Fra Fysikkens Verden

Nr. 3 – 1996
58. årgang

Utgiver:
Norsk Fysisk Selskap

Redaktører:
Øivin Holter
Finn Ingebretsen

Redaksjonssekretær:
Karl Måseide

Innhold

Lars Bugge:
Elektrosvak fysikk - Del II 67

Olav Steinvoll:
Vann, et viktig biomateriale.....74

Arnt Inge Vistnes og Ellen Karoline Henriksen:
Fysikkolympiaden i Oslo.....78

Per Chr. Hemmer:
Teorioppgavene i Fysikk-OL ...82

Børge Holme, Tom Henning Johansen og Arnt Inge Vistnes:
Praktisk eksamen ved Fysikk-OL.85

Fra Redaktørene.....66
FFV Gratulerer 66
Bokomtaler 86
Kommentar 89
Nye Doktorer 90
Dr.scient. Carl Angell
Dr.ing. Knut Halvard Bech
Dr.scient. Tor Berger
Dr.scient. Karsten Heia
Dr.ing. Gunnar Hugo Nyland
Dr.ing. Frank Agnar Maaø
Dr.ing. Frank Børre Pedersen
Dr.scient. Arild Skjold
Dr.scient. Jarle Tollefsen
Dr.scient. Peter Wind
Trim i FFV 96
Nytt fra NFS 96
Årsmelding 1995-1996
Årsmøtet 1996

ISSN-0015-9247

De fem beste deltakerne ved Fysikk-OL 1996
(f.v.) Yurun Liu (Kina), Rui Zhang (Kina), Arend Bayer (Tyskland), Kaiwen Xu (Kina) og den 13-årige Christopher Michel Hirata (USA)
(foto: Sissel Jørgensen)

Fra Redaktørene

Høyere utdanning er i støpeskjeen, og det har den vel alltid vært – kanskje heldigvis. Verdien av en kontinuerlig evaluering og nytenking er udiskutabel. Men, all nytenking og alle planer til tross, noen sære og til dels forunderlige utviklingstrekk kan observeres, selv fra vårt ståsted.

Diskusjonen om åpne versus lukkede studier er et aktuelt tema i denne forbindelse. Og når inngangen til et studium lukkes, er det interessant å se hvilke tilleggskriterier som gis ut over den generelle, allmenne studiekompetanse.

For nesten ti år tilbake gjorde vi en ringerunde til læresteder og institusjoner med adgangsbegrensning, for å finne ut hvilke krav som ble stilt til deres kandidaters kunnskaper i fysikk. Svarene vi fikk var ganske sprikende. Det kanskje mest forbausende eksemplet var at to presumtivt identiske medisinske universitetsfakulteter stilte forskjellige krav til forkunnskaper i fysikk. Begge fremførte en sterk argumentasjon for riktigheten av kravet sitt, antakelig fordi opptakskravene den gang skulle være faglig begrunnet, og ikke formelle nåløyer brukt (og kastet) som filtre (som vi hadde en mistanke om).

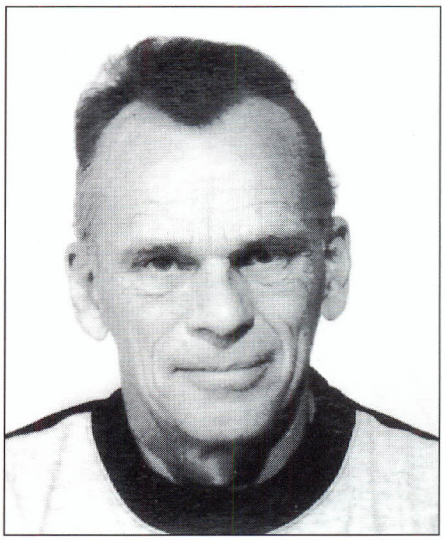
Like før sommeren i år stilte representant Siri Frost Sterri et interessant spørsmål til KUF-ministeren i stortinget. Bakgrunnen var en oppfordring i et hefte fra "samordnet opptak til medisinerstudiet", der elever ble rådet til å ta realfagene (matematikk, fysikk og kjemi) etter eksamen, som privatister, og heller først få inngangsbilletten ved maksimal poenguttelling i lettere fag.

Saken førte til en del prat, "presisering" og roing, uten at det har kommet noe ut av det. Men vi fikk forsterket den mistanken vi allerede hadde; her er kampen om studieplasser basert på formaliteter, ikke på realiteter. De "harde" realfagene er ikke lenger viktige grunnlag, de kan plukkes opp underveis. Når vi så vet at svært mange elever i videregående skole går med en medisiner i maven, har slike signaler klare (og faktisk påviselige) konsekvenser for valg av fagkrets. Og uansett hvor stort innslag av myke fagvarianter en ønsker som ballast for vordende medisinere, realfagene er og blir de helt sentrale. Men de kan en plukke opp når inngangsbilletten allerede er klar, slik at en ikke kaster bort tiden med vanskelige fag – til ingen nytte.

∞

FFV Gratulerer

IBMs fysikkpris til Jens Lothe



På årsmøtet i Norsk Fysisk Selskap, som ble holdt ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet i Trondheim 26. juni, ble IBMs fysikkpris tildelt professor Jens Lothe, Universitetet i Oslo.

Prisen på 20 000 kr, er gitt av IBM Norge for forskningsarbeid av høy faglig kvalitet innenfor kondenserte fasers fysikk. Jens Lothe får prisen for fremragende forskningsinnsats i forbindelse med teori for strukturfeil i krystaller, for elastisitetsteori og nukleasjonsteori. Han har bidratt til å avklare grunnleggende begreper innenfor kondenserte fasers fysikk, og han nyter stor internasjonal respekt og anerkjennelse for sin innsats. Lothe har arbeidet med akustiske overflatebølger, og det er utviklet en ny sensor- og signalprosesseringsteknologi som også er relevant for IBMs teknologiske virksomhet.

Lothe har publisert mer enn 100 vitenskapelige arbeider og har skrevet 3 omfattende lærebøker. Boken *Theory of Dislocations*, som han har laget sammen med John P. Hirth, er blitt et standard internasjonalt referanseverk.

Jens Lothe er professor i fysikk ved Universitetet i Oslo, og har vært gjesteprofessor både i USA og i England. Han er medlem av Det Norske Videnskaps-Akademi, og i 1973 mottok han Fridtjof Nansens pris for sin forskning. FFV gratulerer!

∞

Elektrosvak fysikk ved LEP – Del II

Lars Bugge *

Dette er den andre delen av en artikkel om de viktigste resultater som er oppnådd innen elektrosvak fysikk ved LEP (Large Electron Positron collider ved CERN). I den første delen (se FFV 2/96) ble Standardmodellens elektrosvake sektor introdusert. Nå diskuteres en del av de eksperimentelle resultater. Der det er naturlig kommenteres også relevante resultater fra Stanford og Fermilab. For LEP og Stanford brukes resultater basert på data frem til og med 1993. Eksperimentelle detaljer berøres ikke, men en populær gjennomgang av prinsippene for moderne partikkeldetektorer finnes i ref. 2. Lesere som ønsker fullstendige referanser til originalarbeider, henvises til ref. 1.

Innledning

Hvis vi ser bort fra Higgsbosonets og fermionenes masser, inngår 7 parametre som en ikke får bestemt verdiene av i Standardmodellens beskrivelse av den elektrosvake sektor. Disse er bosonmassene M_W og M_Z, koplingskonstantene e, g og g', miksevinkelen θ_W og Higgs-feltets vakuum-forventningsverdi v. I Del I av artikkelen utledet vi sammenhenger mellom disse parametrene (likningene 10–13) slik at antall frie parametre er tre. Vi skal nå se at mange størrelser som eksperimentelt kan bestemmes i SM har en eksplisitt avhengighet av en eller flere av parametrene. Ved å måle slike størrelser presist, kan parametrene bestemmes, og presise sjekker av SM blir mulig ved å teste de nevnte relasjoner. Hvilke tre parametre tar vi så utgangspunkt i?

Slik teorien er beskrevet, ville kanskje det mest naturlige være å velge de to koplingskonstantene g og g' sammen med vakuumforventningsverdien v som utgangspunkt. Som eksperimentalfysikere velger vi imidlertid tre parametre som er presist eksperimentelt bestemt: finstrukturkonstanten $\alpha = \frac{e^2}{4\pi}$, Fermis konstant G_F og Z-massen.

$$\begin{aligned} \alpha^{-1} &= 137,0359895 \pm 6 \times 10^{-6} \\ G_F &= (1,16639 \pm 3 \times 10^{-5}) \times 10^{-5}\ GeV^{-2} \\ M_Z &= (91,1888 \pm 0,0044)\ GeV/c^2 \end{aligned} \tag{1}$$

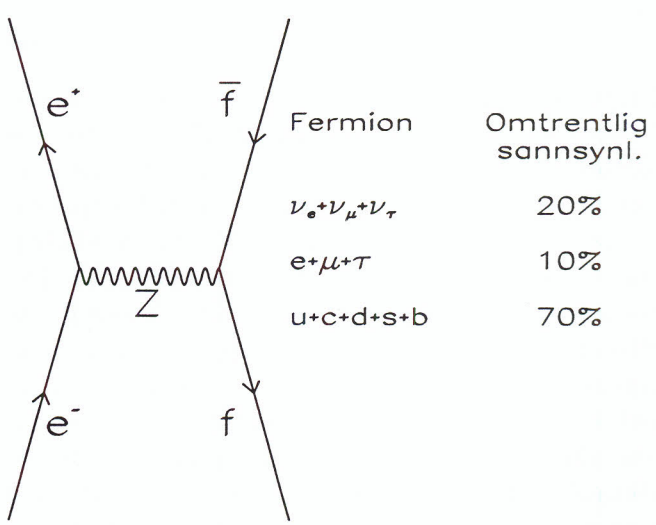
Den høye presisjonen på finstrukturkonstanten er imidlertid en tilsnikelse, da verdien av α endrer seg med energien den måles ved (se Del I). Ved typiske LEP-energier er α vesentlig mindre presist kjent:

$$\alpha^{-1}(M_Z) = 127,9 \pm 0,1 \tag{2}$$

Ved LEP studeres prosesser av typen

$$e^+e^- \to f\bar{f} \tag{3}$$

der f betyr fermion, og kan være hvilket som helst av leptonene e, μ, τ, ν_e, ν_μ, ν_τ, eller av kvarkene u, d, c, s og b. t-kvarken, derimot, er for tung til å kunne parproduseres ved LEP. Prosessen, som ved massesenterenergier i nærheten av Z^0-massen er dominert av Z^0-utbytte, er skissert i figur 1.



Figur 1. Reaksjonen $e^+e^- \to f\bar{f}$ er ved LEP-energier dominert av Z^0 mellomtilstand. De omtrentlige henfallssannsynlighetene for Z^0 til nøytrinoer, ladde leptoner og kvarker er angitt.

*Fysisk institutt, Universitetet i Oslo.

Vi skal nå beskrive målinger basert på studier av Z^0s produksjonsrate som funksjon av massesenterenergien og vinkelfordelinger av Z^0s slutt-tilstander. De målte størrelsene avhenger av SM-parametre som derved kan bestemmes, og deres relasjoner kan sammenliknes med forutsigelsene fra SM.

