkeltes forundring) at *loddets ak-*

selerasjon er forskjellig fra brikkens radielle akselerasjon relativt til A. Det siste beror på at brikkens radielle akselerasjon relativt til A *ikke* er identisk med den tidsderiverte av brikkens radielle hastighet mot A, som ifølge likning (3) er lik loddets akselerasjon. (I tillegg kommer nemlig et akselerasjonsledd knyttet til endringen av snorretningen φ.) Brikkens radielle akselerasjon forløper altså ikke som minus den annenderiverte mhp. tiden av avtanden R mellom brikken og hullet A. Regnet i forhold til et roterende koordinatsystem med vinkelhastighet lik snorretningens vinkelhastighet ω, likning (4), vil imidlertid brikkens radielle akselerasjon relativt til A være lik loddets akselerasjon.

Takk

Anders Fylling, instrumentverkstedet, Fysisk institutt, UiO, har bygget instrumentet. Geir Holm, Foto- og tegneavdelingen, Mat.Nat.Fak., UiO, har utført fotografiene. Biofysikkgruppen og Skolelaboratoriet ved Fysisk institutt har bidratt økonomisk.

Referanser

1. E.J. Dijksterhuis: *Die Mechanisierung des Weltbildes*, Berlin (1956) s. 217–225, gir en instruktiv fremstilling av læren om hastighet som bevegelsens intensitet. Boken finnes også i engelsk utgave.
2. E.J. Dijksterhuis: *ibidem* s. 62–68, gir en grundig innføring i den greske lære om planetbevegelsene betraktet som jevne bevegelser på episykler og eksentere.
3. E.J. Dijksterhuis: *ibidem* s. 371–399, gir en instruktiv innføring i Galileis bevegelseslære.
4. Ivar Østby: *Et annet perspektiv på begrepet hastighet.* Elementa, hefte 3, Stockholm (1992), omhandler flere aspekter ved dette eksperimentet.

∞

Når ble de første galaksene dannet?

Øyvind Grøn *

For 35 år siden ble det forutsagt at det skulle eksistere et kontinuerlig absorpsjonsområde, kalt Gunn-Peterson fordypningen, i spekteret fra kvasarer med stor kosmisk rødforskyvning. Denne fordypningen er nå for første gang blitt observert. Dette har gitt oss informasjon om når galaksedannelsen startet.

Før universet var omtrent 300 000 år var det ugjennomsiktig i den optiske delen av spekteret. Da var temperaturen i den kosmiske bakgrunnsstrålingen så høy at fotonene hindret protonene og elektronene i å slå seg sammen og danne nøytrale hydrogenatomer. Dermed eksisterte det i denne perioden mange frie elektroner. De virket som en kosmisk tåke.

*Høgskolen i Oslo, og Fysisk institutt, Universitetet i Oslo

Omtrent 300 000 år etter Big Bang var temperaturen sunket tilstrekkelig til at protonene og elektronene slo seg sammen og dannet nøytrale hydrogenatomer. Fra da av var det nesten ingen frie elektroner igjen. Lyset passerte forbi de nøytrale hydrogenatomene nesten uten å bli påvirket av deres nærvær. Universet var blitt gjennomsiktig.

Ultrafiolett stråling gjennom hydrogengass

Energirik ultrafiolett stråling slipper ikke uhindret gjennom en hydrogengass. Forskjellen i energi mellom grunntilstanden til et hydrogenatom og den første eksiterte tilstanden er 10,2 eV (1 eV = $1,6 \cdot 10^{-19}$ J). Å frigjøre et elektron fra et hydrogenatom i grunntilstanden (ionisering) krever energien 13,6 eV.

I den optiske delen av spekteret er bølgelengdene

mellom ca. 3800 Å for fiolett lys, og 7600 Å for rødt lys (1 Å = 10^{-10} m). Fotoner med energi mellom 10,2 eV og 13,6 eV svarer til stråling med bølgelengder mellom 912 og 1216 Å, med kortest bølgelengde for den mest energirike strålingen. Denne strålingen hører til i den ultrafiolette delen av spekteret.

Ultrafiolett stråling med kortere bølgelengder enn henholdsvis 1216 Å og 912 Å som passerer gjennom hydrogengass med nøytrale atomer, er energirik nok til å eksitere eller ionisere hydrogenatomene. En observatør som bruker en spektrograf og registrerer lys som har passert gjennom gassen, vil se en rekke mørke spektrallinjer, såkalte absorpsjonslinjer. Disse linjene har bølgelengder som svarer til forskjellen i energi mellom hydrogenatomenes energinivåer. Linjene som svarer til at hydrogenatomer eksiteres fra grunntilstanden, kalles Lyman-serien. Linjen med størst bølgelengde i denne serien kalles Lyman-α linjen. For lys som absorberes av hydrogengass i laboratorier, har denne linjen bølgelengde 1216 Å.

"Lyman-α skogen"

Når utrafiolett lys fra en fjern kvasar observeres med en spektrograf, finner man et stort antall absorpsjonslinjer. De fleste av disse linjene er blitt identifisert med absorpsjonslinjer fra hydrogen som har absorbert strålingen fra kvasaren. Stråling med bølgelengde ca. 1216 Å har eksitert atomene, og når atomene raskt faller tilbake til grunntilstanden, sender de ut stråling til alle kanter. Dermed er det mindre igjen av den opprinnelige strålingen som beveget seg mot jorda.

Men det observeres ikke bare en spektrallinje med bølgelengde 1216 Å. Hvis en hydrogensky som absorberte strålingen har en rødforskyvning z, så har avstandene i universet økt med $1 + z$ i løpet av tiden lyset brukte fra hydrogenskyen til jorda. Derfor vil spektrallinjen observeres med bølgelengden $1216(1 + z)$ Å. Dersom det er nøytralt kosmisk hydrogen hele veien mellom kvasaren og jorda, vil man observere et kontinuerlig absorbsjonsspektum i området fra 1216 til $1216(1 + z_k)$ Å, der z_k er rødforskyvningen til kvasaren. Et slikt kontinuerlig absorpsjonsområde i spekteret fra fjerne kvasarer ble forutsagt av James Gunn og Bruce Peterson i 1965, to år etter at kvasarene var identifisert, og kalles *Gunn-Peterson fordypningen.*

Da man registrerte de første spektrene fra kvasarer, fikk man en overraskelse. Det ble observert et stort antall linjer, kalt *Lyman-α skogen*, og ikke noen Gunn-Peterson fordypning. Etter hvert forsto man hva som forårsaket det store antallet spektrallinjer og fraværet av Gunn-Peterson fordypningen. Det ble forklart ved at mesteparten av det kosmiske hydrogenet som strålingen har beveget seg gjennom, er ionisert. Ioniserte hydrogenatomer er rett og slett frie protoner. De vekselvirker praktisk talt ikke med strålingen. Fraværet av et kontinuerlig absorpsjonsspektrum i strålingen fra fjerne kvasarer, har derfor gitt oss en meget viktig informasjon om universet, nemlig at mesteparten av det kosmiske hydrogenet er ionisert.

Men i det intergalaktiske hydrogen finnes skyer som ikke er fullstendig ionisert. I disse skyene vil de nøytrale hydrogenatomene absorbere lyset fra kvasarene. Skyene har forskjellige avstander fra jorda, og dermed forskjellig rødforskyvning. De vil derfor gi opphav til absorpsjonslinjer med forskjellige bølgelengder (Lyman-α skogen).

Når ble hydrogenet re-ionisert?

Observasjoner av temperaturfluktuasjoner i den kosmiske mikrobølgestrålingen har vist at omkring 300 000 år etter Big Bang eksisterte det skalauavhengige tetthetsfluktuasjoner i den intergalaktiske kosmiske gassen.[1] Dette stemte godt med en av forutsigelsene fra inflasjonsmodellene for universet. Med disse tetthetsfluktuasjonene som begynnelsesbetingelser, har man utført simuleringer av utviklingen til den kosmiske gassen. Simuleringene tyder på at hydrogenet brukte noen hundre millioner år på å klumpe seg sammen så mye at galaksedannelsen startet. De første galaksene med massive stjerner ble trolig dannet mellom 500 millioner og en milliard år etter Big Bang.

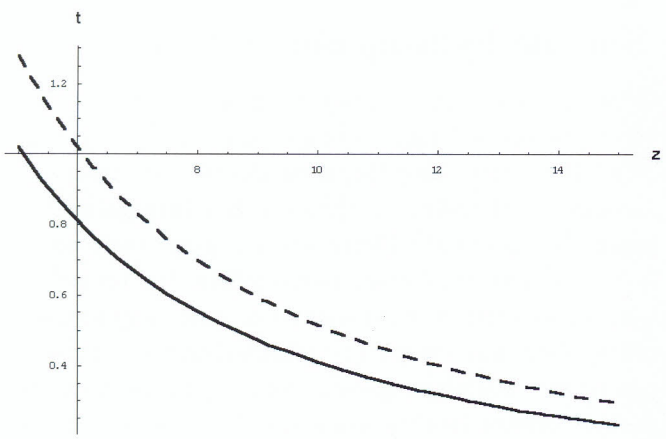
Den gangen var massetettheten i universet mye større enn nå, og det ble etter hvert dannet galakser med supermassive svarte hull i sentrum. Nær galaksekjernene var det et inferno av glohet gass som roterte rundt det svarte hullet og ble trukket mot det. Slike aktive galaksekjerner forårsaket en enorm utstråling. Dette var kvasarer som blant annet sendte ut intens ultrafiolett stråling. Det ble også dannet mange massive stjerner med høy overflatetemperatur som sendte ut ultrafiolett stråling med stor intensitet.

Strålingen fra kvasarene og de massive stjernene, var energirik nok til å ionisere en del av de nøytrale hydrogenatomene. Re-ioniseringen skjedde hurtigst i galaksene og i deres nære omgivelser der

strålingsintensiteten var størst. Det ble dannet områder av ionisert hydrogen. I løpet av en periode fra universet var omtrent 500 millioner år, og noen hundre millioner år fremover, ble de ioniserte områdene etter hvert så store at de begynte å smelte sammen. Nesten alt det kosmiske hydrogenet ble ionisert. Ifølge simuleringene var denne prosessen fullført omtrent en milliard år etter Big Bang.

Forutsigelsen fra beregningene var klare. Man burde se en økende Gunn-Peterson fordypning i spekteret fra kvasarer jo tidligere lyset fra dem ble sendt ut, omkring en milliard år etter Big Bang. Så sent som ved utgangen av år 2000, hadde man ingen overbevisende observasjoner som støttet opp under disse beregningsresultatene.

I faglitteraturen uttrykkes forutsigelsen ved kvasarenes rødforskyvning. Sammenhengen mellom tiden etter Big Bang og den kosmiske rødforskyvningen for to universmodeller, er vist i figur 1.

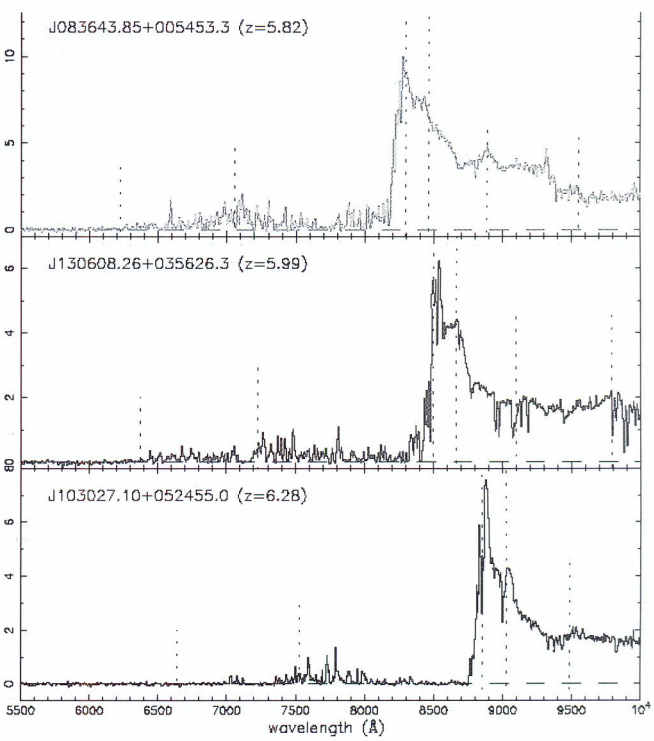


Figur 1. Kosmisk tid, dvs. tiden som er gått siden Big Bang, som funksjon av kosmisk rødforskyvning i området $5 < z < 15$. Tidsenheten er 1 milliard år. Begge kurvene er beregnet for univers med en alder på 15 milliarder år. Universmodellene har kritisk tetthet, dvs. de er såkalte "flate" universmodeller med euklidsk romlig geometri. Den heltrukne kurven gjelder for en universmodell som kun inneholder kald materie. Den stiplede kurven er beregnet for en universmodell der 70 % av energien er vakuumenergi og 30 % er kald materie. For modellen uten vakuumenergi, svarer rødforskyvningsintervallet $5 < z < 15$ til et intervall for kosmisk tid på 240 millioner år $< t <$ 1 milliard år. For modellen med vakuumenergi, er det tilsvarende tidsintervallet 300 millioner år $< t <$ 1,3 milliarder år. Før den kosmiske akselerasjonen ble oppdaget i 1998, ble modellen uten vakuumenergi oppfattet som standardmodellen for universet.[2] I dag regner man universmodellen med vakuumenergi som den beste. Når vi oversetter fra rødforskyvning til kosmisk tid i teksten, vil vi derfor bruke den stiplede kurven.

Beregningene tydet på at Gunn-Peterson fordypningen burde komme til syne og markere seg sterkere for økende verdi av z i området $5,5 < z < 6,5$. Årsaken er at når man beveger seg bakover i tid fra 1,1 milliarder år til 0,9 milliarder år etter Big Bang, går man fra en tid der størsteparten av det kosmiske hydrogenet var ionisert på grunn av ultrafiolett lys fra nydannede massive stjerner, til en tid der en stor del av det kosmiske hydrogenet besto av nøytrale atomer. Ifølge beregninger basert på en universmodell med alder 15 milliarder år, kritisk tetthet, samt 70 % vakuumenergi og 30 % kald materie, var ioniseringshastigheten av det kosmiske hydrogenet størst da universet var omtrent en milliard år. Det var på denne tiden områdene med ionisert hydrogen begynte å gå i ett.