Z^0-produksjon

Hvis vi ser bort fra prosesser med foton i mellomtilstanden i stedet for Z^0, og interferens mellom slike prosesser og diagrammer med Z, kan det totale virkningstverrsnittet skrives:

$$\sigma(e^+e^- \to Z^0 \to f\bar{f}) = \frac{\sigma_0^f}{(1+\delta_{QED})} \frac{s\Gamma_Z^2}{(s-M_Z^2)^2 + \frac{s^2\Gamma_Z^2}{M_Z^2}} \quad (4)$$

hvor s er den kvadrerte massesenterenergien, E_{CM}^2, Γ_Z er Z^0 sin totale vidde (som er den inverse levetiden, $\Gamma_Z = 1/\tau_Z$), og hvor

$$\sigma_0^f = \frac{12\pi\Gamma_e\Gamma_f}{M_Z^2\Gamma_Z^2} \quad (5)$$

$$\Gamma_f = \frac{G_F M_Z^3 N_c}{6\pi\sqrt{2}} \left(v_f^2 + a_f^2\right)(1+\delta_{QED})(1+\delta_{QCD}) \quad (6)$$

$$\delta_{QED} = \frac{3\alpha Q_f^2}{4\pi} \quad (7)$$

for kvarker:

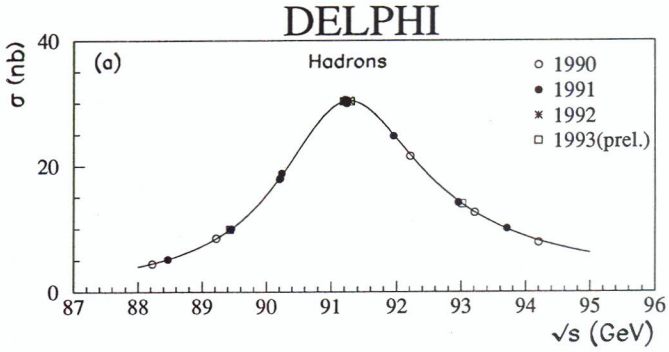
$$\delta_{QCD} = \frac{\alpha_S}{\pi} + 1,409\left(\frac{\alpha_S}{\pi}\right)^2 - 12,805\left(\frac{\alpha_S}{\pi}\right)^3 + \cdots$$

for leptoner:

$$\delta_{QCD} = 0 \quad (8)$$

Fargefaktoren N_c er 1 for leptoner og 3 for kvarker. Fermionets elektriske ladning er Q_f. Vektor- og aksialvektor-koplingene, v_f og a_f, avhenger av fermionets elektriske ladning, dets tredjekomponent av isospinn, samt av $\sin^2\theta_W$. Vi ser av likningene 4 og 5 at de ulike partialviddene Γ_f kan bestemmes ved å måle virkningstverrsnittene for de ulike fermiontypene. Av uttrykkene 6 og 8 ser vi videre at vi kan bestemme den sterke koplingen α_S ved å måle forholdet mellom leptoniske og hadroniske slutt-tilstander. Dette er i praksis en av de viktigste metodene som er brukt ved LEP til å bestemme α_S. Vi skal imidlertid fokusere på de elektrosvake parametre i SM.

Ved å måle det totale virkningstverrsnittet ved et antall massesenterenergier omkring $\sqrt{s} = M_Z$, kan fundamentale størrelser som M_Z, σ_0^f og Γ_Z bestemmes ved tilpasninger av de teoretiske uttrykkene til dataene. Figur 2 viser et eksempel på en slik eksitasjonskurve hvor fermionene i slutt-tilstanden er kvarker. Gjennomsnittet av målingene av M_Z foretatt av de fire LEP-eksperimentene ALEPH, DELPHI, L3 og OPAL, er $M_Z = (91,1888 \pm 0,0044\ \mathrm{GeV/c^2}$.



Figur 2. Hadroniske virkningstverrsnitt som funksjon av massesenterenergien sammen med resultatet av en tilpasning til teorien.

Dette nøyaktige resultatet er basert på god kjennskap til LEPs stråleenergier. Presise målinger av Z^0 sin totale vidde er også av stor viktighet. Gjennomsnittet av LEP-eksperimentenes måleresultater for denne størrelsen er $\Gamma_Z = (2,4974 \pm 0,0038)\ \mathrm{GeV/c^2}$.

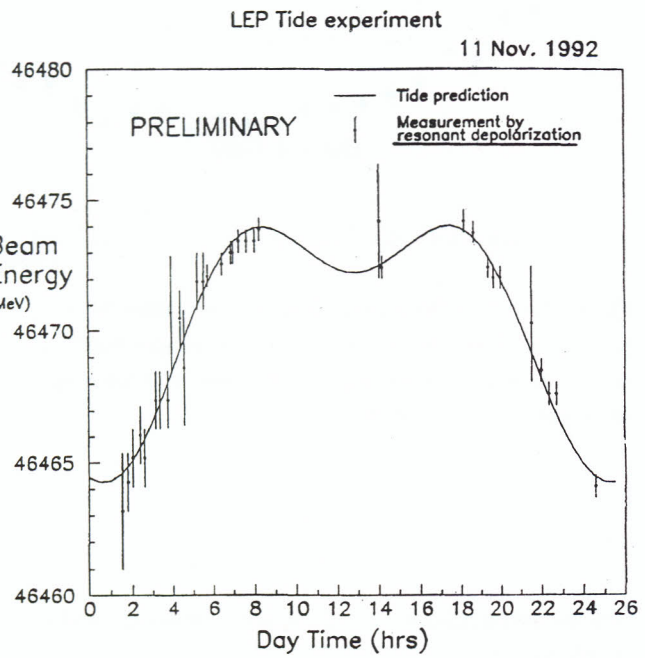
LEPs stråleenergi

Presis kjennskap til stråleenergien i LEP er avgjørende for muligheten til en nøyaktig bestemmelse av M_Z. Det viser seg at man ved slike elektronakseleratorer kan utnytte den tendensen strålene har til å bygge opp en polarisasjon på tvers av bevegelsesretningen. Man kan tenke seg et spinnende elektron som en liten magnetisk dipol som ved utsendelse av synkrotronstråling rettes parallelt (for positroner) eller antiparallelt (for elektroner) med feltet i avbøyningsmagnetene. Den oppbygde polarisasjonen vil imidlertid ødelegges dersom de sirkulerende elektronene utsettes for et radielt rettet oscillerende elektromagnetisk felt med samme frekvens som spinnpresesjonsfrekvensen, ω_0. Denne er igjen en funksjon av stråleenergien, $\omega_0 = \omega_0(E_{str})$. Strålenes polarisasjonsgrad bestemmes ut fra vinkelfordelingen av bakoverspredt polarisert laserlys. Med denne *resonant spinn-depolarisasjonsmetoden* kan stråleenergien, som typisk er

omkring 45 GeV, bestemmes med en systematisk feil mindre enn 1,1 MeV. Dette medfører et bidrag til usikkerheten i M_Z på 1,4 MeV/c^2.

Da slike målinger kom i gang i 1992, observerte man at stråleenergien viste en systematisk avhengighet av tiden på døgnet. Denne avhengigheten tolkes som en effekt av tidevannskreftene som endrer LEPs omkrets på 27 km med omtrent 1 mm. Denne endringen medfører at elektronene ikke går gjennom kvadropolmagnetenes sentre, men opplever ekstra avbøyning i disse, noe som svarer til en endret stråleenergi (se FFV 1/93, side 14).

Stråledynamikken oversetter den relative omkretsendringen på omkring 10^{-8} til en relativ energiendring på omkring 10^{-4}. Disse endringene på ca. ± 4 MeV, skulle altså være målbare med resonant spinn-depolarisasjonsmetoden, se figur 3.



Figur 3. LEPs stråleenergi målt som funksjon av tiden på døgnet med resonant spinn-depolarisasjonsmetoden. Den heltruke linjen er forutsigelsen fra beregninger av tidevannseffekten.

Bestemmelse av antall generasjoner

En vesentlig svakhet ved SM er at den ikke forklarer det forhold at leptonene og kvarkene kommer i flere generasjoner (likning 14 i Del I), og dermed heller ikke sier hvor mange slike generasjoner som finnes. Den minimale SM (se Del I) forutsetter at nøytrinoene er masseløse i overensstemmelse med de fleste målinger.

Den grunnleggende antakelsen som ligger bak bestemmelsen av antall generasjoner, er at nøytrinoet i hver familie er lettere enn halve Z^0-massen. Som tidligere nevnt, er vidden Γ_Z den inverse levetiden til Z^0. Jo flere fermion–antifermion-par som er tilgjengelige i prosessen $Z^0 \to f\bar{f}$, jo kortere levetid, dvs. større vidde, vil Z^0 ha. Vi ser altså at en presis måling av vidden vil være et mål for det antall tilgjengelige fermioner Z^0 kan henfalle til. Litt mer presist kan vi skrive totalvidden Γ_Z som en sum av de mulige partialviddene

$$\begin{aligned}\Gamma_Z &= \Gamma_u + \Gamma_d + \Gamma_c + \Gamma_s + \Gamma_b \\ &\quad + \Gamma_e + \Gamma_\mu + \Gamma_\tau + \Gamma_{usynlig} \\ &= \Gamma_h + 3\Gamma_l + N_\nu \Gamma_\nu\end{aligned} \qquad (9)$$

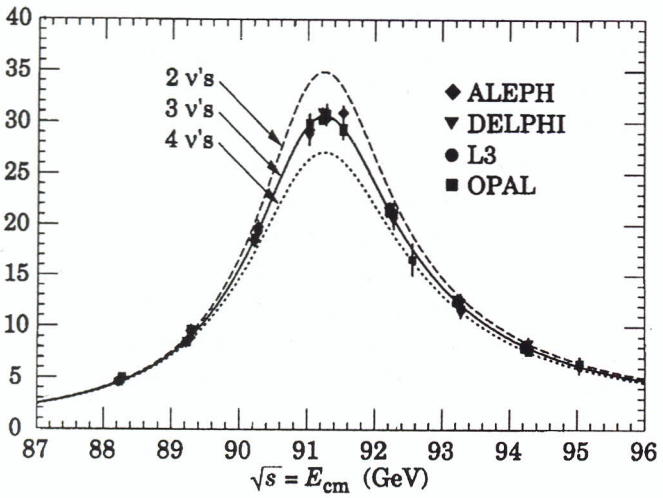
Her har vi benyttet at det ikke er noen forskjell på de ladde leptonenes koplinger til Z^0 (*lepton universalitet*), slik at de tre leptoniske viddene er like. Videre har vi slått sammen alle de hadroniske partialviddene til Γ_h og benyttet at det i SM bare er Z^0-henfall til nøytrinopar som ikke er synlige i detektoren, og som derfor utgjør $\Gamma_{usynlig}$. Løser vi denne likningen med hensyn på antall nøytrinoer N_ν, finner vi $N_\nu = \frac{1}{\Gamma_\nu}(\Gamma_Z - \Gamma_h - 3\Gamma_l)$, som ved bruk av likning 5, kan skrives

$$N_\nu = \frac{\Gamma_l}{\Gamma_\nu}\left(\sqrt{\frac{12\pi\Gamma_h/\Gamma_l}{\sigma_0^h M_Z^2}} - \frac{\Gamma_h}{\Gamma_l} - 3\right) \qquad (10)$$

Størrelsene σ_0^h og M_Z samt forholdet Γ_h/Γ_l måles, mens forholdet Γ_l/Γ_ν tas fra teorien. Det kombinerte LEP-resultatet for data til og med 1993, er:

$$N_\nu = 2,988 \pm 0,023 \ . \qquad (11)$$

Det finnes altså ikke flere generasjoner kvarker og leptoner enn de tre som alt er påvist (forutsatt at eventuelle nye generasjoner med tunge ladde leptoner og kvarker fremdeles har lette nøytrinoer). Figur 4 illustrerer dette resultatet. Man kan spørre seg hvorfor det er så viktig å bestemme antall nøytrinoer så presist; $3\pm0,1$ ville jo entydig bestemt antall generasjoner? Poenget her er at en kan tenke seg fysikk utover den minimale standardmodellen som kan bidra til Z^0 sin usynlige vidde. Jo mer presist den usynlige vidden måles, jo større er følsomheten for ny fysikk som innvirker på denne.



Figur 4. Data fra de fire LEP-eksperimentene som viser virkningstverrsnittet for $e^+e^- \to$ hadroner for massesenterenergier nær Z^0-massen. Resultater av teoretiske tilpasninger under antakelse av at det finnes 2, 3 eller 4 lette nøytrinotyper, er vist.

Vinkelfordelingen av Z^0s henfallsprodukter

Spredningsvinkelen θ i prosessen 3, er vinkelen mellom innkommende e^- og utgående fermion f. Det differensielle virkningstverrsnittet kan, når fermionmassene neglisjeres, uttrykkes

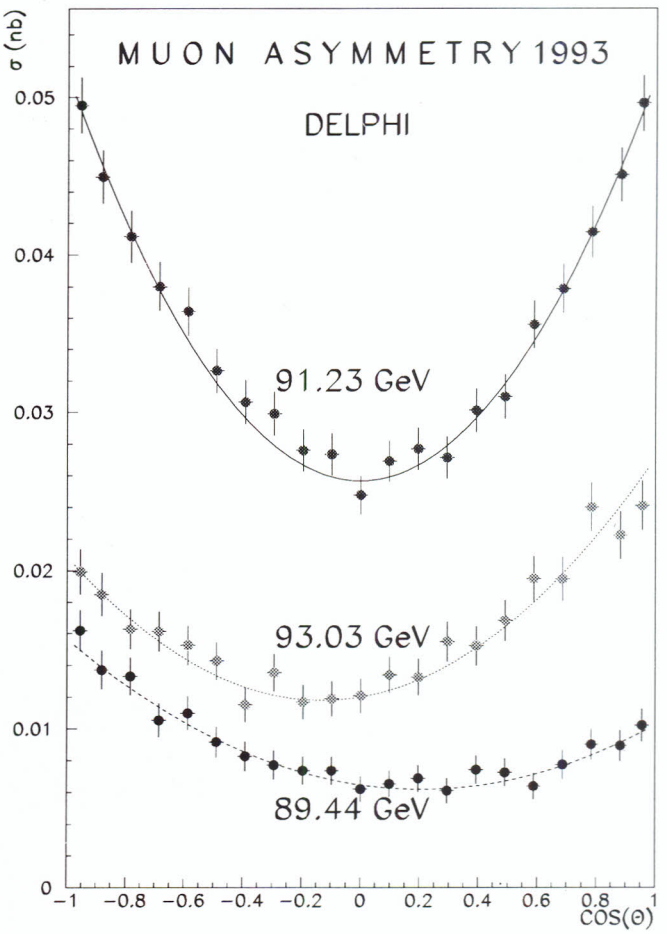
$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \frac{\alpha^2}{4s}\left\{R_f(s)\left(1+\cos^2\theta\right) + I_f(s)\cos\theta\right\} \quad (12)$$

Vi ser at uttrykket inneholder et ledd proporsjonalt med $\cos\theta$. Dette har som konsekvens at tverrsnittet ikke er symmetrisk om 90°. Proporsjonalitetskonstanten kan skrives

$$I_f(s) = N_c^f\left\{4Q_f a_e a_f ReK(s) + 8v_e a_e v^f a^f |K(s)|^2\right\} \quad (13)$$

Funksjonen $K(s)$ er kompleks, og er rent imaginær for $s = M_Z^2$. Det første leddet i parantesen er proporsjonalt med fermionets elektriske ladning Q_f, og stammer fra γZ-interferens. Dette leddet er 0 for $s = M_Z^2$. Det andre leddet kommer fra interferens mellom vektor- og aksialvektor-delene av den nøytrale svake strømmen. Figur 5 viser eksempler på vinkelfordelinger av myonpar-produksjon ved massesenterenergier under, på og over $s = M_Z^2$.

Dersom vi kaller tverrsnittet i foroverretningen for σ_F, dvs. $\sigma_F = \int_0^1 \frac{d\sigma}{d\Omega} d\cos\theta$, og tverrsnittet i bakoverretningen $\sigma_B = \int_{-1}^0 \frac{d\sigma}{d\Omega} d\cos\theta$, kan vi definere en *forover–bakover asymmetri*



Figur 5. Det differensielle virkningstverrsnittet for $e^+e^- \to \mu^+\mu^-$ som funksjon av cosinus til spredningsvinkelen, for tre verdier av massesenterenergien. Kurvene er tilpasning av de teoretiske formlene til måledata.

$$A_{FB}(s) = \frac{\sigma_F(s) - \sigma_B(s)}{\sigma_F(s) + \sigma_B(s)} \quad (14)$$

Gjøres integralene av 12, finnes følgende enkle uttrykk for A_{FB}:

$$A_{FB}(s) = \frac{3}{8}\frac{I_f(s)}{R_f(s)} \quad (15)$$

På Z^0-toppen, $s = M_Z^2$, får asymmetrien en særlig enkel form:

$$A_{FB}^0 = \frac{3}{4}\mathcal{A}_e\mathcal{A}_f \quad (16)$$

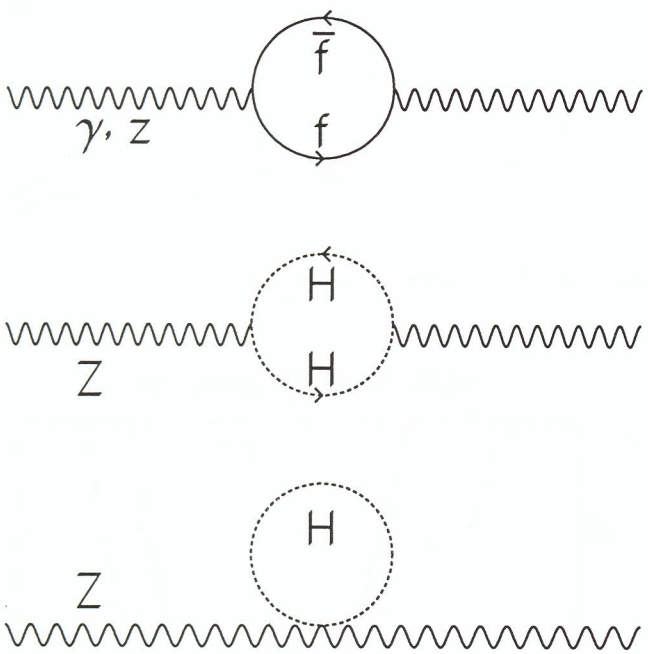
hvor

$$\mathcal{A}_f = 2\frac{v_f a_f}{v_f^2 + a_f^2} = 2\frac{1 - 4|Q_f|\sin^2\theta_W}{1 + (1 - 4|Q_f|\sin^2\theta_W)^2} \quad (17)$$

Av disse uttrykkene ser vi at vi kan bestemme $\sin^2\theta_W$ ved å gjøre presise målinger av forover–bakover-asymmetrien.

Vakuumpolarisasjon

Et diagram som figur 1, kalles et laveste ordens diagram. Det finnes m.a.o. mer kompliserte bidrag til den samme prosessen. En viktig klasse av slike høyereordens bidrag er det vi kaller *vakuumpolarisasjon*. Det er prosesser der det utbyttede vektorbosonet (foton eller Z) kreerer et kortvarig (virtuelt) fermion–antifermion-par eller et Higgsboson-par. Dette er illustrert i figur 6.



Figur 6. Eksempler på vakuum-polarisasjonsdiagrammer i γ og Z-propagatoren. Liknende diagrammer finnes for W.

Fermionløkkene modifiserer de laveste ordens uttrykkene som ble diskutert i Del I. Korreksjonen domineres av det tyngste fermionet, toppkvarken, og er proporsjonal med M_t^2. Av likningene 10 og 13 i Del I, ser vi at vi kan skrive M_Z og M_W som funksjoner av $\sin^2\theta_W$ når vi regner G_F som kjent. Fermionløkke-korreksjonene introduserer nå også en toppmasse-avhengighet. Higgsløkke-diagrammene introduserer videre en avhengighet av Higgsmassen (denne er imidlertid svakere). Vi kan derfor skrive

$$M_Z = M_Z(\sin^2\theta_W, M_t, M_H) \quad (18)$$
$$M_W = M_W(\sin^2\theta_W, M_t, M_H)$$

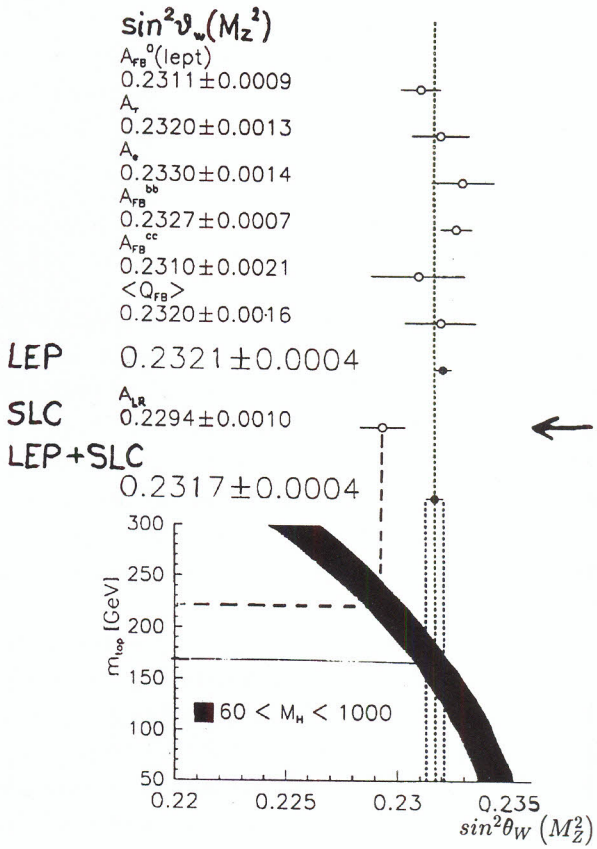
M_Z er kjent med stor presisjon. Derfor skriver vi

$$\theta_W = \theta_W(M_t, M_H) \quad (19)$$
$$M_W = M_W(M_t, M_H) \quad (20)$$

Av likning 20, ser vi at Higgsmassen kan bestemmes hvis bare M_W og M_t kan bestemmes tilstrekkelig nøyaktig. Dagens presisjon tillater imidlertid ikke en slik bestemmelse, men måling av W-massen med en presisjon på 50 MeV/c^2 ved LEP2 (LEP skal oppgraderes fra 1996 slik at produksjon av W-par blir mulig), og av toppmassen til ± <5 GeV/c^2 ved Fermilab, vil gjøre anslag av Higgsmassen mulig (eller vil eventuelt kunne vise at SM er inkonsistent).