Gunn-Peterson fordypningen dukker opp

I løpet av det siste året har man blant annet i Sloan Digital Survey, observert kvasarer med så stor rødforskyvning at Gunn-Peterson fordypningen skulle komme til syne. Figur 2 viser området med bølgelengder fra 5500 Å til 10 000 Å av spektrene fra de tre kvasarene med størst rødforskyvning.[3,4]



Figur 2. Spektre fra tre kvasarer med rødforskyvninger $z = 5,82$, $z = 5,99$ og $z = 6,28$.

I spekteret fra kvasaren med rødforskyvning $z = 5,82$, er det et brått fall i intensiteten når bølgelengden blir mindre enn omtrent 8300 Å. Disse bølgene er forlenget med faktoren $1+z = 6,82$ på vei fra kvasaren til jorda. Det betyr at den tilsvarende bølgelengden ved utstrålingen fra kvasaren var 1216 Å. Ser vi på de andre kvasarene, finner vi at fallet i intensitet med avtagende bølgelengde intreffer for samme bølgelengde 1216 Å ved kvasaren. Dette er bølgelengden til Lyman-α linjen. For disse kvasarene er denne linjen rødforskjøvet fra den ultrafiolette delen av spekteret til den infrarøde.

Vi kan nå skjønne den fysiske årsaken til spranget i intensitet. Mottatt stråling med større bølgelengde enn 8300 Å når den kommer til jorda, har større bølgelengde enn Lyman-α linjen ved kvasaren. Den er ikke energirik nok til å eksitere hydrogenatomer. Men stråling med mindre bølgelengder har tilstrekkelig energi. Minskingen i intensitet viser at mesteparten av denne strålingen ikke har kommet uforstyrret til jorda. Den har passert gjennom nøytralt hydrogen, har eksitert hydrogenatomene og blitt spredt til alle kanter.

Det er "Lyman-α skogen" som gjør intensiteten mindre i denne delen av spekteret. Men selv i dette området er det små intensitetstopper. Det viser at da strålingen passerte gjennom hydrogenskyer med forskjellig rødforskyvning, var hydrogenet noen steder ionisert og andre steder ikke. Intensitetstoppene kommer fra de områdene der hydrogenet var ionisert da lyset passerte gjennom dem.

Ser vi på spekteret fra kvasaren med rødforskyvning $z = 6,28$, finner vi ingen intensitetstopper i området nærmest bølgelengden som svarer til den rødforskjøvete Lyman-α linjen. Dette er Gunn-Peterson fordypningen. For første gang har man oppnådd et spektrum med denne fordypningen. Dette viser at strålingen fra denne kvasaren ble sendt ut så tidlig i universets historie at det kosmiske hydrogenet enda ikke var ionisert. Stråling med bølgelengder litt kortere enn Lyman-α linjen, ble raskt rødforskjøvet til 1216 Å og eksiterte nøytralt hydrogen tidlig på reisen mot jorda. Dermed kom ikke denne strålingen frem til jorda.

Men stråling med høyere energi og kortere bølgelengder, brukte lenger tid på å bli rødforskjøvet til Lyman-α linjen. Da var det oppstått områder med ionisert kosmisk hydrogen. Stråling som ankom slike områder da den var rødforskjøvet til Lyman-α linjen, passerte uhindret gjennom hydrogenet. Dette er årsaken til intensitetstoppene vi ser for kortere bølgelengder i spekteret.

Den første galaksedannelsen

Konfrontasjonen mellom observasjoner og beregningene som forutsa eksistensen av Gunn-Peterson fordypningen, kom først 35 år etter at beregningene ble utført. Beregningene er basert på et kosmisk hendelsesforløp der den kosmiske re-ioniseringen var på sitt heftigste omtrent en milliard år etter Big Bang. Ifølge beregningene gikk re-ioniseringen svært langsomt til å begynne med. Man mener at den begynte så smått allerede noen hundre millioner år tidligere. Dette betyr at galaksedannelsen startet omtrent 500 millioner år etter Big Bang. I denne prosessen ble det produsert kvasarer og massive stjerner som sendte ut ultrafiolett stråling med stor intensitet. At Gunn-Peterson fordypningen i Lyman-α skogen endelig er observert, bekrefter våre forestillinger om hva som skjedde før universet var en milliard år gammelt.

Referanser

1. Ø. Grøn: *Temperaturfluktuasjoner i den kosmiske bakgrunnsstrålingen.* Fra Fysikkens Verden, **62**, Nr. 2, 39–45 (2000)
2. Ø. Grøn: *Er universet i en tilstand av akselerert ekspansjon?* Fra Fysikkens Verden, **61**, Nr. 3, 73–80 (1999)
3. R.H. Becker et al.: *Evidence for reionization at $z \sim 6$: Detection of a Gunn-Peterson through in a $z = 6,28$ quasar.* Internett: *http://www.lanl.gov/* Dokument: *astro-ph/0108097*
4. B. Schwarzschild: *Spectra of the most distant quasars elucidate the reionization of cosmos.* Physics Today, 17–19, Oktober 2001

∞

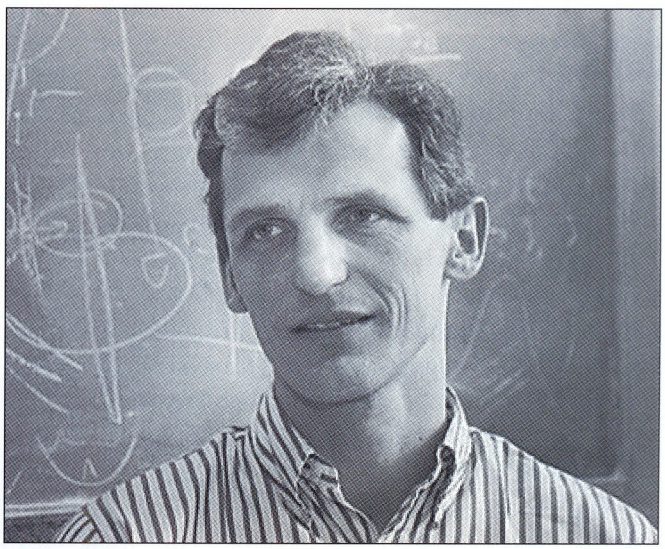
STUDÉR FYSIKK!

Nobelprisen i fysikk 2001

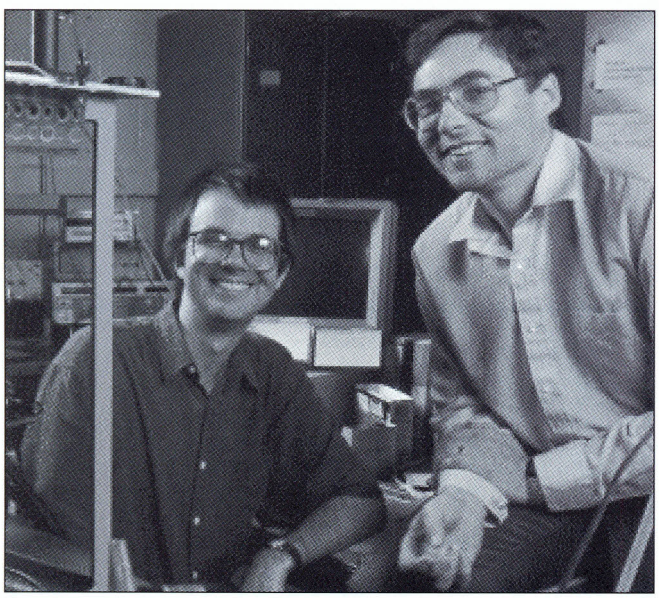
Leif Veseth *

Nobelprisen i fysikk for 2001 deles likt mellom Eric A. Cornell, Wolfgang Ketterle og Carl E. Wieman for å ha "oppnådd Bose-Einstein kondensasjon i tynne gasser av alkaliatomer, og for tidlige og grunnleggende studier av av kondensatenes egenskaper". Alle de tre prisvinnerne er ansatt ved laboratorier i USA, Cornell og Wieman i Boulder, Colorado (JILA, NIST og University of Colorado), Ketterle ved MIT, Cambridge, Massachusetts. Deres grunnleggende arbeider ble publisert så sent som i 1995.

Bose-Einstein kondensater (BEC) representerer en ny og ganske spesiell form for materie, et slags "superatom" som kan bestå av millioner av atomer. Kvantemekanisk beskrives dette superatomet ved en enkelt bølgefunksjon, noe som betyr at de enkelte atomene kan "føle" hverandre og koordinere sine individuelle tilstander. Vi kan også si at et Bose-Einstein kondensat er koherent materie, i likhet med det koherente lyset i en laserstråle. For en tynn gass av alkaliatomer oppstår fenomenet BEC ved temperaturer av størrelsesorden 100 nanokelvin. Det behøves dermed meget avanserte kjøleteknikker for at slike eksperimenter skal lykkes. Et første og viktig trinn er laserkjøling som kan bringe temperaturen ned til mikrokelvin. Utviklingen av metoder for laserkjøling ble belønnet med nobelprisen i fysikk for 1997. Det siste og avgjørende trinn er såkalt fordampningsavkjøling, en teknikk som er spesielt utviklet for å oppnå Bose-Einstein kondensasjon.



Wolfgang Ketterle



Eric A. Cornell og Carl E. Wieman

Den grunnleggende teorien for BEC er ikke mer omfattende enn at den kan inngå som pensum i et laveregradskurs i statistisk fysikk (FYS 114 ved UiO). Den ble først utviklet av den indiske fysikeren Bose i 1924. Bose utledet Plancks strålingslov for fotoner ut fra rene statistiske argumenter. Han sendte arbeidet sitt til Einstein, som raskt trakk den konklusjon at Boses statistikk også kunne brukes for materielle partikler som atomer. Einsteins vesentlige konklusjon var at et atomært system hvor

*Fysisk institutt, Universitetet i Oslo

partikkeltallet er konservert, vil kunne gjennomgå en faseovergang ved en tilstrekkelig lav temperatur. Ved denne faseovergangen samles alle atomene i en felles kvantemekanisk grunntilstand med en felles bølgefunksjon for hele systemet, dvs. vi får superatomet, som nevnt ovenfor. Forutsetningen for at dette skal skje er at atomenes de Broglie-bølgelengde gitt ved

$$\lambda_{DB} = \frac{h}{p}, \tag{1}$$

der h er Plancks konstant og p atomets klassiske impuls, er mindre enn avstanden mellom atomene. Vi får da interferens mellom de enkelte atombølgene, og en koherent tilstand for hele det atomære systemet. For å oppnå dette behøves lav impuls, dvs. lav temperatur. Følger vi Einsteins modell hvor systemet av atomer betraktes som en ideell gass, blir den termiske de Broglie-bølgelengden for partikler med masse m ved temperaturen T, gitt ved

$$\lambda_{DB} = \left[\frac{h^2}{3kTm}\right]^{1/2}. \tag{2}$$

En finner videre at betingelsen for BEC kan uttrykkes ved

$$\lambda_{DB} > (2,61)^{1/3}(\frac{V}{N})^{1/3}, \tag{3}$$

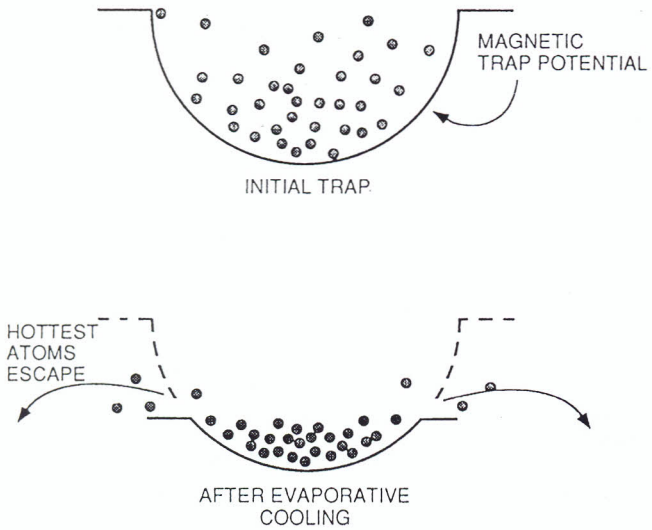
der N er antall atomer og V er volumet av atomgassen. Betingelsen ovenfor kan vi tolke slik at tettheten må være så høy at det er minst 2,61 atomer i gjennomsnitt i en kubus med sidekant lik λ_{DB}. Betingelsen for BEC kan også uttrykkes ved en kritisk temperatur T_B der faseovergangen starter, slik at antallet atomer N_0 i kondensatet er gitt ved

$$N_0 = N\left[1 - (\frac{T}{T_B})^{3/2}\right]. \tag{4}$$

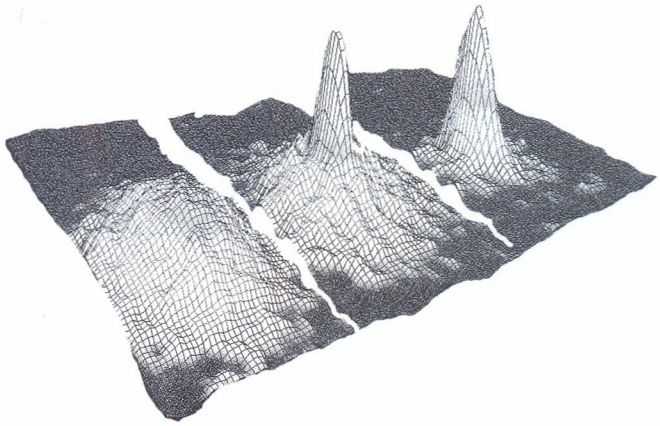
Eksempler på BEC har vært kjent helt fra tidlig i forrige århundre. Den superflytende fasen for ^{4}He som inntrer for temperaturer lavere enn ca. 2 K, samt superledning i en del metaller, skyldes BEC, men i disse tilfellene er kondensasjonen bare delvis; ikke mer enn 8 % av ^{4}He-atomene kondenseres. ^{3}He-atomene, som er fermioner med halvtallig kjernespinn, kondenseres som kjent ikke, noe som gir en fin demonstrasjon av gyldigheten av Pauliprinsippet. ^{4}He i den superflytende fasen er imidlertid ingen ideell gass siden det er sterke vekselvirkninger mellom atomene, og forutsetningene for Einsteins teori er dermed ikke oppfylt. Det samme gjelder også for superledning, hvor bosonene består av par av elektroner med motsatte spinnretninger (Cooper-par). For begge disse fenomenene synes den grunnleggende kvanteteorien fortsatt å by på en del problemer.