Bestemmelse av miksevinkelen

Vi har vist at forover–bakover-asymmetriene avhenger av θ_W. I tillegg kan man måle på en asymmetri som skyldes at venstre- og høyredreiende fermioner kopler med forskjellig styrke til Z^0. Dette er det mulig å måle i $\tau\bar{\tau}$ produksjon, ved å utnytte at tau-henfallsproduktenes kinematikk avhenger av Z^0s og tau-leptonets helisitet. Også denne *tau-polarisasjonen* avhenger av θ_W. I figur 7 vises



Figur 7. Forover–bakover asymmetrimålinger av $\sin^2\theta_W$ ved LEP, og høyre–venstre asymmetrimåling fra SLC. Resultatet skiller seg fra LEP-resultatet med over to standardavvik, og trenger en tyngre toppkvark enn observert for å være konsistent med SM. Grafen nederst viser SMs forutsigelse av toppmassen som funksjon av $sin^2\theta_W$. Vidden av kurven tilsvarer en variasjon av Higgsmassen fra 60 til 1000 GeV/c^2.

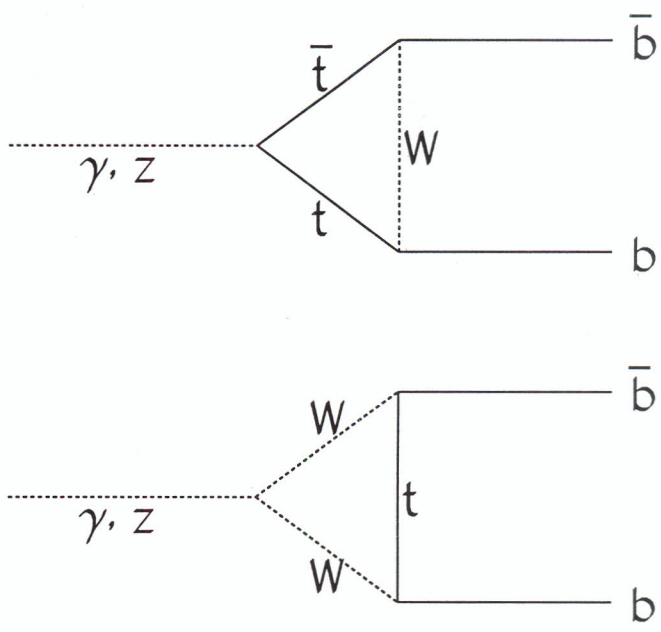
resultatet av forskjellige målinger av $\sin^2\theta_W$ ved LEP. LEP-middelverdien fra disse målingene er, $\sin^2\theta_W = 0,2321 \pm 0,0004$. Ved SLC (SLAC Linear Collider) ved Stanford, har man målt en venstre–høyre asymmetri, A_{LR}, som kun kan måles om man har longitudinelt polariserte stråler, noe man ikke har ved LEP. Figuren viser at SLCs måling ligger mer enn to standardavvik under LEP-resultatet. Dette kan være en statistisk fluktuasjon, men en må hele tiden også tenke på mulighetene for å observere ny fysikk utover SM.

Det kan argumenteres for at en slik forskjell mellom LEP og SLCs målinger kan forklares med eksistensen av et nytt vektorboson Z', med masse nær M_Z, men en har ennå ikke sett tegn til noe slikt ekstra vektorboson hverken ved LEP eller ved andre akseleratorer. Vi har sett at vakuumpolarisasjon introduserer en avhengighet for θ_W av topp- og Higgsmassene. Dette er vist nederst i figur 7 hvor M_t er plottet som funksjon av $\sin^2\theta_W$. Vidden av det svarte båndet illustrerer effekten av å variere M_H fra 60 til 1000 GeV/c^2. Vi ser at LEP-gjennomsnittet for $\sin^2\theta_W$ tilsvarer en toppmasse i området 130–210 GeV/c^2, mens SLC-resultatet impliserer en tyngre toppkvark.

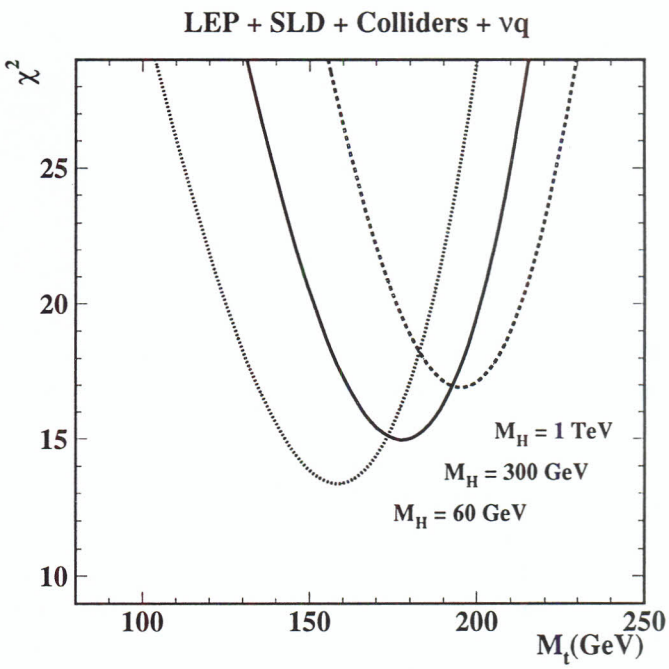
Toppmassen

Vi har i de foregående avsnitt sett at mange observable som måles ved LEP avhenger av den svake miksevinkelen θ_W. Vi har videre sett (likning 19) at miksevinkelen avhenger av topp- og Higgsmassene. I tillegg til vakuumpolarisasjonsdiagrammene (figur 6) introduserer såkalte vertekskorreksjoner en toppmasseavhengighet, spesielt i Z^0-henfall til $b\bar{b}$ kvarkpar. Eksempler på slike diagrammer er vist i figur 8.

Toppmasseavhengigheten gjør at målte parametre ved LEP bidrar til en avgrensning av mulige verdier av M_t. Én av alle disse målingene, nemlig partialvidden for henfall av Z^0 til $b\bar{b}$-par, $\Gamma_{b\bar{b}}$, er ikke konsistent med en toppmasse i området 180 GeV/c^2. Effekten er et par standardavvik, og det gjenstår å se om det er en statistisk fluktuasjon eller om det er et første tegn på ny fysikk utover SM. Hvis man gjør en tilpasning med M_t som fri parameter til alle relevante data, fåes en temmelig veldefinert toppmasse, avhengig av hva man antar for Higgsmassen. Dette er illustrert i figur 9, som viser kji-kvadrat (et mål for hvor god tilpasningen er) som funksjon av M_t for ulike Higgsmasser. For



Figur 8. Verteks-korreksjoner til $b\bar{b}$-produksjon.



Figur 9. Kji-kvadrat (for 12 frihetsgrader) for tilpasning av toppmassen og den sterke koplingskonstanten til LEP-, SLC-, hadronkollisjons- og nøytrino-data for tre Higgsmasser.

en Higgsmasseantakelse M_H =300GeV/c^2, er resultatet

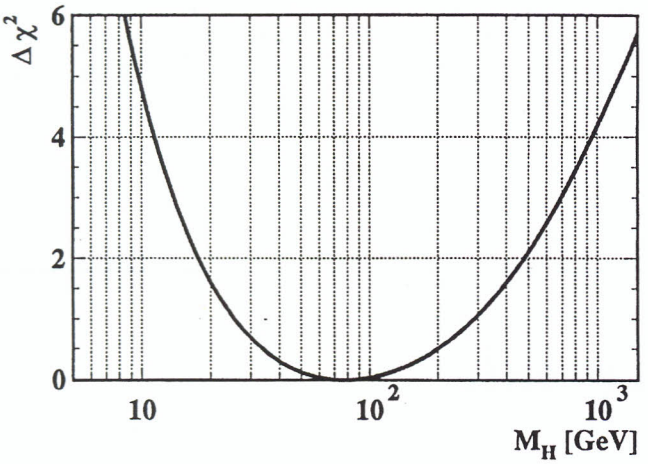
$$M_t = \left(178 \pm 11^{+18}_{-19}\right)\ GeV/c^2 \qquad (21)$$

som er i ypperlig overensstemmelse med den direkte observerte verdien.

Fra figur 9 observerer vi ikke bare den forutsagte korrelasjon mellom topp- og Higgsmassene, men vi

ser også at kvaliteten av tilpasningen er bedre (lavere minimumsverdi av kji-kvadrat) for mindre Higgsmasser. Dette forhold inspirerer til en systematisk undersøkelse av tilpasningens avhengighet av Higgsmassen.

Kan vi 'bestemme' Higgsmassen ved LEP? Figur 10 viser endringen fra minimum av kji-kvadrat som funksjon av Higgsmassen. Vi ser at kji-kvadrat endrer seg langsomt omkring minimumsverdien, så bastante konklusjoner kan ikke trekkes. Imidlertid må det kunne sies at LEP-data ikke synes å favorisere en meget tung Higgspartikkel.



Figur 10. Forskjellen mellom kji-kvadrat og den minimale verdien av kji-kvadrat som funksjon av Higgsmassen. Toppmassen fra Fermilab er brukt.

Annen LEP-fysikk

I tillegg til de målinger som er omtalt ovenfor, arbeides det i de fire LEP-kollaborasjonene med følgende hovedproblemstillinger:

τ-fysikk
Disse studiene inkluderer målinger av tau-leptonets henfalls-sannsynligheter, levetiden τ_τ, og sjekking av lepton-universalitet i tillegg til polarisasjonsmålinger.

b-fysikk
Disse studiene inkluderer levetidsmålinger, studier av såkalte $B\bar{B}$ oscillasjoner, og b-meson og b-baryon spektroskopi.

Higgs-søk
Det søkes etter den minimale standardmodellens Higgsboson i kanalen $e^+e^- \to Z \to Z^*H$ hvor Higgsbosonet H har størst henfalls-sannsynlighet til det tyngste kinematisk tilgjengelige $f\bar{f}$-systemet. Higgsbosonet er ikke observert, og en nedre grense for massen på ca. 65 GeV/c^2 er satt.

QCD-studier
Studiet av kvarkenes sterke vekselvirkninger er et viktig og omfattende felt. Det omfatter målinger av den sterke koplingskonstanten α_S ut fra topologien av slutttilstandene, sammenlikning av eventvariable med forutsigelser fra QCD-baserte eventgeneratorer, spektroskopi etc. Et av de meget viktige resultater er påvisningen av at gluonene (feltpartiklene for den sterke vekselvirkning mellom kvarker) selv bærer fargeladning. Gluonenes fargeladning gjør at gluoner kan vekselvirke med gluoner. Det er vist at slike gluon–gluon vekselvirkninger er nødvendige for å kunne forstå observasjonene.

Søk etter fysikk utover den minimale SM
Slike søk foregår, og noen av de viktigste er:

- Søk etter supersymmetri. Supersymmetriske modeller forutsier et rikt partikkelspektrum; fermioner og vektorbosoner vil ha superpartnere og Higgssektoren blir rikere.
- Søk etter ekstra vektorboson Z'. Heller ikke slike er observert, men modellavhengige øvre grenser er satt.
- Søk etter sammensatte kvarker og leptoner. Intet signal er sett.
- Søk etter nye kvarker og leptoner. Intet signal er observert.
- Søk etter Z^0- og τ-henfall som er forbudte i Standardmodellen. Intet signal er funnet.

LEP-fysikk de nærmeste år

I inneværende år (1995) vil det gjøres en sannsynligvis siste innsats for å forbedre presisjonen i bestemmelsen av SMs parametre for å studere Z^0s eksitasjonskurve ved å måle ved forskjellige massesenterenergier.

Fra senhøstes og frem til tusenårs-skiftet, vil LEPs energi oppgraderes (LEP2). Den første interessante energiterskelen nås i 1996 når $E_{CM} \geq 2M_W$. Da vil standardmodellprosessene $e^+e^- \to Z^*/\gamma^* \to W^+W^-$ og $e^+e^- \to W^+W^-$ via nøytrinoutveksling, kunne finne sted. Dette vil gi en helt ny mulighet for presisjonstester av SM, og en regner med å kunne bestemme M_W med en presisjon på ca. 50 MeV/c^2.

Enhver økning av massesenterenergien er interessant for søk etter Higgs-bosoner, supersymmetriske partikler og andre indikasjoner på

fysikk utover standardmodellen. Slike søk vil få høy prioritet, og en ønsker så høy energi som mulig. Den maksimale LEP2-energien er ennå ikke bestemt, men det er så godt som sikkert at massesenter-energien ikke vil overstige 205 GeV.

Ved tusenårs-skiftet vil LEP nedlegges, mens CERNs nye store akseleratorprosjekt LHC (Large Hadron Collider), en *pp*-kollisjonsmaskin med massesenterenergi på omkring 14 TeV, skal installeres i LEP-tunnellen. LHC vil, slik planene ser ut nå, startes opp omkring år 2005. Det får vi komme tilbake til i en senere artikkel...

Referanser

1. L. Bugge: *Hva lærer vi om elektrosvak fysikk ved LEP?* Rapportserien ved Fysisk institutt, Universitetet i Oslo, UIO/PHYS/95-11 (1995)
   Figurer med DELPHI-resultater er hentet fra interne rapporter, mens figurer med felles LEP-resultater er hentet fra bidrag til 27th. Int. Conf. on High Energy Physics, Glasgow, Scotland, 20–27. July 1994, av D. Schaile og *The LEP Electroweak Working Group.*
2. E. Lillethun: *Big Bang i miniformat.* Fra Fysikkens Verden **51**, 19–24 (1989)

∞

Vann, et viktig biomateriale

Olav Steinsvoll *

Livet på jorda oppsto i vann og fortsetter i vann. Vannet er derfor samtidig livets mor og livets vedlikeholder. Livsformene i sjøen utviklet etter hvert en membran rundt seg, som seinere ble til et skall eller hud, slik at en viss mengde vann kunne tas med. Dermed kunne livet klatre på land. Livet vårt foregår altså i vann, men det er inne i oss. Der foregår det også en stor omsetning av vann. Kroppen avgir vann som må erstattes fra mat og drikke. Vann må derfor betegnes som biomateriale nummer én.[1] Men vann i flytende form er også et merkelig stoff. En vet nå hvordan en kan regne ut strukturene og de viktigste fysiske egenskapene til is og damp, men en har hatt store vansker med å forklare egenskapene til den flytende fasen. La oss se på framkomsten og forekomsten av vann på jorda og noen av vannets sære egenskaper.

Vannet i universet

Hydrogen og oksygen forekommer i store mengder i universet.[2,3] Resultatet av spektroskopiske målinger viser at universet består hovedsakelig av hydrogen (70 %), helium (28 %), oksygen (1 %) og resten (1 %) av alle de andre grunnstoffene. Ettersom helium er kjemisk inaktivt, vil oksygen ha stor sjanse til å reagere med hydrogen og danne f.eks. OH. I områder med stor tetthet får en reaksjoner videre til vann, H_2O. Da urstoffet som skulle bli solsystemet, trakk seg sammen til en "diskos", dannet sentralområdet en så stor masse at gravitasjonskreftene fikk massen til å tenne en kjernefysisk brann. Det ble en voldsom eksplosjon som blåste vekk en god del av de lette atomene og molekylene. Dette materialet samlet seg etter hvert i de kaldere områdene ("ovafor snøgrensa") til de store gassplanetene, Jupiter, Saturn osv. Langt utafor Pluto, i Oort'skya der kometene kommer fra, ligger sannsynligvis store vannansamlinger.[4] Kometene betegnes som kjent som "skitne snøballer" med en kjerne på ca. 10 km i utstrekning. "Skitten" antas å være karbon og karbonforbindelser. I tillegg til Oort'skya som omgir solsystemet i alle retninger, har en i det siste observert et belte av mindre legemer i jordbaneplanet utafor Plutos bane, som inneholder "bortblåst" eller tiloversblitt materie etter dannelsen av solsystemet. Dette såkalte Kuiperbeltet[5] kan også bestå av mye vann som is.

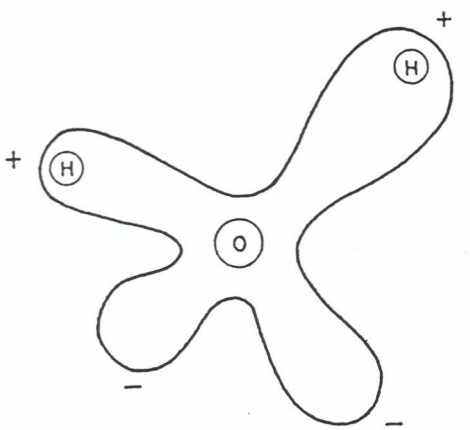
Én teori for vannets oppståen på jorda er

*Institutt for energiteknikk, Kjeller.

følgende: En tror at vannet skyldes et forrykende bombardement av vannkometer i solsystemets første, svært urolige fase. Påskebesøket av iskometen Hyakutake er en påminnelse om at dette framleis kan skje. Selv om jorda kan kalles den blå vannplaneten, er ikke den totale vannmengden særlig stor og ville danne et jamt fordelt lag på ca. 3 km tykkelse. En million kometkollisjoner kunne ha forsynt jorda med denne vannmengden.

Vannets fysiske egenskaper

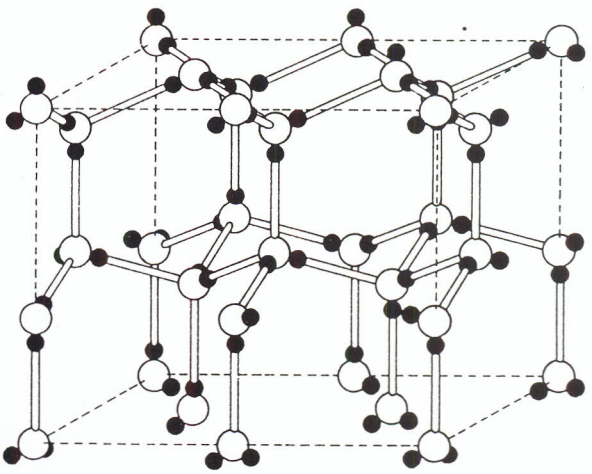
Vannmolekylet, H_2O, har en spesiell form. Oksygenatomet har 6 elektroner i sitt ytterste skall, og kan ta opp ytterligere 2 for å fylle skallet. De to hydrogenatomene i vannmolekylet stikker derfor ut som to positivt ladde ører (se figur 1).[6] Samtidig



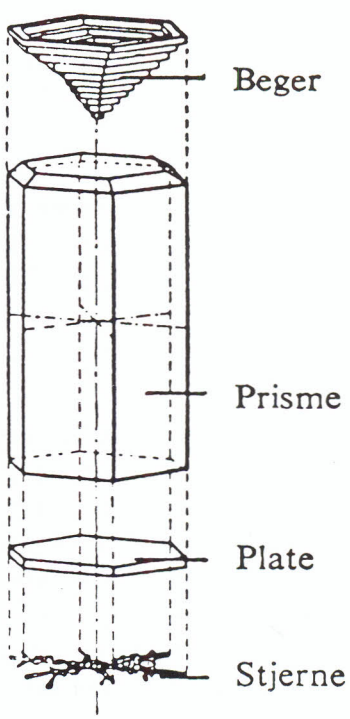
Figur 1. Skisse av vannmloekylet, H_2O, der de positive hydrogenatomene er bundet til oksygenatomet med tetraedervinkelen mellom seg. To "ører" med negativ ladning stikker ut på motsatt side av oksygenatomet – også med tetraedervinkelen mellom seg, og der planet gjennom dem er vridd 90° i forhold til planet gjennom hydrogenatomene.

blir oksygenatomet negativt ladd. Vannmolekylet får derfor en sterk dipolkarakter. Positive eller negative ioner vil derfor omgi seg med en kappe av vannmolekyler (hydratisering). Tilsvarende vil også skje med store organiske molekyler i celler. Dette kommer av at f.eks. proteiner består av aminosyrer som kan ha både hydrofobe (vannfrastøtende) og hydrofile (vanntiltrekkende) molekyldeler.

Den viktigste egenskapen til vannmolekylet er likevel evnen til å danne hydrogenbindinger, faktisk 4 stykker.[7] Slike bindinger er forholdsvis sterke, sterkere enn Van der Waals-bindinger, men 20 ganger svakere enn de kovalente bindingene. Vannmolekyler har derfor evnen til å hekte seg sammen innbyrdes. Når vann fryser til en krystallinsk fast form, eller is, kjeder molekylene seg sammen i nydelige tetraedere og danner derved et heksagonalt romlig mønster (se figur 2). Dette gjenspeiles i den ytre 6-kantede formen av iskrystaller (se figur 3).



Figur 2. Strukturen til Is I. Dette er den vanlige strukturen ved atmosfærisk trykk. Oksygenatomene (store hvite kuler) som er mye større enn hydrogenatomene (små svarte kuler), danner et regulært heksagonalt gitter der hvert atom har 4 oksygennaboer plassert i tetraederform rundt seg. Hvert oksygenatom har to nære protoner slik som i det frie H_2O-molekylet.



Figur 3. Ulike former av iskrystaller, alle med sekskantet utvendig form.

Dette stive, retningsbestemte mønstret har mye hulrom og fører til at hvert molekyl i isfasen tar mer plass enn i vannfasen der det stive mønstret er erstattet av fritt roterende molekyler. Tettheten øker derfor sprangvis når vann smelter. Is flyter derfor på vann, heldigvis!