Tynne gasser av alkaliatomer kommer vesentlig nærmere Einsteins forutsetninger, og i tillegg er det her oppnådd nær 100 % kondensasjon. Før prisvinnerne publiserte sine første grunnleggende arbeider i 1995, var det gjennom flere år gjort mislykkede eksperimenter med såkalt spinn-polarisert hydrogen. Spinn-polariseringen består i at hydrogenatomene holdes i et magnetfelt hvor en kan ordne det slik at alle atomene har spinn som peker i samme retning. Dette er viktig for å unngå at det dannes hydrogenmolekyler. Tilsvarende forholdsregler må også tas for å oppnå kondensasjon av alkaliatomer. Det positive som kom ut av hydrogeneksperimentene var at de essensielle teknikkene med fordampningsavkjøling og innfangning av nøytrale atomer i magnetfeller ble utviklet.

Wieman og Cornell eksperimenterte med ^{87}Rb-atomer, mens Ketterle uavhengig av disse, gjorde forsøk med ^{23}Na. Et kondensasjonseksperiment må gjøres i flere trinn, omtrent som følger: I første trinn benyttes laserkjøling til å oppnå en temperatur i området mikrokelvin. Atomskyen ender da opp i en såkalt magnetisk-optisk felle (MOT) hvor den er innfanget ved en kombinasjon av strålingstrykket fra seks laserstråler, parvis motgående i tre ortogonale retninger, samt krefter fra inhomogene magnetfelter. I andre trinn belyses så de innfangede atomene med en laserstråle som overfører ("pumper") alle atomene til en spesiell kvantetilstand, mer teknisk spesifisert som $F = 2$, $M_F = 2$, der F svarer til summen av kjernespinn ($I = 3/2$) og elektronspinn ($S = 1/2$). I denne tilstanden er atomene spinn-polarisert, dvs. alle har elektronspinn i samme retning, og gassen kan ikke kondensere til fast form (metall). Det siste og avgjørende trinnet er den videre fordampningsavkjølingen ned til nanokelvin. Alle lasere slås nå av, og det settes på inhomogene magnetfelter slik at atomene i den spesielle kvantetilstanden angitt ovenfor, blir innfanget i et tilnærmet harmonisk potensial. Dette har en viss liten dybde slik at de mest energirike atomene unnslipper over kanten (se Figur 1). De gjenværende atomene "re-termaliseres" så gjennom kollisjoner, og atomskyen blir kaldere. Det var her det gikk galt med hydrogeneksperimentene; i hydro-



Figur 1. Prinsippet for fordampningsavkjøling i en magnetisk felle for nøytrale atomer (K. Burnett, Contemporary Physics, 37, 1, (1996)).



Figur 2. To-dimensjonal hastighetsfordeling for tre ulike temperaturer i gassen. Den tredje (vertikale) aksen angir tettheten. Lengst til venstre i figuren har kondensasjonen ikke startet, i midten er det delvis kondensasjon, og til høyre er kondensasjonen nær komplett (C.E. Wieman, Am. J. Phys. 64, 847 (1996)).

gengassen er kollisjonstverrsnittet for lite slik at retermaliseringen gikk for langsomt. De hurtigste av de gjenværende atomene beveger seg nå lengst opp mot kantene av potensialet. Her er magnetfeltet sterkest, og disse hurtigste atomene kan nå fjernes ved hjelp av et radiofrekvensfelt med en frekvens som er justert slik i forhold til magnetfeltets styrke ved kanten, at atomene her går over til en annen kvantetilstand ("spin flip"). I den nye tilstanden vil atomene ikke lenger føle en harmonisk kraft fra magnetfeltene som danner fellen, men snarere en repulsiv kraft, og de forsvinner gjennom et "hull" nær kanten (se Figur 1). Denne prosessen gjentas så med et radiofrekvensfelt med litt lavere frekvens, som igjen tapper ut de mest energirike av de gjenværende atomene. Til slutt oppnås en sky av atomer i bunnen av fellen, som har en temperatur som er lav nok til at Bose-Einstein kondensasjonen inntrer. Resultatet observeres ved at kondensatet belyses med en kort laserpuls med frekvens avstemt til resonansfrekvensen for atomene. Kondensatet sprer da laserlyset slik at det dannes en skygge på et bilde som oppfanges av et CCD-kamera. Ut fra disse observasjonene kan så tetthet og hastighetsfordeling i kondensatet bestemmes. Figur 2 viser et typisk resultat.

Så kommer da spørsmålet om materie i denne spesielle tilstanden kan anvendes til noe "nyttig". Så langt må en vel si at dette er grunnforskning som gir ny og grunnleggende kunnskap om mikrokosmos. BEC gir også mange utfordringer for teoretikerne. Angående anvendelser av Bose-Einstein kondensater må nevnes de helt nye eksperimentene hvor en laserpuls stoppes i et kondensat av natriumatomer. All informasjon i laserpulsen lagres på atomene i kondensatet. Ved et senere tidspunkt kan så den stoppede laserpulsen startes igjen og fortsette som før ved at en annen laser med en spesiell koblingsfrekvens slås på. Dette antyder noe om mulighetene for å bruke BEC til både å lagre og håndtere informasjon på atomært nivå. Dermed åpnes det også muligheter for videre forsøk med å benytte BEC som medium i en mulig fremtidig kvantedatamaskin. Det gjøres også eksperimenter hvor en lar kondensatet falle ut av den magnetiske fellen som en koherent atomstråle, dvs. en atomlaser. Ved disse eksperimentene er det også påvist interferens mellom to slike atomstråler. Under de første forsøkene med lasere måtte pioneren Ch.H. Townes høre reaksjoner som at "laserstrålen er en perfekt løsning som leter etter et problem". Det skulle være unødvendig å minne om den videre historien her. Bose-Einstein kondensatene har nok også etter all sannsynlighet en spennende fremtid.

∞

Fysikknytt

Det solare nøytrinoproblemet løst

I 30 år har man observert omtrent halvparten så mange elektron-nøytrinoer fra sola som man ventet ut fra teorien for nukleosyntese på sola. Nå er problemet løst. En stor del av de produserte elektron-nøytrinoene omdannes til myon- eller tau-nøytrinoer på vei til jorda, og ble ikke oppdaget med detektorene som kun registrerte elektron-nøytrinoer.

Det solare nøytrinoproplemet

Nøytrinoer er nøytrale partikler som vekselvirker med materie via den svake kjernekraften. Denne kraften har en rekkevidde på bare 10^{-14} m, lik utstrekningen til en atomkjerne. Atomene har ti tusen ganger større utstrekning, så selv der atomene ligger tett i tett passerer nøytrinoene stort sett gjennom tomrom. Derfor merker nøytrinoene nesten ikke materie de passerer gjennom, med mindre materien er ekstremt tett og det er kolossale mengder av den slik som i det indre av en massiv stjerne. Selv størsteparten av nøytrinoene dannet i kjernereaksjoner langt inne i sola slipper ut. Av disse vil bare *en* av hver million nøytrinoer som passerer gjennom jorda, kollidere med en atomkjerne i jorda.

Man har en detaljert teori for hva som foregår i solas indre. Den dominerende prosessen er fusjon av hydrogen til helium som foregår i flere trinn. Sluttresultatet av en slik reaksjon er at 4 protoner slår seg sammen og danner en heliumatomkjerne. To av protonene omdannes til nøytroner og positroner, og det produseres to nøytrinoer. Positronene og nøytrinoene sendes ut fra atomkjernene, og når positronene treffer elektroner omdannes de til energi i form av gammastråling. Ved hver slik prosess frigjøres energien $E_1 = 4 \cdot 10^{-12}$ J, og det dannes to nøytrinoer som kommer seg praktisk talt uhindret ut av sola. Fluksen av strålingsenergi som treffer jorda (solarkonstanten) er $S = 1367\ \mathrm{W\,m^{-2}}$. Det følger at fluksen av nøytrinoer som treffer jorda er $2S/E_1 = 6{,}8 \cdot 10^{14}\ \mathrm{m^{-2}\,s^{-1}}$, dvs. at ifølge beregningene skal det hvert sekund passere 68 milliarder nøytrinoer gjennom hver kvadratcentimeter av jordas tverrsnitt sett fra sola.

I eksperimentene omtalt nedenfor, registreres ikke alle nøytrinoene. Detektorene har ulike terskelverdier, dvs. at kun nøytrinoer innenfor et visst energiområde observeres. Derfor vil man registrere et mye lavere antall nøytrinoer enn det som er beregnet ovenfor. For en gitt detektor kan man beregne forventet antall nøytrinoer. I 30 år har man utført slike målinger, og de har gitt mellom en halvpart og to tredjedeler så mange nøytrinoer som man ventet. Dette er det solare nøytrinoproblemet.[1]

Nøytrino-oscillasjoner

Det eksisterer tre typer nøytrinoer kalt *elektron*-nøytrinoer, *myon*-nøytrinoer og *tau*-nøytrinoer. Det er elektron-nøytrinoer som dannes i sola. Derfor har man brukt detektorer som kun registrerer elektron-nøytrinoer.

Inntil for noen få år siden var den alminnelige oppfatningen at nøytrinoene er masseløse. Dette innebærer bl.a. at de beveger seg med lyshastighet. Teorien sier også at slike nøytrinoer ikke kan skifte identitet. Dersom et nøytrino da oppstår som et elektron-nøytrino, vil det for alltid være et elektron-nøytrino. Men dersom nøytrinoene har masse, kan de skifte identitet. Dette er et kvantemekanisk fenomen som har sammenheng med at nøytrinoene ikke bare har en partikkelnatur, men også en bølgenatur. En viss andel av nøytrinoene som beveger seg fra en sender til en mottager skifter identitet underveis. Denne andelen avhenger av nøytrinoets masse, avstanden de beveger seg og mengden av materie de passerer gjennom. Slike identitetsendringer kalles *nøytrino-oscillasjoner*.

Ved hjelp av nøytrinodetektoren Super-Kamiokande i Japan, greide man i 1998 å observere nøytrino-oscillasjoner.[2] Observasjonene tydet på at myon- og tau-nøytrinoene har en masse omkring en milliondel av elektronets masse. Men de ga ingen informasjoner om elektron-nøytrinoets masse. Det solare nøytrinoproblemet var fortsatt uløst.

Observasjonene som løste problemet

I Sudbury Neutrino Observatory (SNO) i Canada laget man en detektor som kan måle fluksen av elektron-nøytrinoer produsert i samme kjernereaksjoner i sola som produserte nøytrinoene man hadde registrert i en av måleseriene med Super-Kamiokande. I Super-Kamiokande hadde man imidlertid målt den totale fluksen av alle tre typer nøytrinoer. Dersom alle elektron-nøytrinoene på vei mot jorda kommer frem, vil man måle samme fluks i Sudbury og Super-Kamiokande. Men hvis noen av

elektron-nøytrinoene omdannes til myon- eller tau-nøytrinoer, vil man måle mindre fluks med Sudbury.

Resultatet av målinger gjort fra 2. nov. 1999 til 15. jan. 2000, ble offentliggjort sommeren 2001.[3,4] Da man sammenliknet Sudbury sine måleresultater med dem fra Super-Kamiokande, fant man mindre fluks med Sudbury, og man kom frem til hvor stor andel av elektron-nøytrinoene fra sola som gikk over til myon- og tau-nøytrinoer på vei til jorda. Fra disse målingene kunne man finne ut hvor mange elektron-nøytrinoer som ville ha truffet jorda om det ikke hadde skjedd noen nøytrino-oscillasjoner. Resultatet var $(5,4 \pm 1,0) \cdot 10^{10}\,\mathrm{m}^{-2}\,\mathrm{s}^{-1}$.

Ut fra detaljerte beregninger av kjerneprosessene i sola var det tidligere forutsagt at fluksen av elektron-nøytrinoer på jorda, dersom alle kom frem, ville være $(5,05 \pm 0,2) \cdot 10^{10}\ \mathrm{m}^{-2}\mathrm{s}^{-1}$. Innenfor usikkerheten er det nå overensstemmelse mellom den beregnete og den observerte fluksen. Dermed er det solare nøytrinoproblemet løst.

Nøytrinoenes bidrag til universets masse

Super-Kamiokande- og Sudbury-målingene viste også at summen av massene til et elektron-nøytrino, et myon-nøytrino og et tau-nøytrino er mellom 0,1 og 18 milliondels elektronmasse. Dette svarer til at tettheten av nøytrinoer i universet er mellom 1 promille og 18 prosent av den kritiske massetettheten, med mellom 1 og 5 promille som mest sannsynlige verdier. Den gjennomsnittlige massetettheten til den synlige materien i universet er omtrent 5 promille. Kanskje er det mer masse i universet i form av nøytrinoer enn det er synlig materie?