Den best kjente sære egenskapen til vann i væskeform er tetthetsanomalien: Ved tilstrekkelig lave temperaturer, like over smeltepunktet, øker tettheten til vannet ved oppvarming.[8] Den vanlige forklaringen på dette er at over smeltepunktet (0 °C) er noe av isstrukturen framleis til stede. Det fins klynger av vannmolekyler som holder seg kjedet sammen med isstruktur, og som i en viss grad holder den flytende fasen "utspilt". Denne effekten fortar seg likevel oppover mot +4 °C etter som klyngene minker og de frie vannmolekylenes termiske bevegelser krever mer plass. Tettheten til den flytende fasen har derfor et maksimum ved +4 °C og synker så langsomt ved oppvarming. Disse klyngene har en svært kort levetid, de dannes og brytes ned i løpet av 10^{-10} s. Evnen til å danne klynger viser seg til og med ved romtemperatur.

Vannets tendens til klyngedannelse fører til de høye smelte- og kokepunktene. Sammenliknes vann med de fysiske egenskapene til hydrogenforbindelser med atomer fra samme hovedgruppe som oksygen, slike som H_2S og H_2Se, burde vannets frysepunkt vært < -100 °C og kokepunktet ved omlag -70 °.C[7] Dessuten finner en visstnok endringer i flere fysiske egenskaper for vann ved 15, 32 og 45 °C.[6] Her skjer det sannsynligvis endringer i de "krystallinske" egenskapene til vann. Livsfunksjonene avhenger i høy grad av diffusjon av store molekyler, og denne influeres av vannets fysiske tilstand. Det varmblodige livet har derfor "lagt seg" på kroppstemperaturer rundt 37 °C der vannets egenskaper trolig er mest fordelaktige.

Frysing av vann

Når en væske skal fryse til en fast krystallinsk fase, trenger krystallene kimer som de kan gro ut fra. Den store underkjølingseffekten for vann viser at rent vann har store vansker med slik kimdannelse. Små iskrystaller med stort overflate/volum-forhold er svært ustabile i en væske. Dette er en flaskehals i prosessen som både naturen og menneskene benytter seg av til sin fordel for å framkalle eller forhindre isdannelse.[9]

Noen sopp- og bakteriearter produserer proteiner som virker som kimer for isdannelse. Derved minker underkjølingseffekten. Når disse artene angriper kulturplanter, kan dette forårsake store frostskader selv ved kortvarige perioder med få kuldegrader. Skadene forårsakes ved at cellene sprenges i stykker når vann uvider seg. På den annen side, kan fisk som vokser opp i polaregnene leve utmerket i vann med temperaturer opptil én grad lavere enn det frysepunktet for de rene kroppsvæskene deres tilsier. Hos disse fiskeartene er det utviklet spesielle proteiner og glykolforbindelser som tydeligvis binder seg til overflaten av mulige iskimer som ellers ville ha ført til en rask stivfrysing av fisken.

Menneskene har også visst å dra nytte av slike virkemidler for å skaffe nedbør. For snart 50 år siden ble det utviklet en metode til å felle ut is og snø fra skyer ved å sprøyte et støv av sølvjodid over dem. Det er en ganske stor likhet mellom krystallstrukturene til is og sølvjodid slik at en får effektive kimer. Denne metoden er blitt brukt til å fjerne tåke over flyplasser i nødstilfeller, men den har vist seg lite effektiv til å danne nedbør som monner for landbruket! Her i Norge er det også blitt eksperimentert med finmalt tørris til å fjerne tåke over flyplasser om vinteren, og til dels med godt resultat.

Det er ikke bare likheten mellom krystallformer som kan danne utgangspunkt for god kimdannelse. En har også sett at forekomsten av spesielle kjemiske grupper og deres polarisering og orientering på overflaten av kimene spiller en stor rolle.[9] Krystaller av noen aminosyrer danner gode kimer for isdannelse enda krystallparametrene er svært ulike. Her antar en at det er kraftige elektriske felt mellom krystalldelene som virker på de polære vannmolekylene.

"Førsmelting" av is

En vanlig forklaring på ski- og skøytegli har før vært at smeltetemperaturen for isfasen blir nedsatt pga. trykkheving i kontaktområdet på isflata når skøyta passerer. Litt vannfase blir dannet og gir glien. Regner en derimot på dette, og antar et smalt skøyteblad under en vanlig person, så finner en at frysepunktsnedsettelsen er mindre enn 0, 1 °C. Dette er så lite at denne effekten bare ville virke nær 0 grader.

Under visse forhold kan det virkelig skje at væskeformen av et stoff utvikler seg ved trykk- og temperaturkombinasjoner som egentlig tilhører den faste fasen, altså bortafor fasegrensa.[10] Dette kan f.eks. inntreffe på overflaten av is, på bilruter og hos vann i porer. Noen molekyllag av vannformen

på en isflate gir isen stor glatthet, og langs veggene i porer i jord i polare strøk, opptrer vann med stor mobilitet og gjennomtrengingsevne ved temperaturer langt under null grader. Vannet vandrer, det suges faktisk mot fryseområder av selve fryseprosessen. Fenomenet kalles is-segregering. Når is fyller porene, fører utvidelsen til frostheving/sprenging, slik som telehiv og merkelige regelmessige steinringer og mønstre på tundraen på Svalbard og i Sibir. Frostsprengning er en av de viktigste mekanismene i den geologiske utviklinga, jorddannelse og jordbearbeiding.

Fenomenet har nettopp sammenheng med det forholdet at en kan overhete en væske, men ikke et fast stoff, en krystall.[11] Under bestemte forhold kan en passere skillelinja mellom gass og væske i fasediagrammet for vann i begge retninger. En kan overhete vann og underkjøle damp. Tilsvarende symmetri gjelder ikke ved skillelinja mellom væske og is. En kan underkjøle vann med nesten 40 grader, men ikke overhete is. Ved normalt trykk skjer smelting av is alltid ved 0 °C. Smelting av et fast stoff, som is, må alltid finne sted på den frie overflaten eller ved grenseflaten mellom to faste stoff. Den begynner som en kontinuerlig vibrasjonsustabilitet i overflaten på krystallgitteret når stoffet nærmer seg smeltepunktet.[12,13]

Overflaten til en krystall er utgangspunktet for dannelsen av et tynt sjikt av væske som blir "kimen" til væskefasen. Når temperaturen av en krystall nærmer seg smeltepunktet, kan det allerede ved temperaturer $T < 0,9T_s$ opptre en film med noen molekyllags tykkelse, og tykkelsen øker når temperaturen går mot smeltepunktet, T_s. Forekomsten av en slik film og dens væskeegenskaper er bl.a. blitt observert ved hjelp av nøytronspredning på forskjellige stoffer. Egenskapene til en vannfilm er svært avhengig av krummingen til overflaten, noe som forklarer vannfilmens oppførsel i porer. Is- og snøoverflater har altså et sjiktformet "kulelager" på utsida selv om temperaturen er langt under null![14]

Vann og liv

Vanninnholdet i kroppen vår er 70–80 % og er det biologiske oppløsningsmidlet som livsprosessene foregår i. Vann har lenge ikke vært betraktet som et "biologisk" molekyl slik som proteiner, fett og sukker. Av de ca. 40 liter vann i menneskekroppen inneholder cellene ca. 26 l, og blod, lymfe og vevsvæske ca. 14 l. Gjennom svette, utånding, urin og avføring taper kroppen ca. 2,5 l vann i løpet av et døgn ved vanlig livsførsel. Men idrettsfolk kan svette over 2 l i timen ved harde anstrengelser i høye temperaturer. Dette må erstattes for at kroppen ikke skal tørke inn.

En har etter hvert forstått at vannets spesielle fysiske egenskaper kan være avgjørende for hvordan foldingen av DNA og proteiner foregår. Vannets evne til å danne hydrogenbindinger holder vannmolekyler sammen, men kan også danne "broer" og binde andre, større molekyler sammen. Ved proteinfolding kan vann holde ulike deler av samme molekyl inntil hverandre.[6]

Proteiner er polymerer (polypeptider) bygd opp av aminosyrer og virker som enzymer, hormoner, transport- og strukturmolekyler i kroppen vår etter at de har foldet seg til spesielle romlige strukturer. De alternerende hydrofile og hydrofobe delene langs kjedene kan bli påvirket av, og også selv påvirke, det omkringliggende vannets "krystallinske" struktur. Dette er en av drivkreftene bak foldingsprosessene; vannet "skubber" aminosyrene på plass. Resultatet blir gjerne at de foldete proteinene har hydrofile grupper ytterst, mens de hydrofobe delene er gjemt i det indre.[15,16]

Vannet har derfor en organiserende og strukturskapende virkning i livsprosessene. Seinere danner vannstrukturen en kappe rundt molekylet og holder det sammen i foldet tilstand ved hjelp av hydrogenbindinger. Nedbrytingen av en slik foldet tilstand, altså utfolding av det lineære proteinet, eller en cellevegg, fører til en økning av overflatearealet for kontakten mellom protein og oppløsningsmiddel, altså vannet. Mange hydrogenbindinger må brytes, og energi må tilføres. En mulig tendens til utfolding motvirkes derfor av vannets sammenhengskrefter. Vannet med sine sære egenskaper er derfor en aktiv deltaker i cellenes dramatiske liv.

Litteratur

1. T. Riste and D. Sherrington, eds.: *Physics of biomaterials.* Kluwer Ac. Publ. (1996)
2. Uffe Graae: *Vand, universelt molekyle.* Naturligvis (Københavns Universitet), s 4 (1995)
3. A. Zuppero: *Discovery of water ice nearly everywhere in the solar system.* Report INEL-95/00106 Idaho Nat'l. Eng. Lab., Idaho Falls, USA (1995)
4. John Davies: *Frozen in time.* New Scientist, 13. April, s 36 (1996)
5. Jane X. Luu and David C. Jewitt: *The Kuiper Belt.* Sci. Am., May (1996)

6. Albert Szent-Györgyi: *Biology and Pathology of Water.* Perspectives in biology and medicine, **14,** 239–249 (1971)
7. Håkon Haraldsen: *Vann.* Aschehougs konversasjonsleksikon (1974)
8. *The mysterious density anomaly of water.* Physics Update, Physics Today, April (1996)
9. J.M. McBride: *Crystal polarity: A Window on Ice Nucleation.* Science, **256,** 814 (1992)
10. J.G. Dash, Haiying Fu and J.S. Wettlaufer: *The premelting of ice and its environmental consequences.* Rep. Prog. Phys. **58,** 115 (1995)
11. Olav Steinsvoll: *Væsker og væskeformer.* Fra Fysikkens Verden, **57,** 44 (1995)
12. A.R. Ubbelohde: *The Molten state of Matter: Melting and Crystal Structure.* Wiley (1978)
13. R.W. Cahn: *Melting and the surface.* Nature, **323,** 668 (1986)
14. O. Steinsvoll: *Litt om fysikk til påskebruk. Skismøring.* Fra Fysikkens Verden, **42,** s 17 (1980)
15. Aase Hvidt: *Vand, det biologiske solvent.* Dansk kemi, **4,** 100 (1989)
16. Peter Westh: *Aqua Vitae.* Naturligvis (Københavns Universitet), s 6 (1995)

∞

Den 27. internasjonale fysikkolympiaden i Oslo

Arnt Inge Vistnes og Ellen Karoline Henriksen *

Så er det altså gjort – Fysikk-OL i Norge! For første gang – og noen ny blir det ikke her på minst 60 år. Å ta vår tørn som arrangør av Fysikk-OL er prisen vi må betale for at fem av våre håpefulle elever skal få delta i dette internasjonale mesterskapet hvert år.

Konkurransen består av en teoretisk og en praktisk eksamen, begge på 5 timer. Deltakerne må være under 20 år gamle, og de må ikke ha begynt på et universitetsstudium. De fleste deltakerne var 18–19 år, men årets yngste deltaker var bare 13.

Norsk Fysisk Selskap og KUF sto som formelle arrangører av årets OL, men i praksis var det en lokal komité, ledet av Arnt Inge Vistnes, som sto for planlegging og gjennomføring av arrangementet. De andre i komiteen var: Anne Grethe Gulbrandsen, Per Chr. Hemmer, Ellen K. Henriksen, Børge Holme, Finn Ingebretsen, Tom Henning Johansen, Tore Kraabøl, Torfinn Lindem, Eivind Osnes, Tove Svendby, Øyvind Sørensen, og Heidi B. Aaserud.

En rådgivende komité besto av Ingerid Hiis Helstrup, Kårmund Myklebost og Erlend Østgård. Per Chr. Hemmer og hans mannskap, ble hentet inn fra Trondheim og fikk ansvar for å utarbeide de teoretiske oppgavene (se egen omtale nedenfor). Uttak og trening av de norske deltakerne var det som vanlig Ingerid Hiis Helstrup og Kårmund Myklebost fra Bergen, som sto for. Full liste over personer som bidro til arrangementet vil bli gitt i den endelige rapporten som kommer til vinteren.

Årets Fysikk-OL fant sted i tiden 30. juni til 6. juli og hadde deltakere fra 55 land. Totalt var omlag 550 personer involvert i arrangementet. Hvert land sendte et lag på fem elever foruten to ledere, og et varierende antall observatører og besøkende. Alle lag fikk tildelt en guide som fulgte dem under hele arrangementet. Guidene ble rekruttert fra studenter og elever på videregående skoler i Østlandsområdet. De bodde sammen med deltakerne under hele OL-uken og deltok i alle aktiviteter bortsett fra selve konkurransen, og de var behjelpelige med å finne løsninger på deltakernes små og store problemer. Alt dette gjorde de uten betaling. De berømmes hermed for en kjempeflott innsats!

Sentralt på OL-programmet sto de to eksamenene og alt arbeid med disse. Arrangørene

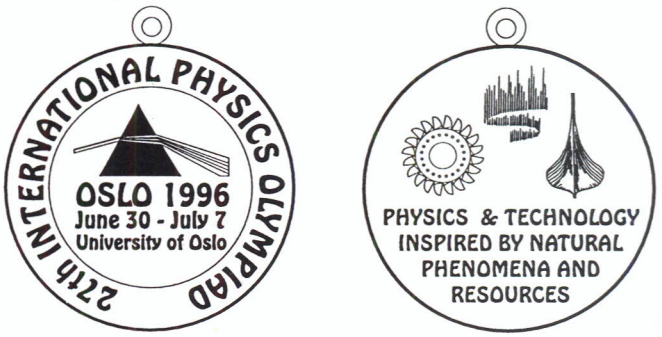
*Fysisk institutt, Universitetet i Oslo.

hadde ansvaret for å lage oppgaver, men oppgavene måtte og godkjennes av alle lederne dagen før eksamen. Eivind Osnes var møteleder under disse diskusjonene, og han høstet mye ros for jobben. Det ble bare små endringer i tekstene for teorieksamen. For praktisk eksamen, ble det litt diskusjon om usikkerhetsanslag, og en deloppgave ble sløyfet, hvilket vi hadde lagt opp til på forhånd. Sammenliknet med diskusjonen under fjorårets OL i Australia (der bl.a. en teorioppgave ble forkastet), kom vi meget bra fra disse seansene.

Etter at oppgavene var vedtatt i engelsk versjon, skulle lederne for de enkelte lagene oversette oppgavetekstene til sitt lands språk. Totalt var 38 språk representert. De fleste gjennomførte oversettelsen ved tekstbehandling. Vi hadde stilt en PC til disposisjon for hvert land, og lederne måtte selv innstallere sine spesielle tekstbehandlere, tastaturdrivere osv. når de kom hit. Vi hadde lagt opp til å bruke MS Word, slik at oppgavetekster med likninger og figurer lå inne i det engelske dokumentet; så var det "bare" å oversette selve teksten. Oversettelsene startet ved åttetiden om kvelden, og de siste var ferdige ca. kl 5 om morgenen; eksamen startet kl 0900! Det er unødvendig å si at det ble lite søvn for noen og enhver.

Det var forskjellige eksamenskommisjoner for de to eksamenene, og disse gjorde en flott innsats. Det er ikke bare lett å rette besvarelser på persisk, thai, koreansk og russisk, for å ta noen eksempler. Vi hadde god hjelp av innleide tolker for å sjekke forståelsen her og der, dessuten ble Yuri Galperins kunnskaper i russisk og andre østeuropeiske språk høyt verdsatt. Besvarelsene ble evaluert av vår eksamenskommisjon og av de enkelte lands ledere hver for seg, og til slutt ble de endelige poengene fastsatt i et slags sensormøte ("moderation") mellom disse. Denne prosessen gikk også temmelig smertefritt, selv om enkelte land syntes å tro at de kunne forhandle i timevis for hver kandidat.

Det er ingen tvil om at elevene var flinke. Selv om mange av oss mente at de teoretiske oppgavene var mer enn vanskelige nok, var det flere som fikk fullt hus. Men ingen fikk fullt hus i den praktiske eksamenen; best var en gutt fra Slovakia som fikk 18 av 20 oppnåelige poeng. Totalt sett kunne vi kåre én person som absolutt vinner, nemlig Yurun Liu fra Kina. På annen plass kom Rui Zhang, også fra Kina, forøvrig en av de meget få kvinnelige deltakerne, og Arend Bayer fra Tyskland tok tredjeplassen. Kvinneandelen i årets OL var meget lav; bare ca. 4 % av deltakerne var jenter.



Figur 1. For- og bakside av medaljene ved Fysikk-OL 1996 (tegnet av Arnt Inge Vistnes og Per Chr. Hemmer).

Det ble i år delt ut 20 gullmedaljer, 25 sølv og 47 bronse. 63 deltakere fikk hederlig omtale. Det betyr at over halvparten av de 260 deltakerne ble premiert, noe vi hadde etterstrebet. Antall kandidater som får gull, sølv osv. varierer fra år til år siden dette bestemmes ut fra poengsummene. Alle med 90 % av topp score (middelverdi av de tre beste) får gull, alle mellom 78 og 89 poeng får sølv osv. Grensen for hederlig omtale er 50 % av topp score. Premiene var en medalje, en bok om Norge pluss henholdsvis tinn-vikingskip, troll og glass-isbjørn for gull-, sølv- og bronse-vinnerne. Enkelte spesialpriser ble gitt, bl.a. til yngste premierte deltaker, den 13-årige Christopher Michael Hirata fra USA, som kom på 5. plass!

Figur 2. Det norske laget underholdt med flerstemmig sang under festmiddagen. F.v.: Knut Aksel Røysland, Dagfinn Mørkrid, Håvard Alnes, Christian Nakling og Andreas Westermoen (foto: Przemyslaw Zagierski).

Blant de norske deltakerne fikk tre hederlig omtale, nemlig Håvard Alnes (Ålesund), Dagfinn Mørkrid (Oppegård) og Christian Nakling (Nedstrand). Knut Aksel Røysland (Atrå nær Rjukan)

og Andreas Westermoen (Mandal) var like bak og manglet bare to-tre poeng for å få hederlig omtale. Dette gjorde at Norge for én gangs skyld ble best av de nordiske land: Vi plasserte oss på 33. plass; nest best i Norden var Finland på 39. plass. Ellers gir rangeringen av land noe å tenke på for fremtidens teknologi-Norge. De ti beste nasjonene var i rekkefølge: Kina, Romania, USA, Vietnam, Iran, Kinesisk Taipei, Russland, Tyskland, Ukraina og Bulgaria.

Fysikk-OL er imidlertid ikke bare prestasjonsjag – framfor alt skal fysikk-OL være gøy. Et viktig formål med arrangementet er å skape kontakt mellom ungdom fra ulike land og gi dem en positiv opplevelse. Det var lagt opp et omfattende sosialt program med noe for enhver smak. Blant høydepunktene for deltakerne var nok turen til fornøyelsesparken Tusenfryd, mens ledernes utflukt til Lillehammer dessverre ble ganske ødelagt av regn (Gråvær og regn var forøvrig et irritasjonsmoment gjennom hele OL-uka). Sightseeing i Holmenkollen, på Bygdøy og på en rekke museer, var selvsagte poster på programmet. Fredagen var satt av til sightseeing "a la carte" med skyttelbuss mellom en rekke av Oslos attraksjoner. Populærforelesningene om fargebrytning i prismer av Torger Holtsmark, om hvordan en skal få nobelprisen av Ivar Giæver og om nordlys av Alv Egeland, slo godt an både blant studenter og ledere. Den siste dagen var værgudene

Figur 3. Italienske "vikinger" på sommertokt på Oslofjorden (foto: Przemyslaw Zagierski).

Figur 4. Odd Lund trollbandt tilhørerne med lur, bukkehon og munnharpe både ved åpningen og ved avslutningen. Lund har akustikk hovedfag og er førsteamanuensis ved Norges musikkhøgskole (foto: Sissel Jørgensen).

med oss under båtturen på Oslofjorden; sola tittet fram, og reker med tilbehør ble inntatt til lyden av bølgeskvulp. Årets OL ble avsluttet med en festmiddag på Najaden (Sjøfartsmuseet), der det bl.a. ble kåret vinnere av en uformell konkurranse hvor lagene fikk i oppgave å lage et "musikkinstrument" som skulle gi en "pen" lyd med frekvens nærmest mulig 410 Hz som en ikke finner på et piano. Mange lag deltok med de underligste påfunn. Vinner ble Estland med en slags synthesizer.

Arrangementets høytidelige øyeblikk var åpnings- og avslutningsseremoniene. Åpningen var i Oslo Rådhus med taler av bl.a. ordfører Per Ditlev-Simonsen, rektor Lucy Smith og instituttbestyrer Eivind Osnes. Åpningens mest populære innslag sto musikeren Odd Lund for. Han trollbandt forsamlingen med toner fra bukkehorn, lur og munnharpe. Avslutningsseremonien med premieutdeling fant sted i Universitetets Aula med nobelprisvinner Ivar Giæver som taler. Utdeling av prisene ble foretatt av bl.a. Giæver og prorektor Knut Fægri.