I tiden før et sekund etter Big Bang var elektroner, positroner, nøytrinoer og fotoner i termisk likevekt. Tettheten var så stor at selv nøytrinoene stadig kolliderte, men etter omtrent et sekund økte den midlere frie veilengden til nøytrinoene så mye at de begynte å oppføre seg som frie partikler. Fra da av var universet "gjennomsiktig" for nøytrinoene. Dette betyr at dersom vi greier å observere den kosmiske nøytrinobakgrunnen, vil vi få "utsikt" helt tilbake til de første sekundene etter Big Bang.

Takk til Rolf Stabell for nyttige kommentarer.

Referanser

1. På hjemmesiden til John Bahcall finnes "alt" om det solare nøytrinoproblemet: *http://www.sns.ias.edu/ jnb/*
2. Per Osland og Geir Vigdel: *Har nøytrinoene likevel masse?* Fra Fysikkens Verden, **60**, Nr. 4, 99–103 (1998)
3. SNO Collaboration: *Measurement of the rate of* $\nu_e + d \rightarrow p + p + e^-$ *interactions produced by 8B solar neutrinos at the Sudbury Neutrino Observatory.* Phys. Rev. Lett., **87**, 071301-03 (2001)
4. John N. Bahcall: *High-energy physics: Neutrinos reveal split personalities.* Nature, **412**, 29–31 (2001) (Dette er en kommentarartikkel.)

Øyvind Grøn

∞

Lavfrekvente magnetiske felt "potensielt kreftfremkallende"

I åtte dager i begynnelsen av juni, var en ekspertgruppe i IARC (International Agency for research on Cancer) samlet i Lyon, Frankrike, for å drøfte en eventuell sammenheng mellom elektromagnetiske felt og kreft. Verdens ledende eksperter som arbeider på området biologiske effekter av elektriske og magnetiske felt – det var 21 av dem i Lyon – ble enige om å klassifisere lavfrekvente magnetiske felt som "potensielt kreftframkallende".

IARC klassifiserer kreftrisiko i fire grupper. Gruppe 1 omfatter kreftframkallende stoffer som asbest, radon og tobakk. Gruppe 2a tar opp stoffer som *sannsynligvis* er kreftframkallende, bl.a. formaldehyd og akrylamid, og dessuten bruk av solsenger. Gruppe 2b omfatter stoffer og eksponeringer som er potensielt kreftfremkallende (*"possibly carcinogenic"*). Her finner man bl.a. DDT, bly, sveiserøyk og bilavgasser, samt nå også lavfrekvente elektromagnetiske felt.

En ekspertgruppe i USA har tidligere besluttet at elektromagnetiske felt skulle klassifiseres i gruppe 2b. Møtet i Frankrike vedtok at klassifiseringen skulle gjelde i hele verden.

Gruppe 3 i IARCs klassifikasjonssystem, gjelder stoffer og eksponeringer hvor det for tiden finnes for lite data til å kunne ta en klar beslutning. I denne gruppa finner vi f.eks. kaffein og kvikksølv. I gruppe 4 kommer alt som sannsynligvis ikke er kreftframkallende.

Det kjente såkalte "føre var-prinsippet" har lenge vært diskutert, og i Sverige har det vært praktisert i nybygg. Professor Kjell Hansson Mild, Arbetslivsinstitutet, Umeå, var eneste nordiske representant i gruppen i Lyon, og han peker på ytterligere behov for forskning. For eksempel vet man fortsatt ikke hvorvidt langtidseksponering for svake

magnetiske felt er farlig, eller vil gi mindre risiko enn korttidseksponering for kraftigere felt. Begrep som "eksponering" og "dose" står nå sentralt i de spørsmål som trenger økt forskningsinnsats.

Anders Johnsson og Ståle Ramstad
Institutt for fysikk, NTNU

∞

Fysikk i Skolen

Fysikkfaget bør moderniseres

Dette er en av mange anbefalinger som vi kan lese i den nylig gjennomførte evalueringen av dansk gymnasfysikk. De overordnete problemstillingene handler om progresjon i utdanningen i gymnaset og om forutsetninger for postgymnasiale utdanninger. Undersøkelsen og evalueringen av fysikkfaget er delt inn i følgende temaer:

- Undervisningens faglige innhold
- Undervisningens tilrettelegging og arbeidsformer
- Det skriftlige arbeid (prosjekter, lab-rapporter etc.)
- Fysikkfaget og skolen

Progresjon og forutsetninger for postgymnasiale utdanninger er belyst i forhold til hvert av disse fire temaene i den rapporten som nå foreligger fra Danmarks Evalueringsinstitut (EVA). Evalueringen er foretatt av en ekstern faglig evalueringsgruppe, der Carl Angell har deltatt.

Omfattende dokumentasjon

Det er et imponerende materiale som ligger til grunn for evalueringens konklusjoner og anbefalinger. Hver av de 15 skolene som deltok (10 % av alle danske skoler med gymnasfysikk) leverte en svært omfattende selvevalueringsrapport med tre deler: en del fra skolens fysikklærere, en fra skolens ledelse og en fra noen av fysikkelevene. I tillegg er det gjennomført en spørreundersøkelse blant elevene på alle tre trinnene i gymnaset, og intervjuundersøkelse blant studenter og undervisere ved en rekke postgymnasiale utdanningsinstitusjoner. Evalueringsgruppa har også hatt et dagsbesøk på hver av de 15 utvalgte skolene. En av de mest interessante evalueringsinnspillene har vært elevenes selvevalueringsrapporter som har bestått av tre fortellinger: en om det gode ved fysikk, en om det dårlige ved fysikk og en fortelling om hvordan fysikkfaget og undervisningen burde være. Gjennom disse fortellingene viste elevene en stor grad av modenhet til å reflektere over fysikkfaget og undervisningen i skolen. Derfor er alle elevfortellingene gitt ut som bilag til evalueringsrapporten.

Anbefalingene har en rekke adressater

Evalueringsgruppa kommer med en lang rekke anbefalinger som er rettet mot skoleeiere, undervisningsdepartementet, fagkonsulenten, lærerne osv. Her i denne korte presentasjonen vil vi trekke fram noen av disse anbefalingene. Rapporten tar opp overgangen mellom folkeskolen og gymnaset. Det pekes på at elevene har manglende matematikkunnskaper og at de mangler trening i å behandle kvantitative problemstillinger. Denne siden bør styrkes i folkeskolen. Evalueringsgruppa mener også at det er nødvendig at lærerne gir en grundig introduksjon til faget når elevene kommer fra folkeskolen, slik at fagets identitet blir tydeligere for elevene. Det viser seg at elevene opplever faget som nytt og ukjent når de starter i gymnaset. Gruppa konkluderer også med at skolefaget bør forlate det systematiske undervisningsprinsippet som er en arv fra vitenskapsfaget, og heller legge mer vekt på tematisk undervisning med større grad av valgfrihet og større vektlegging av temaer *om* fysikk både i undervisning og i vurdering.

Når evalueringsgruppa peker på at progresjonen må bli bedre, har de ikke bare vanskegraden i lærestoffet i tankene, men også progresjon i begrepsutvikling, abstraksjonsevne, bruk av fagspråk, ulike arbeidsformer og grad av selvstendighet.

Dokumentasjonen viser at det eksperimentelle arbeidet er en vesentlig del av fysikkundervisningen i dansk skole. Elever og lærere har en positiv holdning til forsøk, fordi det gir elevene muligheter til å arbeide selvstendig, og de kan belyse fysikkstoff fra ulike vinkler. Men evalueringsgruppa peker på at lærere bør være mer bevisste på ulike mål for eksperimentelt arbeid, og at de ulike målene kommuniseres til elevene. Skolene må sikres rammebetingelser for mer eksperimentelt arbeid.

Evalueringsgruppa hevder at bruk av IKT vil kunne gi et godt løft til fysikkfaget fordi det gir muligheter til fornyelse av det eksperimentelle ar-

beidet. IKT framheves også fordi det er en arbeidsform som peker framover og mot bruk av fysikk i industri, næringsliv og forskning. Her må myndighetene investere betydelige ressurser og følge opp med forsknings- og utviklingsprosjekter, framhever gruppa. Dokumentasjonen viser at det foregår svært mye (for mye!) tavleundervisning i dansk fysikkundervisning. Dette er ikke i tråd med moderne metoder i undervisningen, hevder evalueringsgruppa. En nødvendig modernisering av faget består i at fysikklærerne må gå nye veier i undervisningen, blant annet ved at elevene involveres i undervisningen i større grad. Samtidig bør det bli lettere å gjennomføre tverrfaglige arbeid og prosjekter. Det vil kunne gi elevene en oppfatning av faget som mer dynamisk. Klasseundervisning brukes i like stort omfang på alle tre nivåene i gymnaset. Det betyr at det ikke er noen progresjon på dette området, der vekten på klasseundervisningen kunne avta til fordel for mer selvstendig arbeid på høyeste trinn.

Evalueringsgruppa foreslår at det opprettes et større fagdidaktisk etterutdanningsprogram for å imøtekomme det store behovet for etter- og videreutdanning innenfor et bredt spekter av områder, blant annet moderne fysikk, teknologi og tverrfaglige områder.

Studenter og lærere i postgymnasiale institusjoner var i følge dokumentasjonen, ikke opptatt av hva elevene kan av emner innen fysikk når de kommer til høyere utdanningsinstitusjoner, men av om elevene kunne arbeide selvstendig med problemstillinger innen fysikk. Det blir hevdet at fysikk bør være et bredt anlagt allmenndannende fag, og ikke et for snevert studieforberedende fag i gymnaset.

Etterord

Kunne disse anbefalingene vært gitt på grunnlag av en evaluering av fysikkfaget i norsk skole? Mye tyder vel på at det er store likheter mellom Danmark og Norge når det gjelder fysikkundervisning. Vi tror det er langt fram til at vi får en så grundig dokumentasjon av situasjonen i norsk skolefysikk som den danskene nå har fått på bordet. Men vi kan bruke den danske evalueringen som en kilde til egen refleksjon rundt fysikkfaget. Fysikklærerforeningens læreplangruppe vil kunne gjøre bruk av dette interessante materialet i sitt arbeid. Vi har tidligere i FFV omtalt fornyelsesarbeidet i fysikk i England. Her finner vi også interessante vurderinger og strategier som vi kan trekke veksler på i vårt framtidige fornyelsesarbeid.

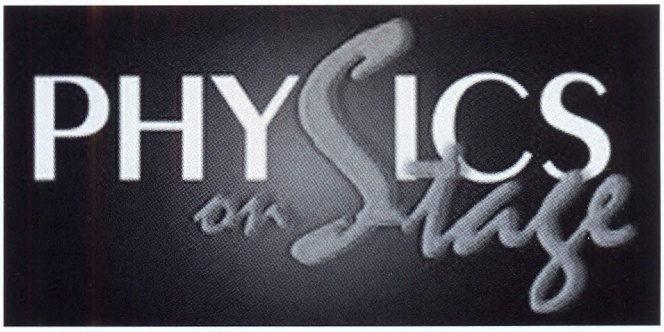
Fysikklærerforeningens læreplangruppe har startet arbeidet denne høsten. Fysikkmiljøene kommer til å høre mer fra denne gruppa i de nærmeste årene.

Carl Angell og Anders Isnes

∞

Hvordan kan vi få flere fysikere?

På bakgrunn av et økende behov i samfunnet for fagfolk med naturvitenskapelig utdanning generelt, og fysikkbakgrunn spesielt, er det i dag nødvendig med en rekke tiltak for å øke rekrutteringen av elever og studenter til fysikk. Derfor har forskningsinstitusjoner i mange europeiske land tatt initiativ til prosjekter som skal rette oppmerksomheten mot naturvitenskapelige og teknologiske fag. Her skal vi kort omtale to prosjekter: *Physics on Stage 2* og *Life in the Universe*. Det er CERN (European Laboratory for Particle Physics), ESA (European Space Agency) og ESO (European Southern Observatory) som står bak disse initiativene som har økonomisk støtte fra EU.



Physics on Stage 2 er en videreføring av fjorårets prosjekt som ble avsluttet med festival på CERN i Genève i november 2000. Prosjektet skal både fremme den allmenne forståelsen for fysikk og stimulere til bedre fysikkundervisning i skolen.

Hovedmålsettingen for prosjektet er:

- å stimulere til debatt om fysikkundervisning blant lærere, politikere og i media
- å identifisere de mest effektive, spennende og innovative metoder for fysikkundervisning

For å oppnå den siste av disse to målsettingene legges det opp til en konkurranse. Her kan lærere, skolefolk og formidlere av fysikkfaget på alle nivåer komme med forslag.

I april 2002, vil det bli arrangert en "festivaluke" i ESTEC i Nederland, for ca. 400 deltakere fra hele Europa. Foruten fysikklærere fra skoler og universiteter, vil politikere, mediefolk, representanter for utdanningsdepartementer og lignende, bli invitert. Her vil bidragene fra konkurransen bli presentert, samtidig som det vil bli utstillinger, omvisninger, forelesninger osv.

Hva kan presenteres?

Norsk Fysisk Selskap og *Norsk Fysikklærerforening* har etablert en nasjonal komité som inviterer norske fysikklærere på alle nivåer i utdanningssystemet og formidlere av fysikkfaget, til å sende inn forslag til gode undervisnings-/formidlingsopplegg i fysikk. Det kan i prinsippet være hva som helst: gode eksperimenter, undervisningsmateriale, videoopptak, datateknologi i fysikkfaget, elevarbeider osv. Hovedpoenget er at vi ønsker gode ideer til fornyelse av fysikkundervisningen! De beste forslagene vil bli belønnet med en reise til ESTEC for å presentere bidragene på "Physics on Stage-festivalen".

Mer informasjon

Vi har en egen hjemmeside for prosjektet på Internett (*http://www.norskfysikk.no/pos*), der det finnes mer stoff både fra oss og fra den internasjonale arrangementskomiteen.

Liv i Universet, er tittelen på et felles europeisk prosjekt hvor unge fra 20 land "utforsker" nettopp dette emnet: "Er vi alene? Er det liv andre steder i Universet?" Og videre: "Hva gjør vi, hvis vi faktisk får kontakt med en fremmed sivilisasjon?" Dette må sies å være noen av vår tids store spørsmål.

En nasjonal konkurranse ble avsluttet i begynnelsen av oktober, der vi mottok 30 bidrag fra hele landet. Konkurransen var åpen for alle mellom 14 og 19 år, og det var svært vide rammer for hva som kunne sendes inn. Arbeidene ble delt inn i to hovedkategorier, en kunstnerisk og en av mer vitenskapelig karakter. Blant de innsendte bidragene fant vi web-sider, artikler, aviser, skulpturer, malerier og tegninger, dikt og noveller. Vinnerne er invitert til en internasjonal festival i CERN.

Aina Thomassen, som vant den kunstneriske delen med et silkemaleri, skriver bl.a. om bildet sitt: *Min mening er at det skal forestille vår jordklode med en mann som ser opp mot himmelen i håp om å se noe annet enn "bare" stjerner. Den andre planeten skal forestille et eller annet vesen som gjør akkurat det samme på akkurat samme tidspunkt. De ser utover i det store intet i håp om å se hverandre.*

Eirik Hollerud Odden, som vant den vitenskapelige kategorien, skriver bl.a.: *Hvis Universet er uendelig, og det finnes milliarder av galakser som hver har milliarder av stjerner, er det for meg utenkelig at Jorda er den eneste bebodde planeten. Men på den annen side er livet på Jorda så avansert, at det er utrolig å tro at det kan oppstå andre steder. Like utrolig som at det har oppstått på vår planet.* Og han avslutter med følgende: *Men hvis vi er alene, vil det være en fryktelig sløsing med plass.*

Mer om dette prosjektet finnes på Internett: *http://www.norskfysikk.no/liu/*

Hilsen
Carl Angell Heidi Bruvoll Anders Isnes

∞

Konferanse

ICPS 2001 i Irland

På Fysikermøtet i Trondheim i juni premierte NFS to gode studentforedrag som ble holdt av Rune Hansen og Lise Lyngsnes Randeberg, begge fra NTNU. De fikk dekket reise og opphold ved den 16. internasjonale studentkonferansen, ICPS 2001, som ble holdt Dublin, Irland, i august. Her følger deres rapport fra konferansen.

Vi takket ja til å reise til ICPS 2001 uten egentlig å vite hva vi gikk til. Ingen av oss hadde noensinne vært i Irland, og vi hadde heller ikke deltatt på ICPS før, så vi gikk på en måte ut i ukjent terreng. Etter å ha lest en del reisehåndbøker og nettsider om Irland, satte vi oss på flyet med forventninger om natur, sauer, irsk musikk, øl og fysikk i store doser.

Figur 1. Forfatterne ved elven Liffey i Dublin.

Irland

Det eneste bestående er havet, lysspillet og åsenes samme grønne kurver som vikingene så da de kom hit (Peter Sommerville-Large).

Det er sikkert mye riktig i det forfatteren Peter Sommerville-Large skriver om sitt hjemland. Iallfall er det sikkert at det irske landskapet er variert og vakkert. Vestkysten er stedvis nesten "brutal", som ved de steile klippene ved Moher. Mot sør og nord er kysten "snillere", men fortsatt imponerende. Østover roer landskapet seg og forvandles via våtmarker og myrområder mer og mer til det bølgende, grønne og frodige jordbrukslandskapet vi gjerne forbinder med Irland. Irland er et relativt lite land, 275 km på det bredeste og 486 km langt. Golfstrømmen sørger for et mildt klima og vindene fra Atlanterhavet bringer nok regn til å gjøre landet grønt og frodig. Landet består av fire provinser (Ulster, Munster, Leinster og Connacht), men disse er kun av historisk betydning og har i dag ingen administrativ signifikans.

Historie

Irland har en broket historie, i hvert fall etter at vikingene begynte å interessere seg for øya på 800-tallet. Før den tid hadde den isolerte beliggenheten gjort at de fleste store hendelser i Europa fant sted uten å påvirke irene. Etter at vikingene hadde oppdaget øya, var Irland mer eller mindre under fremmed og ofte brutalt herredømme, særlig engelsk, helt til øya ble delt i 1920 og Den Irske Fristaten ble opprettet. Full selvstendighet fikk de først i 1937, mens Nord-Irland fortsatt er en del av Storbritannia. Katolisisme i Irland har i lang tid vært like mye en nasjonalitet som en religion. Katolisismen har fungert mer som en "identitet" enn som en privat overbevisning for folk flest, og problemet med å skille disse to er noe av det Den irske kirke opplever i dag. Den irske staten er ung og sårbar, med mindre enn 80 års erfaring. Kirken derimot, er så gammel at språket, kulturen og makten har fått en sterk innflytelse på samfunnet. Det moderne Irland, i sitt forsøk på å bli en europeisk demokratisk republikk, har måttet kjempe mot det faktum at kirken var der før staten. Religionen står sterkt i samfunnet og er svært viktig for den vanlige ire.

Dublin

Dublin er en liten hovedstad, og ikke en spesielt vakker en, men likevel et av Europas mest populære reisemål, blant annet på grunn av livligheten og vennligheten man finner hos menneskene der. I byen bor det omtrent en million mennesker, det vil si ca. en tredjedel av hele Irlands befolkning. Byen er i dag sentrum for regjering, industri, og handel, og har også et meget travelt havneområde. Som enhver storby med respekt for seg selv, har også Dublin en elv som renner gjennom byens sentrum. Elven Liffey deler Dublin i en nordlig og en sørlig del, men det eksisterer også et visst klasseskille mellom de to delene. Tidlig på 1700-tallet flyttet rike irer fra den gamle middelalderbydelen i sør til området nord for Liffey. Etter noen få tiår flyttet de tilbake igjen og etablerte seg i fasjonable residenser på sørsiden. I dag må det vel sies at denne sørlige delen uttrykker en viss overklasse.

Dublin er også kjent for å ha fostret opp kjente forfattere som Johnathan Swift, Oliver Goldsmith, James Joyce, William Buttler Yeats, Sean O'Casey, Brendan Behan, Bernhard Shaw og Oscar Wilde. Det finnes i tillegg flere kjente irske vitenskapsmenn. Robert Boyle, som ofte kalles kjemiens far, var den første som evakuerte en gass. Han er spe-

sielt kjent for å ha satt opp sammenhengen mellom trykk og volum for en gass under konstant temperatur (Boyles lov). Den kjente Kelvin-skalaen for absolutt temperatur, ble foreslått av Lord Kelvin, som riktignok kom fra Belfast.

Ellers er nok Dublin kanskje mest kjent for sitt mangfold av puber. Bydelen Temple Bar er et lite nettverk av små livlige gater med spesielt høy konsentrasjon av puber, utesteder og restauranter. Det største og kanskje mest kjente landemerke i Dublin, er nok Guinness-bryggeriet som ligger ganske sentralt plassert i byen. Dette er det største bryggeriet i Europa, og hver dag produserer det 2,5 millioner pints (1 pint $\approx 0,57$ l) av det berømte sorte ølet. Bryggeriet tillater dessverre ikke besøkende, men i Guinnes Hop Store, som ligger like ved, kan man likevel få et inntrykk av bryggeprosessen samt kjøpe utallige produkter med den kjente Guinness-logoen på.

IAPS

IAPS (*International Association of Physics Students*) er organissasjonen som arrangerer ICPS. ICPS er en forkortelse for *International Conference for Physics Students.* Årsmøtet i IAPS er lagt til ICPS. På årsmøtet velges IAPS' neste president, og det bestemmes også hvilken av de nasjonale foreningene som skal arrangere neste års ICPS. IAPS er en organissasjon som ønsker å oppmuntre til internasjonalisering og å gi akademiske utfordringer til fysikkstudenter fra hele verden. IAPS er både en faglig og en sosial organissasjon for fysikkstudenter fra hele verden. Tidligere har organissasjonen vært dominert av europeiske land, men det satses sterkt på å involvere stadig flere land. Årets ICPS ble arrangert ved Dublin City University, og George Ofori-Boadu fra Hampton University i USA, ble valgt til ny president i IAPS. Neste års ICPS skal arrangeres i Budapest.

Dublin City University

Dublin City University ble grunnlagt for litt over 20 år siden og er lokalisert omtrent 5 km nord for sentrum. Universitetet har etablert seg selv som et av de viktigste og beste læresteder i Irland, og ble altså i 2001 valgt som vert for Den 16. internasjonale konferanse for fysikkstudenter. Universitetsområdet, som er relativt stort, er naturlig integrert i terreng og miljø og innbefatter også flere "grønne lunger". Ellers er universitetet under kontinuerlig ekspansjon, og nye bygninger og fasiliteter bygges stadig på . *Dublin City University Physics and Engineering society* (PhysEng) ble dannet med målsetning om å tilby et forum for diskusjon og debatt omkring temaer relatert til fysikk og forskjellig ingeniørvirksomhet. Organisasjonen er også en aktiv arrangør av ulike turer og andre "happenings" av såvel sosial som vitenskapelig karakter. PhysEng ble grunnlagt for kun et par år siden, men er allerede blitt en meget synlig og viktig organisasjon med rykte på seg for å lage spennende og inspirerende arrangementer.

ICPS 2001

Årets ICPS hadde ca. 200 deltakere fra mange land. Norge var representert med 21, tre fra UiO og resten fra NTNU. Vi var innkvartert i rimelige studentboliger, og konferanseavgiften innbefattet innkvartering og noe mat. Den lokale arrangøren var Nexus, foreningen for fysikkstudenter i Storbritannia og Irland.

Det var dessverre en del problemer med selve arrangementet. Disse var relatert til dårlig informasjon, forsinkelser og andre rent praktiske problemer. Informasjonssvikten var det største problemet for deltakerne, dette gjaldt både før og under selve konferansen. Det kan nok bli en stund til Nexus står som arrangør av ICPS igjen.

Det sosiale programmet for konferansen inneholdt alt fra internasjonal aften til pub-runde og omvisning i Dublin. På den internasjonale aftenen skulle hvert land stille med mat, drikke og underholdning som var spesielt for sitt land. Finnene var suverene på underholdningsfronten med sitt Nokia mobiltelefonorkester!

Det ble arrangert flere turer for deltakerne under oppholdet. Som dagstur kunne man velge mellom to bussturer, den ene gikk til *Glendalough i the Wicklow mountains.* Glendalough er kjent som et av de vakreste områdene i Irland. Denne turen ga muligheten til å se en pittoresk innsjø og ruinene av et gammelt kloster. Den andre turen gikk til *Irish National Stud og Japanese Gardens,* i Kildare. Irish National Stud er det nasjonale sentret for hesteoppdrett i Irland og ligger midt i kjerneområdet for irsk hesteoppdrett, Kildare. I samme anlegg som hestesentret ligger også en vakker japansk hage som ble bygget av grunnleggeren av hestesentret. Både hestesentret og hagen eies og drives i dag av den irske staten. Sentret har verdens beste veddeløpshester inne til avl, og man kan gå fritt omkring i anlegget og se på de vakre dyrene.

Det ble også arrangert en halvdagstur til *Dunsink Observatory*. Dette observatioriet var i drift som observatorium fra 1783 til 1900-tallet. Stedet er en del av Dublin Institute for Advanced Studies, School of Cosmic Physics, og brukes fortsatt som kontorer for astronomer. Men dagens astronomer foretrekker å gjøre observasjonene sine med mer moderne teleskoper, og framfor alt under andre værforhold. Dunsink har bare 10 dager i året med klar nok himmel til å gjøre astronomiske observasjoner med noen særlig verdi. Dunsink var også stedet hvor sir William Rowan Hamilton levde og virket fra 1827 og fram til han døde i 1865. Hamilton ble ansatt som nasjonalastronom i en alder av 21 år, selv om han var matematiker og ikke spesielt interessert i astronomi. Det irske været kunne vel kanskje forsvare at han brukte det meste av tiden sin på matematikk og ikke på astronomi.

Den faglige delen av arrangementet var delt inn i plenumsforedrag og diskusjoner, og i paralelle sesjoner med foredrag fra deltakerne. Av de 21 norske deltakerne på konferansen var det tre som holdt foredrag. *Kjetil Kjernsmo* ga et foredrag med tittelen *"Detecting qasar clouds with microlensing"*. Dette var et utdrag av hans hovedfagsarbeid i fysikk som pågår ved UiO. *Rune Hansen* fra NTNU, ga et foredrag med tittelen *"Reduction of non-linear contrast agent scattering due to non-linear wave-propagation"*. Dette er en del av hans doktorgradsarbeid innenfor medisinsk bruk av ultralyd, hvor han spesielt fokuserer på bruk av kontrastmidler. *Lise Lyngsnes Randeberg*, også fra NTNU, holdt et foredrag om blodets optiske egenskaper og endringen av disse egenskapene som funksjon av temperatur. Dette arbeidet er en del av hennes doktorgradsarbeid innenfor medisinsk optikk.

Det var en paneldebatt med temaet "Vitenskap og etikk". Denne debatten tok opp en god del viktige spørsmål angående hvilket ansvar fysikere har overfor sin egen forskning. En av de viktigste poengene i diskusjonen dekkes av uttrykket *"Knowledge means responsibility"*. Det var bred konsensus om at det er viktig å se framover og ta ansvar for egen forskning. Dette er kanskje et standpunkt det er lettere å oppnå enighet om blant unge og idealistiske studenter, men det er ikke mindre viktig av den grunn. Alle deltakerne på konferansen ble anmodet om å gå inn på nettsidene til studentavdelingen til Pugwash-bevegelsen og avlegge en ed på at en forplikter seg til å forvalte sine evner og sin forskning på en klok måte i famtiden. Det ble trukket paraleller fra denne eden til den hippokratiske ed som avlegges av leger etter endt utdannelse. De som er interreserte i mer informasjon om dette, kan gå inn på adresesen: *http://www.student-pugwash.org*

Tråden fra plenumsdiskusjonen ble også fulgt opp av en av foredragsholderne, sir Joseph Rothblat. Han holdt et foredrag med tittelen *"Preservation of life in a nuclear age"*. Sir Joseph Rothblat er en av grunnlegerne av Pugwash-bevegelsen, og den eneste gjenlevende av dem som opprinnelig skrev under *"The Russell-Einstein Manifesto"* i 1955. Han fikk i 1995 Nobels fredspris sammen med Pugwash-bevegelsen for sitt arbeid blant annet mot atomvåpen. Dette foredraget var både det viktigste og det mest interessante på hele konferansen. Vi fikk hans oppfatning av utviklingen av atombomben knyttet sammen med historiske tråder og sammenhenger som bare er mulig å se for en som var der da det skjedde. Sir Joseph Rothblat arbeidet som atomfysiker på atombombeprosjektet i Los Alamos, og var den eneste som trakk seg fra arbeidet av etiske grunner før den første bomben ble sprengt. Resten av sitt liv har han viet til kampen mot atomvåpen. Det var en sterk opplevelse å se en glødende engasjert 94-åring oppfordre den nye generasjonen fysikere til å ta ansvar for sine egne handlinger og sin egen forskning.

De andre to plenumsforedragene, som var gode i og for seg, kom nok litt i skyggen av sir Joseph Rothblats foredrag. Disse foredragene ble holdt av dr. Simon Goodwin, som snakket om letingen etter ekstra-terrestrielt liv, og dr. Bill Graham, som snakket om ølets fysikk. Dr. Goodwin snakket om letingen etter jordliknende planeter i verdensrommet, hvordan disse kan finnes, og om muligheten for liv på slike planeter. Foredraget om ølets fysikk konsentrerte seg om boble- og skumdannelse i øl, og da spesielt om Guinness', siden vi jo var i Irland. Bokser med Guiness-øl inneholder faktisk spesielle golfball-liknende plastkuler for å få dannet det riktige skumlaget på toppen av ølet. Visste du forresten at på et glass Guiness-øl regnes skummet som en del av selve ølet, slik at det er skumkanten som skal nå opp til merket på glasset?

Vi vendte hjem fra Dublin med mange nye erfaringer og opplevelser, og er glade for at vi fikk sjansen til å reise.

Takk til Norsk Fysisk Selskap for økonomisk støtte til å delta på ICPS 2001!

Rune Hansen og Lise Lyngsnes Randeberg

∞

Bokomtaler

David Bodanis: $E = mc^2$. En biografi om verdens mest berømte ligning. Gyldendal Norsk Forlag, 2001, ISBN 82-05-27727-3 (320 sider) 299 kr.

Masse ukonsentrert energi

I året 1905 publiserte Einstein det revolusjonerende arbeidet som viser at rom og tid ikke er uavhengige. Rett etter lanserte han en overraskende konsekvens: Det finnes en vakker og enkel sammenheng mellom energi E og masse m. Den mest berømte likning i fysikken lyder: $E = mc^2$. Lysfarten c er den maksimale hastighet, og lyset gjør unna 300 000 km på ett sekund. Åpenbaringen viser at store energimengder kan konsentreres til masse, og masse kan forvandles til ren energi.

Det foreligger nå ei ny bok av David Bodanis som hevder å gi innblikk i formelen til Einstein. Boka heter ganske enkelt "$E = mc^2$", og vi skal få kjenne både historien til og konsekvensene av denne naturloven. Intensjonen bak boka er ærlig nok, og det ligger sikkert hardt arbeid bak teksten. Likevel, jeg er langt fra begeistret over resultatet.

Jeg tror teksten ville vært enklere å følge om Bodanis hadde lagt fram historien i streng kronologisk rekkefølge. Men han hopper stadig fram og tilbake i tid. Fortellingen virker rotet, utflytende og uten førende tråd. Massebegrepet til Newton blir ikke skikkelig forklart, og feltbegrepet til Faraday kan ingen fatte fra skriveriet til Bodanis. Han sier aldri fra at masse ikke *er* materie, men er en *egenskap* til materien. Materien er treg; den motsetter seg hastighetsforandring. Bodanis skiller ikke mellom vekt og treghet. Det er betegnende at når Bodanis prøver å si litt om den generelle relativitetsteorien til Einstein, så nevner han vagt noe som Einstein kalte "den lykkeligste tanken i mitt liv". Men han glemmer å fortelle hva som var tankeinnholdet; nemlig at treg masse og tung masse er like.

Her er altfor meget av svulmende superlativer (energi som brøler) som vel er tenkt å sjokkere lekfolk. Presise vitenskapelige begreper blir erstattet av tåkeprat og merkverdig språkbruk. Energibegrepet blir aldri skikkelig definert. Det er ikke uten begrepsmessige vanskeligheter å påstå at energimengden i universet holder seg konstant. Hvordan defineres totalenergien i et uendelig univers? Men vi finner en lang historie som tyder på at vitenskapen lenge ikke maktet å skille mellom betydningen av massefart og bevegelsesenergi.

Forfatteren viser at han ikke har fattet betydningen av det matematiske språk når han påstår at "likninger er bare tilfeldigvis skrevet med symboler i stedet for ord". Matematikken gir oss nemlig en meget kompakt og oversiktlig framstillingsmåte over kompliserte sammenhenger. Det er meget tankebesparende å manipulere matematiske symboler for å finne fram til det fysiske innholdet som en naturlov forteller om. Jeg godtar heller ikke at kvadratet av lysfarten i likninga til Einstein kan oppfattes som en analogi til volumet av røykskya som brer seg når ilden forvandler tørre greiner til røyk.

Bodanis er på gyngende grunn når det gjelder å forklare fysikk. Han gir en totalt feilaktig framstilling av hva som var Fred Hoyles mest vesentlige bidrag til forståelsen av kjernereaksjoner i stjernenes hete indre. Her sitter en faktisk igjen med inntrykket av at Hoyle var den første som forsto at stjerner øker temperaturen sin ved sammentrekning når forskjellige typer kjernebrensel tar slutt. Det Hoyle var den første til å fatte, var at det må eksistere en såkalt eksitert tilstand for karbonkjerner for at helium- og beryliumkjerner skal kunne danne karbon når de kolliderer i de sentrale områdene av stjernene. Denne eksiterte tilstanden for karbon ble senere påvist av eksperimentalfysikerne. Hoyle ville antagelig fått en nobelpris for denne forutsigelsen om han ikke hadde inntatt en slik kontroversiell holdning til andre problemer innenfor naturvitenskapen.

Det er heller ikke riktig å hevde at Chandrasekhar påviste muligheten for svarte hull. Det Chandrasekhar kom fram til, var at det finnes en maksimal masse for hvite dvergstjerner. Det var en nobelpris verdt, selv etter femti år. Han påstod ikke at disse stjernene ville forvandles til svarte hull eller nøytronstjerner om grensemassen ble overskredet. Jeg er også nokså overrasket over at det skal finnes mengder av *massivt* jern på sola.

Men Bodanis lesser på med sladder og slarv, skandaler og strid fra vitenskapens verden. Han er med god grunn harm over den urettferdigheten Lise Meitner fikk oppleve. Denne jødinnen var det som fra ufrivillig eksil ga en riktig tolkning av eksperimentene til Otto Hahn da atomkjernen ble spaltet. Men Hahn stjal hele æren og fikk prisen. Bodanis har heller ikke mye til overs for de skriftlærde som ydmyket Cecilia Payne. Hun påviste at mesteparten av stoffet på sola er hydrogen.

Bodanis er heller ikke i minste tvil om at Heisen-

berg var en ren medløper for nazismen. Kvantefysikeren får en hard moralsk medfart og levnes liten ære. Uten skrupler gjorde han stor innsats for å gi Hitler atombomben. For oss som er norske nordmenn fra Norge, er det selvsagt spesielt interessant å lese om sabotasjen mot tungtvannsproduksjonen på Rjukan. Jeg må si at jeg er ganske forundret over at de britiske soldatene som skulle ødelegge Vemork, *selvsagt*(?) ikke hadde anelse om hvor de skulle før de var på veg. Uten studium av forholdene var det vel opplagt at det måtte ende med katastrofe. Jeg fatter heller ikke helt logikken når forfatteren påstår at de allierte vurderte å gi opp hele aksjonen fordi okkupasjonsmakten ville ta hevn på sivilbefolkningen om noen tyske vakter ble drept. Et nytt Telavåg var ikke akseptabelt. Da spør jeg om ikke de allierte fryktet tyske represalier når fabrikken ble sprengt?

En hel tredjepart av boka består av såkalte noter og tillegg. Dels virker dette som ei ren skryteliste over hvor mye solid lesing forfatteren har bak seg. Det kan jo også tjene som belegg for at forfatteren ikke farer med usannheter. Det beste av dette kunne uten videre vært innarbeidet i hovedteksten. Nå virker det bare forstyrrende. Forfatteren kunne ha nøyd seg med å sette opp ei litteraturliste for videre lesing.

Det tjener forlag og oversetter til liten eller ingen ære at språket er unødvendig tungt. Altfor mange setninger kunne vært delt både i to og tre uten det minste tap. Engelsk språkbygning er heller ikke noe som hører hjemme blant norske fjorder og fjell. Det er rent utrolig å observere en slik frekk og freidig omgang med norske kommaregler.

Jeg undres over hva slags kriterier forlagene legger til grunn når de vurderer om ei bok er verdt å oversette. Kvalitet er i alle fall ingen avgjørende faktor. Denne boka til Bodanis bekrefter det jeg lenge har visst: Det er helt nødvendig at de som sysler med vitenskap selv skriver populærtekster.

Men jeg samtykker med Piet Hein:

Den som kan skrive
har meget at lære
af den som bemestrer
den kunst at la være.

Henning Knutsen

∞

Jan R. Lien og Gunnar Løvhøiden: Generell fysikk for universiteter og høgskoler, Bind I Mekanikk. Universitesforlaget, 2001, ISBN 82-15-00005-3 (400 sider) 438 kr; og

Egil Lillestøl, Ola Hunderi, og Jan R. Lien: Generell fysikk for universiteter og høgskoler, Bind II Varmelære og elektromagnetisme. Universitesforlaget, 2001, ISBN 82-15-00006-1 (520 sider) 488 kr.

Det er ikke ofte nye norske lærebøker i fysikk for høgskoler og universiteter kommer i handelen. Denne høsten foreligger imidlertid første resultat fra et omfattende samarbeidsprosjekt med siktemål å produsere nye og tidsriktige læreverk som dekker de grunnleggende blokkene (emnegruppa) i fysikkutdannelsen. Resultatet foreligger i form av to bind med felles altomfattende tittel "Generell fysikk for universiteter og høgskoler".

Mekanikkboka er delt i 12 kapitler. Boka dekker først og fremst den tradisjonelle newtonske dynamikk for partikler og stive legemer (kap. 1–6) og gravitasjon (kap. 11). Dernest behandles emnene statikk og elastisitet (kap. 7), fluid mekanikk (kap. 8), svingninger og bølger (kap. 9 og 10) og til slutt gravitasjon og relativitetsteori (kap. 11 og 12).

Varmelære- og elektromagnetismeboka (som også omfatter optikk) inneholder 18 kapitler (13–30). Kapitlene 13–18 behandler termodynamikkens grunnlag, kinetisk gassteori, termodynamikkens lover, statistisk mekanikk og varmetransport. Deretter følger elektromagnetisme (kap. 19–28) bygget systematisk opp fra Coulombs lov, via elektrisk felt, strøm, magnetisk felt og induktans, til Maxwells ligninger og elektromagnetiske bølger. De to siste kapitlene (29 og 30) tar for seg geometrisk og fysikalsk optikk.

Kapitlene har en konsistent og logisk velbegrunnet oppbygging, rikelig eksemplifisert med anvendelser av fysikken. Hvert kapittel avsluttes med et sammendrag og et godt utvalg med regneoppgaver med fasit til alle, ikke bare til oddetallsoppgavene. En rekke interessante epistler følger noen av kapitlene. Epistlene behandler bl.a. moderne anvendelser av de grunnleggende prinsippene som gjennomgås (f.eks. "NMR i oljeleting, og holografi"), eller begreper og ideer satt i et historisk perspektiv ("Energi og entropi – begrepene som forandret vitenskapene", og "Kristian Birkeland og 200-kronerseddelen").

I tillegg til den styrke det ligger i å lære fysikk på morsmålet, vil vi fremheve at boka holder et matematisk nivå som burde passe godt til norske

og skandinaviske forhold hvor elevene ideelt sett er utrustet med 3MN, og hvor mange har bortimot ett års studier i universitetsmatematikk, før de begynner på fysikkstudiet. At forfatterne har temmelig forskjellig fysikkfaglig ståsted (fra reservoarfysikk til subatomær fysikk) har i det hele vært en styrke. Dette har gitt opphav til en bredde i eksempelbruken som mange læreværk på dette nivået savner. Teksten er heldigvis mer kompakt enn i mange av de lærebøkene som har vært lansert de siste ti-årene, men stilen er langt fra tørr. Det matematiske nivået er riktig ut fra forkunnskapene som våre studenter har når de begynner på fysikk-kursene. Vår erfaring er at studentene setter pris på å ta matematikkunnskapene i bruk i fysikken. Forfatterne etterkommer dette ønsket uten å miste av syne det vesentligste, nemlig at fysikken i emnegruppen ikke er en matematisk selskapslek, men en nøkkel til vår forståelse av naturen.

Det er ikke dumt å gi verket ut i to bind; en 1000 sides "murstein" har aldri vært noen behagelig bagasje å transportere i sykkelvesken. Bøkene er trykket i to farger, bortsett fra at enkelte sider i bind 2 er i fullfarge. Figurene er klare og oppsettet forøvrig ryddig og behagelig for øyet.

Det er selvsagt en del ting som er fristende å etterlyse. Selv om bøkene er matematisk gode, kunne de ha vært gjort enda bedre her og der. Studentene i universitetssystemet har ofte matematikkkunskaper som gir grunnlag for at man alternativt også kunne ha gjennomført beregninger (integrasjoner) med bruk av f.eks. kulekoordinater. Ett eller to eksempler på bruk av komplekse tall i studier av vekselstrømkretser, kunne også ha vært på sin plass for å vise metodens styrke. Man savner også et kapittel om Lagrange–Hamiltondynamikk i mekanikkboka. Selv om dette ikke nødvendigvis inngår i emnegruppa alle steder, ville bokas verdi som oppslagsverk for senere bruk ha hevet seg betraktelig med et slikt kapittel. Aller sist kunne man også ha ønsket seg noen flere essays som bl.a. knyttet tråder frem mot forskningsfronten. Hvordan man benytter superdatamaskiner til løsning av Newtons lover for millioner av partikler og liknende, ville kanskje ha synliggjort hvor viktig f.eks. klassisk mekanikk er i dagens forskning.

Men la disse siste kritiske bemerkninger tilhøre avdeling for små ting, eller være velmenende forbedringsforslag til neste opplag. Alt i alt er det to meget gode lærebøker som nå foreligger, og som med sin språkdrakt og form også er en betydelig realfaglig kulturmarkering. På grunn av konsistent fremstilling og matematisk nivå, burde bøkene kunne hevde seg også på et internasjonalt marked hvis oversettelse, fullfargetrykk og lansering blir satset på. I en tid med sviktende kunnskaper i fysikk over "hele fjøla", såvel som sviktende forståelse for den sentrale plass grunnleggende fysikk har i et moderne samfunn, kan læreverket spille en viktig rolle i all fremtidig videregående fysikkutdanning.

Jan Petter Hansen og Kjartan Olafson

∞

Jan R. Lien og Gunnar Løvhøiden: Generell fysikk for universiteter og høgskoler, Bind 1 Mekanikk. Universitesforlaget, 2001, ISBN 82-15-00005-3 (400 sider) 438 kr.

Denne boka er første bind av to som utgjør et nytt og bredt anlagt læreverk i fysikk for universiteter og høgskoler. Når det gjelder høgskolene, sier forlaget at den er spesielt tilrettelagt for ingeniørutdanningen. Med bokens utforming og forfatternes vektlegging av stoff, tror jeg dette er riktig.

Jan R. Lien er førsteamanuensis i fysikk ved Universitetet i Bergen, mens Gunnar Løvhøiden er professor i fysikk ved Universitetet i Oslo. Begge forfatterne har lang undervisningserfaring og har forelest grunnkursene i fysikk i en årrekke. De skulle således ha de beste forutsetningene for å skrive en god lærebok.

Bind 1 dekker emnene kinematikk, dynamikk, statikk og fasthetslære, væskedynamikk, bølger, gravitasjon og spesiell relativitetsteori. Boka dekker således de mest sentrale emnene innen mekanikk. Den teoretiske fremstillingen blir belyst med en rekke eksempler, og hvert kapittel avsluttes med en samling oppgaver med fasit. I sju kapitler er det tatt med et essay som har til hensikt å plassere stoffet i en videre sammenheng. Forfatterne forteller litt om ulike fysiske fenomener og oppdagelser, og hvilken betydning de har hatt for samfunnet. Jeg tror at de fleste av disse vil treffe interesserte studenter.

Boka har en tradisjonell oppbygning. Hvert kapittel er strukturert slik at de viktigste begrepene introduseres først. En mer fullstendig matematisk behandling kommer så lengre ute i kapitlet. Boka skiller seg fra mange amerikanske lærebøker som finnes på markedet. Disse bøkene har ofte mye mindre matematikk, men mer beskrivende stoff. Dette representerer etter min mening både en styrke og en svakhet. Forfatterne av det norske læreverket

har lagt vekt på å gjøre noe med svakhetene. De har derfor lagt vekt på en mer utførlig matematisk presentasjon. Det har de lykkes med, selv om de i noen tilfeller har måttet gi avkall på matematisk stringens.

Fremstillingen er i stor grad basert på vektorregning, noe som nærmest er nødvendig i mekanikken. Jeg tror læreverket vil fungere godt i en tradisjonell undervisningssammenheng. Teksten er klar, men da den er relativt knapp, vil foreleseren finne mange muligheter til å utfylle boka på en god måte. Studentene vil få en selvforsynt lærebok når det gjelder det matematiske apparatet, men de vil ha stor nytte av at en inspirerende lærer fyller opp noe mer stoff mellom formlene.

Det er mulig at universitets- og ingeniørutdanningen setter forskjellige krav til et læreverk. Som nevnt har boka en tradisjonell oppbygning. Et alternativt opplegg kunne være å starte med fenomener og så se hvilke matematisk/fysiske redskaper en må anvende for å skaffe seg innsikt i og forståelse av de prosessene som finner sted. Selv om vi nå kan øyne konturer av slike læreverk, er det kanskje for tidlig for et norsk forlag å kaste seg ut i et slikt marked. Det sies at en selvbygger bør bygge tre hus før han blir rimelig fornøyd. Det vil sikkert være en betydelig overdrivelse å hevde at det samme vil være tilfelle for en lærebokforfatter. Men selv om denne boka er svært godt gjennomarbeidet, finner man (selvsagt) noen skjønnhetspletter. De er ikke mange, og de vil sikkert bli fjernet i et nytt opplag.

Jeg vil gratulere forfatterne, forlaget og det norske fysikkmiljøet med en tiltalende lærebok. Jeg slutter meg til forlagets ønske om at boka kan bidra til å heve den realfaglige kompetanse og øke interessen for fysikkfaget hos unge mennesker.

Ingolf Kanestrøm

∞

Nye Doktorer

Alvin Brattli

Cand.scient. Alvin Brattli forsvarte 31. august sin avhandling *Complex plasmas in planetary rings, the Earth's mesopause, and laboratory experiments* for graden dr.scient. ved Universitetet i Tromsø.

Prosjektet omfatter teoretiske og eksperimentelle studier, og det sentrale tema er komplekse plasma. Brattli har påvist en direkte sammenheng mellom elektrisk ladet støv og sterke radarekko fra ca. 80–90 km høyde (PMSE) som ofte opptrer sammen med nattlysende skyer som kan observeres om sommeren i polare områder.

Plasma regnes som materiens fjerde tilstand. De tre andre er fast stoff, væske og gass. I et plasma er elektronene ikke lenger bundet, og vi har en blanding av en elektrongass og en ionegass. Et komplekst plasma er et plasma hvor vi i tillegg har små elektrisk ladete støvpartikler som endrer plasmaets egenskaper. I den teoretiske delen av avhandlingen har Brattli bl.a. studert bølgemønsteret bak partikler som beveger seg gjennom komplekse plasma. Studiet av slike bølgemønstre kan bl.a. gi informasjon om Saturns ringer.

I den eksperimentelle delen av avhandlingen er data fra en forskningsrakett fra Andøya Rakettskytefelt analysert. Dataene har for første gang vist en direkte sammenheng mellom elektrisk ladet støv og PMSE, noe man tror kan ha med klimaendringer på jorda å gjøre.

Alvin Brattli er cand.scient. fra Universitetet i Tromsø, og er nå forsker ved Det norske meteorologiske institutt i Oslo.

∞

Trond Ramsvik

Sivilingeniør Trond Ramsvik forsvarte 15. november 2001 avhandlingen *Surface science studies of Cobalt and Rhodium single crystal surfaces* for graden dr.ing. ved NTNU.

Tema for prosjektet er overflatestudier av kobolt- og rhodiumkrystaller. Resultatene av dette arbeidet vil på lengre sikt kunne bidra til større forståelse av prosesser på overflater, slik at en oppnår mer forutsigbarhet om overflaters egenskaper innen katalyse.

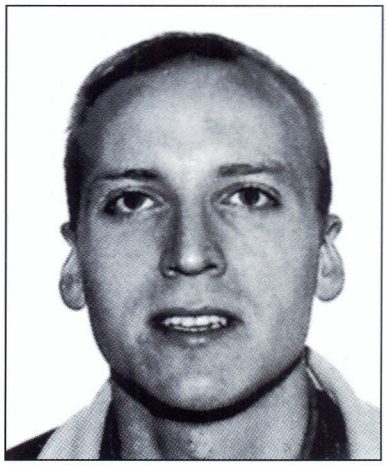
Både kobolt og rhodium er katalytisk aktive metaller. Kobolt er et aktuelt katalysatormateriale for reaksjonen mellom karbonmonoksid og hydrogen til ulike hydrokarboner, mens rhodium er en viktig katalytisk ingrediens i f.eks. bilkatalysatorer.

For å oppnå en grunnleggende forståelse av overflaters fysiske og kjemiske egenskaper, er det viktig å studere idealiserte systemer på atomær og molekylær skala. I avhandlingen er reaksjoner mellom molekyler som karbonmonoksid og acetylen (sveisegass) og enkeltkrystaller av kobolt og rhodium, studert ved ekstremt lave trykk. En sentral del av avhandlingen omhandler studier av vibrasjoner mellom atomene i et molekyl indusert ved løsrivning av et kjerneelektron. Vekst av tynne metallfilmer på kobolt- og rhodiumoverflater har også vært en viktig del av Ramsviks doktorarbeid. Professor Anne Borg har vært veileder.

Trond Ramsvik er sivilingeniør fra Fakultet for fysikk, informatikk og matematikk, NTNU. Han er nå stipendiat ved Institutt for fysikk, NTNU.

∞

Per Kristian Rekdal



Sivilingeniør Per Kristian Rekdal har disputert for graden dr.ing. ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, med avhandlingen *Some Non-Pertubative Results in Modern Quantum Optics.*

Moderne kvanteoptikk er i dag et aktivt forskningsområde, dels fordi mange systemer kan realiseres i laboratoriet. Rekdals forskningsarbeid er grunnforskning som har bidratt til å utvikle forståelsen av utvalgte emner innen dette feltet.

Avhandlingen inneholder fem publikasjoner. En del av avhandlingen dreier seg om beskrivelsen av såkalte parametriske forsterkere innenfor rammen av en to-metode beskrivelse med spesiell fokus på ikke-klassiske fenomen som *"squeezing"*. Eksakte analytiske uttrykk for tidsutviklingen for systemet er funnet.

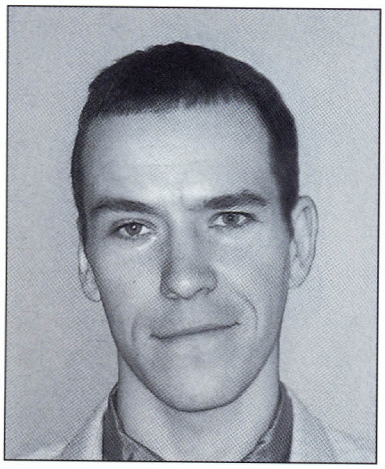
Den vesentligste delen av avhandlingen omhandler ulike aspekter av det såkalte mikromaser-systemet. En eksakt behandling av fasestrukturen til mikromaseren er gjennomført. Innvirkningen av støy på fasestrukturen, og noen observerbare størrelser, er også studert. Til slutt inngår en studie av interferens (overlagring) av makroskopiske kvantetilstander, såkalte "Schrødinger katt"-tilstander.

Arbeidet er utført ved Institutt for fysikk, NTNU, med professor Bo-Sture Skagerstam som veileder, og har vært støttet av Norges forskningsråd og Institutt for fysikk, NTNU.

Per Kristian Rekdal er siv.ing. fra Fakultet for fysikk, informatikk og matematikk, NTNU.

∞

Leo Saks



M.Sc. Leo Saks forsvarte 20. august 2001 avhandlingen *Vertex Functions in Quantum Chromodynamics* for dr.scient.-graden ved Universitetet i Bergen.

Naturen ser ut til å være formet og styrt av fire grunnleggende krefter: tyngdekraft, elektromagnetisk kraft, svak og sterk kjernekraft. Den sterke kraften binder kvarker sammen til protoner og nøytroner og holder disse fast i atomkjernen. På 1970-tallet ble det klart at den sterke kjernekraften kunne forstås som QCD, kvantekromodynamikk. Formidlerne av den sterke kjernekraften er en slags "klister", kalt gluoner.

I doktorgradsstudiet ble vekselvirkninger mellom noen kombinasjoner av kvarker og gluoner beregnet ved hjelp av perturbasjonsmetoder innen kvantekromodynamikken. Resultatene fra disse feltteoretiske beregningene kan bidra til å analysere presisjonsdata fra framtidige eksperimenter ved partikkelakseleratorene LHC ved CERN og Tevatron ved Fermilaboratoriet (Chicago).

Doktorgradsarbeidet til Saks er utført ved Fysisk institutt, UiB, ved gruppen for partikkelfysikk under veiledelse av Per Osland of Andrei Davydychev (Mainz).

Leo Saks er født og oppvokst i Estland, og har tidligere utdanning som B.Sc. i fysikk fra Tartu University. Han tok M.Sc.-graden ved Universitetet i Bergen i 1997. Siden 1997 har han vært doktorgradsstudent ved Fysisk institutt, UiB, finansiert av "kvoteprogrammet".

∞

Audun Sanderud

Cand.scient. Audun Sanderud forsvarte 26. oktober avhandlingen *EPR and ENDOR Studies of X-Irradiated Amino Acids, Peptides and Phosphate Derivatives* for graden dr.scient. ved Universitetet i Oslo.

Målet med prosjektet har vært å belyse mekanismene for hvordan ioniserende stråling endrer og skader biologiske makromolekyler som proteiner og DNA. Dette er store og kompliserte strukturer, men ved å studere mindre byggesteiner kan man etablere etterprøvbare modeller for stråleskader i makromolekylene. Aminosyrer, peptider og ulike forbindelser som inneholder en fosfatgruppe, er studert ved hjelp av Elektron Paramagnetisk Resonansspektroskopi (EPR) og Elektron-Kjerne Dobbelresonansspektroskopi (ENDOR).

Fosfatgruppen er en av bestanddelene i DNA, og fra studier av bestrålte fosfatderivater har Sanderud foreslått mekanismer for brudd i fosfoesterbindingene. Dette er viktige prosesser knyttet til reproduktiv død for celler med slike skader. Under arbeidet med aminosyren glysin, ble det observert to nye produkter. Strukturen til disse er blitt fastslått, og mekanismer for dannelsen av dem er foreslått. I disse studiene er det i flere tilfeller observert kvadrupolkoblinger til aminogruppens nitrogenatom. Disse skyldes vekselvirkning mellom elektronene og atomkjernene i molekylet, og symmetrien rundt nitrogenatomet er avgjørende for egenskapene til koblingene. Doktorarbeidet har bidratt til forståelsen av formen til de observerte kvadrupolkoblingene, og nye metoder for å beregne slike koplinger er utviklet og sammenholdt med beregninger av elektronfordelingen i molekylene. Disse viser at ladningsfordelingen i molekylene er meget følsom for kvadrupolkoblingene.

Arbeidet er utført ved Fysisk inst. Professorene Einar Sagstuen og Anders Lund har vært veiledere.

∞

Steinar Vervik

Cand.scient. Steinar Vervik disputerte 6. april for dr.scient.-graden ved Universitetet i Bergen med avhandlingen *Methods for characterization of gas-coupled ultrasonic sender-receiver measurement systems.*

I mange sammenhenger bestemmes fysiske størrelser, egenskaper eller tilstander, ved måling av den tiden ultralydsignal trenger for å forplante seg gjennom et målesystem. Signalene gjennomgår form- og faseendringer mens de forplanter seg. Det kan derfor være nødvendig å kartlegge hvordan ulike effekter influerer på signalene, slik at korreksjoner kan foretas. Utvikling av metoder for slike kartlegginger er hovedtema for avhandlingen.

Verviks avhandling er motivert av problemer knyttet til ultralyd strømningsmetre for mengdebestemmelse av naturgass i rør. Denne type målere utnytter at lydbølger som sendes skrått på tvers av røret forplanter seg hurtigere medstrøms enn motstrøms, og forskjellen i transitt-tid vil gi et mål for hvor hurtig gassen strømmer i røret. For å oppfylle kravene til nøyaktighet ved salg og avgiftsberegninger, kan det være nødvendig å korrigere transitttidene for flere effekter. Noen av disse korreksjonsfaktorene bestemmes fra målinger når gassen er i ro, ved en såkalt null-kalibrering. Verviks arbeid er en del av den innsats som gjøres for å redusere kostnadene forbundet med null-kalibrering. Anvendt metodikk og resultater er imidlertid antatt å ha generell relevans for akustiske målinger av transitttid. Førsteamanuensis Magne Vestrheim, Fysisk institutt, UiB, har vært hovedveileder.

Vervik tok cand.scient.-eksamen i hydroakustikk ved UiB i 1995. Han hadde stipend fra Norges forskningsråd under doktorarbeidet, og har senere vært engasjert ved Christian Michelsen Research.

∞

Dag Østvang

Cand.real. Dag Østvang forsvarte 21. september 2001 sin avhandling *A non-metric approach to space, time and gravitation* for graden dr.scient. ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.

Kvaliteten og spektret av observasjoner av prosesser som opptrer på svært stor skala i universet, som galakser og galaksehoper, er blitt meget bedre de siste årene. Denne utviklingen kan ventes å fortsette når nye rombaserte observatorier blir skutt opp om få år. Dette er derfor en gunstig tid for teoretisk studium av fenomener som involverer svært store avstander.

I sitt doktorarbeid har Østvang sett på den logiske muligheten for at våre begreper om rom, tid og gravitasjon må modifiseres med effekter som er uobserverbare små for dagligdagse fenomener, men som blir av betydning på store avstander. Sentralt i dette arbeidet er en ny og høyst original modell for å beskrive universets ekspansjon. Flere observasjoner gir vitenskapelig motivasjon for å studere alternative modeller for denne ekspansjonen: 1) Teoretisk skal en ikke ha ekspansjon i og nær gravitasjonsbundne systemer, men observasjoner tyder ikke på at ekspansjonen avtar; 2) galaksenes rotasjonsmønster stemmer ikke med observert massefordeling; 3) høypresisjonsmålinger innenfor solsystemet synes å vise ørsmå avvik fra teoretiske prediksjoner av en slik størrelsesorden at universets ekspansjon (gitt ved Hubblekonstanten) kan være involvert.

Som en anvendelse har Østvang sett på den anomale akselerasjonen en har observert med Pioneer 10-sonden. Den var ved sitt møte med Jupiter i 1973 den første romsonde som besøkte en av de ytre planetene. Sonden er nå ca. 12 milliarder km fra jorden og på vei ut av solsystemet. Senest i april i år oppnådde en kontakt med dens 8W radiosender. Det vitenskapelig interessante er at sonden synes å være utsatt for et akselerasjonsbidrag på ca. 8×10^{-10} m/s^2 som ikke kan forstås ved konvensjonell teori. Forklaringen kan ligge i Østvangs teori.

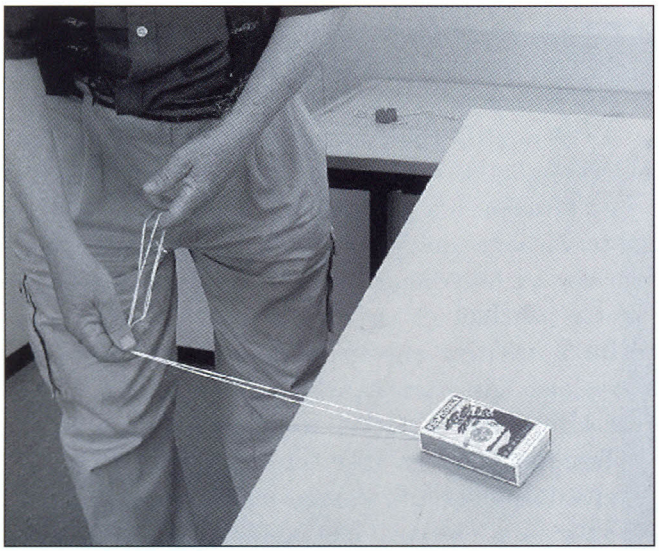
Arbeidet er utført ved Institutt for fysikk, NTNU, med professor Kåre Olaussen som veileder.

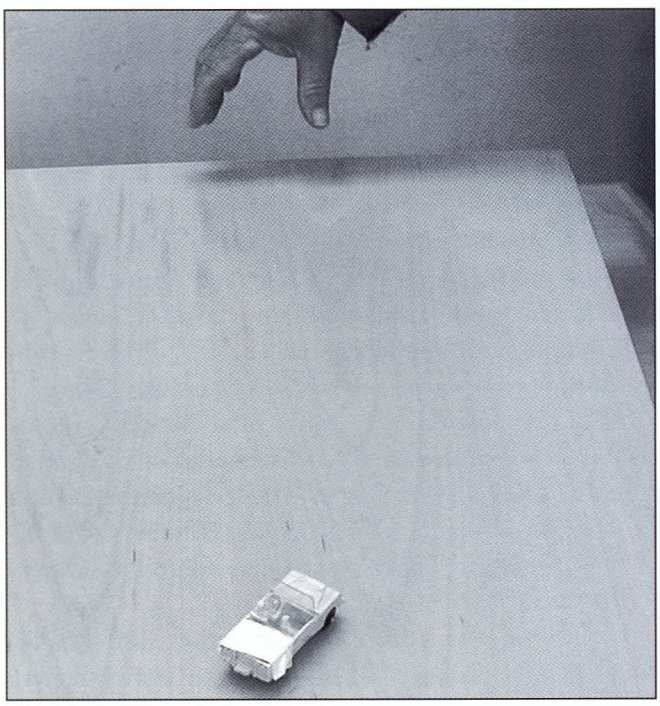
∞

Fysikksnutt

Friksjon sideveis

Stable opp et brett så det lager et skråplan med en vinkel på f.eks. 30° med underlaget. Fest en tråd i en fyrstikkeske. Legg fyrstikkeska på skråplanet og trekk i tråden på tvers av skråplanet.





Når eska kommer i fart på tvers av skråplanet, er all friksjonen brukt mot bevegelse i denne retningen. Det er da ingen friksjon som hindrer eska i å begynne å gli litt nedover. Du kan prøve med ulike vinkler for skråplanet, men det må ikke være brattere enn at fyrstikkeska blir liggende på plass når du ikke trekker i tråden.

Bruk en lekebil med hjul som triller lett. Sett den øverst på skråplanet og la den trille nedover. Det skjer ikke noe overraskende.

Fest bakhjula med teip sånn at de ikke kan rotere. Sett bilen øverst på skråplanet igjen med bakhjula øverst. Skråplanet må være så bratt at bilen begynner å trille nedover med forhjula og å gli med bakhjula.

Låste hjul har forsvinnende lite friksjon sideveis!

Sven Lilledal Andersen og Otto Øgrim

∞

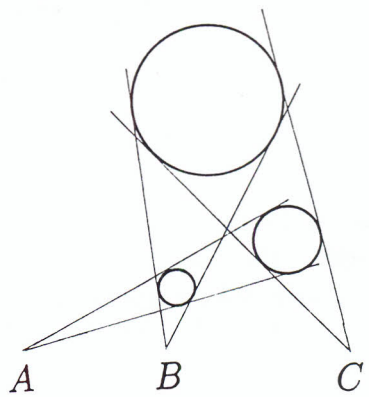
Trim i FFV

FFVT 4/01

a) Etter innkjøp i stormagasinet gikk professor Tanke langsomt ned den nedovergående rulletrappa, og kom ned etter å ha tatt 40 skritt. Da kom han på at han hadde etterlatt lommeboka og løp oppover rulletrappa, ett trinn om gangen, og kom opp etter å ha tatt 120 skritt. Farten var slik at han nå brukte bare femtedelen av tida på hvert trinn i forhold til da han gikk ned.

Da han kom tilbake til rulletrappa med lommeboka i god behold, var trappa stoppet. Hvor mange trappetrinn var da synlige?

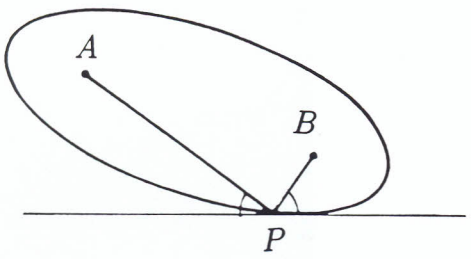
b) Når fellestangentene for hvert par av tre ulike store sirkler trekkes, vil skjæringspunktene A, B og C ligge på en rett linje (se figur). Bevis det uten regning! (Tips: Ikke vær gjerrig med dimensjonene.)



Løsning FFVT 3/01

Oppgaven besto i å utlede følgende matematiske teorem uten matematikk: Gjennom et punkt P på en ellipse er det trukket en tangent T. Da er vinklene mellom tangenten og forbindelseslinjene fra P til de to brennpunktene A og B like store.

La oss tenke oss følgende fysiske system: En liten ring glir uten friksjon langs en tynn tråd som er festet i to punkter A og B (se figur). Som nevnt i oppgaveteksten, vil da punktet som ringen henger i beskrive en ellipse.



I tyngdefeltet vil ringen komme til ro i det lavest mulige punkt, som vi kaller P. Den nevnte ellipsen vil derfor ha en *horisontal* tangent i P. Når ringen ligger i ro i punktet P vil den påvirkes av tre krefter, tyngdekraften som virker loddrett og to snorkrefter. Horisontalkomponentene av de to snorkreftene må være like store og motsatt rettet skal ringen ligge i ro. Siden strekket i tråden er det samme på begge sider av ringen, er horisontalkomponentene bare like i størrelse om vinklene mellom snorretningene og den horisontale tangenten er like store. Og det var nettopp dette matematiske teorem vi skulle bevise!

∞

Nytt fra NFS

Fysikermøtet 2002

Neste år vil det bli avholdt et lite fysikermøte i Stavanger i juni. Styret, inkludert alle faggruppestyrene, pluss endel andre spesielt inviterte, vil i løpet av to dager gjennomgå aktivitetene i Norsk Fysisk Selskap og i faggruppene, og gjennomgå planene for neste toårs-periode.

I tillegg vil vi spesielt drøfte innsatsen innen rekruttering utover synlighetsprosjektet som går ut 2002, og vår kontakt med næringslivet som ikke er tilfredstillende. I løpet av de to dagene vil vi også møte miljøet i Stavanger og arrangere en diskusjon med fysikere som har sitt daglige virke i næringslivet i området.

Flere detaljer om dette møtet vil følge i neste nummer av FFV.

Hilsen
Heidi Bruvoll

∞

Nye medlemmer 23. oktober 2001

Finn-Olaf Berg
Ravnkollbakken 30, 0971 Oslo

Lasse Tolly Borja
Herman Krags vei nr 45 52, 7050 Trondheim

Trygve Buanes
Strandveien 9, 5104 Eidsvåg

Erik Dvergsnes
Fysisk institutt, UiB, Allégaten 55, 5007 Bergen

Ingunn Anne Nordbø
Solbakken 7, 3530 Røyse

Terje Pedersen
Mysen vgs., 1850 Mysen

Roland Wittje
Institutt for fysikk, NTNU, 7491 Trondheim

Bjørnar Ystad
Hans Hauges gate 25, 5035 Bergen

∞

C-BLAD

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

Retningslinjer for forfattere

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Norsk Fysisk Selskap

STYRE

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

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

Styremedlemmer:
Førsteaman. Cecilia Futsæther
Inst. for tekniske fag, NLH, Ås.
Førsteaman. Jan Petter Hansen
Fysisk inst., Univ. Bergen.
Førsteaman. Anders Isnes
ILS, Univ. Oslo.

Selskapets sekretær:
Rådgiver Heidi Bruvoll
Fysisk institutt, Universitetet i Oslo,
Boks 1048 Blindern, 0316 Oslo.
Tlf.: 22 85 64 26, Fax.: 22 85 64 22
E-post: heidi.bruvoll@fys.uio.no
Bankgiro: 7878.06.03258

Fra Fysikkens Verden

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

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

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

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

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