Under Fysikk-OL ble det gitt ut en dagsavis med reportasjer, intervjuer og bilder fra arrangementene, samt populærvitenskapelige artikler om fysikk og en del "småstoff" om Oslo og Norge etc. Avisene ble "revet vekk", men vil bli gjengitt i den endelige rapporten om OL, som kommer til vinteren.

Forut for, og under Fysikk-OL, var arrangørene imidlertid gjenstand for internasjonal politikk av en type som vi satte liten pris på. Kina og Kinesisk Taipei (på folkemunne "Taiwan") kom med gjentatte og høylytte klager på detaljer angående flagg, ordbruk, plasseringer på lister osv. Det ble truet med rettsak og søksmål på hundretusener av kroner. I tillegg fikk vi offisiell protest fra Hellas fordi vi brukte betegnelsen Makedonia i stedet for "The former Yugoslav Republic of Macedonia". Denne politikken ble bedrevet av folk ved ambassadene eller tilsvarende, og ikke av lederne fra de ulike land. Kontrasten var stor mellom knallharde forhandlinger med representanter fra Kina og Kinesisk Taipei på den ene siden, og den hjertelighet som utspant seg mellom elevene fra disse landene på den annen side. For eksempel slo elevene fra Kina, Kinesisk Taipei og Signapore seg sammen og sang kinesisk i fellesskap på avslutningsmiddagen.

Figur 5. Ivar Giæver holdt talen ved avslutnigsseremonien (foto: Sissel Jørgensen).

Økonomien var et stort spøkelse for arrangementskomiteen. Budsjettet var på ca. 4,5 millioner kroner, hvorav departementet (KUF) bevilget 1 million. Hvor skulle resten komme fra? Det ble et langt og tungt lerret å bleke, men Eivind Osnes som hadde ansvar for finansieringen, men han kom i mål etter mye slit. Om lag 14 dager før Fysikk-OL skulle begynne, lå vi fortsatt an til et underskudd på ca. en halv million kroner. Det var en såkalt "frivillig avgift" som vi ba deltakerlandene om å betale, som sørget for at budsjettet nå ser ut til å gå i balanse.

I løpet av Fysikk-OL var stemningen stort sett god; både gjester og medarbeidere var positive. På Fjellhaug skoler, hvor studenter og guider var innlosjert, var stemningen høy i fellesrommet om kveldene – og vi har latt oss fortelle at kortspill, gitarspill og andre sosiale aktiviteter pågikk ut i de små timer. For arrangementskomiteen ble det lange økter og til dels ekstremt lite søvn. De fleste ting fungerte bra, men noen uheldige sider må vi nok innrømme. Registreringen ved ankomsten fungerte ikke som planlagt, noe av maten var ikke slik vi hadde forventet, vi glemte å introdusere et par foredragsholdere, og noen av sjåførene hadde ikke lært seg ruta de skulle kjøre. Det var også trist at en deltaker ble frastjålet kamera, billetter og reisesjekker.

En av målsetningene med Fysikk-OL er å fungere som et diskusjonsforum for fysikklærere. Vi oppfordret lederne til å komme med postere e.l., men bare ett land bragte med seg stoff, og dette var av liten allmenn interesse. Sett fra arrangørenes side virket det som om det var liten diskusjon om undervisningsspørsmål mellom ledere fra ulike land.

En stor svikt ved arrangementet var at vi ikke klarte å få presse og kringkasting til å dekke begivenheten i tilfredsstillende omfang. En medvirkende årsak til dette var nok at sentralbordet ved UiO ble satt ut av drift en del av den tiden da resultater og vinnerlister skulle distribueres via telefaks til mediene. Men viktige aviser som f.eks. Aftenposten, ble likevel matet med stoff uten at de formidlet videre så mye som ett ord til sine lesere. Denne manglende interessen var svært skuffende og vitner om den lave status og interesse som naturvitenskapen har i dagens samfunn.

Til tross for disse uregelmessighetene, vil komiteen si seg overveiende godt fornøyd med årets Fysikk-OL. Vi har hørt nesten bare godord, og dem vil vi gjerne dele med alle som var med på å gjøre Fysikk-OL 1996 til hva den ble. Takk skal dere ha!

∞

Teorioppgavene i Fysikk-OL

Per Chr. Hemmer[1]

Hvilke krav bør teorioppgavene i en Fysikkolympiade oppfylle? De formelle betingelsene er at det skal være tre teoretiske oppgaver, pluss en reserveoppgave, at oppgavene skal ligge innenfor et definert pensum, og at minst fire områder av fysikken skal være berørt. Dette pensumet er mer omfattende enn hva elevene i norsk videregående skole blir utsatt for. Kravet om en reserveoppgave skyldes at oppgavene skal godkjennes kvelden før eksamen av det internasjonale rådet for olympiaden. Rådet består av 2 ledere fra hvert land. Dersom en av de tre oppgavene forkastes, kommer reserveoppgaven inn.

Utover dette er det naturligvis flere andre hensyn å ta. For det første må oppgavebesvarelsene være lette å rette. At det bare er et døgns tid til å få unna rettingen på er én ting. Det viktigste er at deltagerne leverer besvarelsene på sitt eget språk, og det tilsier at oppgavene må kunne besvares ved hjelp av analytiske uttrykk, tall eller figurer.

For det andre må vanskelighetsgraden være passelig, slik at en får en rimelig fordeling av karakterer. Jeg syntes også at det var viktig at oppgavesettet inneholdt noen lettere spørsmål slik at alle kunne føle at de hadde fått til noe. Fysikkolympiaden burde jo være mer enn en test av kunnskaper, den burde også inspirere deltagere til å fortsette med fysikk!

Sist, men ikke minst, fysikken *må* være korrekt, og det *bør* være morsomme og relevante oppgaver.

Som tenkegruppe i Trondheim hadde jeg med meg Eivind Hiis Hauge, Kjell Mork og Erlend Østgaard, og dessuten sendte Yuri Galperin i Oslo inn forslag. Vi startet for alvor i september i fjor og hadde ved årets utløp forslag til 6 oppgaver. To av disse (den ene reserve) besto av fem delproblemer som ikke hadde noe med hverandre å gjøre. Dette var aldri blitt gjort i noen tidligere olympiade. Fordelen er at det muliggjør bedre dekning av delområdene i fysikken, og det gjør det mulig å få med utfordrende korte oppgaver. Denne oppgaveformen ble godt mottatt ved olympiaden.

Vi fant det ikke gjennomførbart å få testet oppgavene på studenter (bortsett fra at spørsmålene *c* og *d* i Oppgave 1 hadde jeg tidligere gitt i Termisk fysikk for andreårsstudenter ved NTH). I stedet ba vi om kommentarer fra dem som senere skulle være rettere av oppgavene og tre andre konsulenter. Spesielt verdifulle kommentarer kom fra Anthony P. French ved MIT og Johan S. Høye ved NTNU.

De tre oppgavene jeg til syvende og sist valgte ut, er gitt nedenfor. Av disse var Oppgave 1 tenkt som den letteste, idet bare siste spørsmål *e*, var spesielt krevende. Og i Norge burde jo en skiløper med!

Oppgave 2 var en kombinasjon av elektrisitetslære og mekanikk, med et enkelt spørsmål fra relativitetsteori. Et elektron beveger seg i et radielt elektrisk felt og et ortogonalt homogent magnetisk felt. Magnetfeltet avbøyer elektronet, og hvis det er sterkt nok, tvinger det elektronet tilbake til katoden. Banene er kompliserte å beregne, men de skulle heller ikke bestemmes. Hovedpoenget var å beregne hvor sterkt magnetfeltet måtte være for å hindre elektronet i å nå fram til anoden.

I Oppgave 3 skulle flo og fjære på jorda beregnes ved å gjøre endel forenklende antagelser. Bare effekten av månen skulle tas i betraktning, og topografiske komplikasjoner ble unngått ved å anta at jorda er dekket av hav. For meg var dette med å knytte fysikken til observerbare fenomener i naturen et sterkt argument for å inkludere denne oppgaven. Håpet var også at denne oppgaven var så vanskelig at selv de beste fikk noe å bryne seg på; for her måtte kandidatene på egen hånd finne ut hvordan de måtte approksimere, og hva de kunne neglisjere.

Disse tre oppgavene ble akseptert av lederne, slik at det ikke ble bruk for reserveoppgaven. Hva denne gikk ut på, går fram av trimoppgaven i dette nummeret av Fra Fysikkens Verden.

Hver oppgave ble rettet av tre medlemmer av eksamenskommisjonen:

Oppgave 1:
Torgeir Engeland, Yuri Galperin og Kåre Olaussen
Oppgave 2:
Anne Borg, Asbjørn Kildal og Kjell Mork
Oppgave 3:
Alex Hansen, Eivind H. Hauge og Leif Veseth.

Rettingen var hektisk, men forbausende uproblematisk språklig sett. Flere av språkekspertene fikk ikke en eneste henvendelse.

Forventningen om at Oppgave 1 var lettest og Oppgave 3 vanskeligst, ble oppfylt, men deltagerne fant, noe overraskende, at Oppgave 2 var omtrent like vanskelig som Oppgave 3. Middelkarakterene ble nemlig

Oppgave 1: 5,80 poeng
Oppgave 2: 4,50 poeng
Oppgave 3: 4,41 poeng,

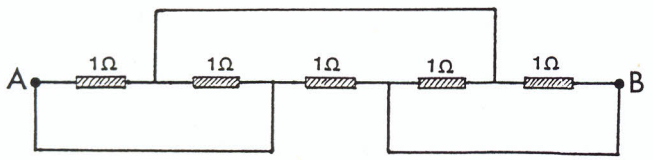
der i hvert tilfelle 10 poeng var det maksimale.

[1]Institutt for fysikk, NTNU

Her er så oppgavene som skulle besvares på 5 timer. Det er også angitt maksimalt oppnåelige poeng på enkeltspørsmålene, en informasjon som også deltagerene fikk. (Fasit i neste nummer av FFV.)

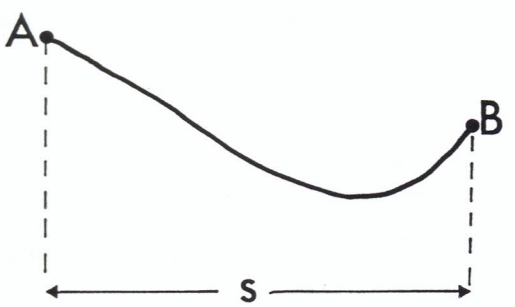
OPPGAVE 1

a) Fem 1Ω motstander er forbundet som vist i figuren. Du kan se bort fra motstanden i ledningene (vist heltrukne).



Bestem motstanden R mellom A og B. (*1 poeng*)

b)



En skiløper starter med null hastighet fra punkt A og glir ned bakken uten å svinge eller bremse. Friksjonskoeffisienten er μ. Når han stopper ved punkt B er hans horisontale forflytning lik s. Beregn høydeforskjellen h mellom punktene A og B. (Farten til skiløperen er lav slik at du kan se bort fra ekstra trykk mot snøen på grunn av krumningen i skibakken. Du kan også se bort fra luftmotstand og fra at μ avhenger av farten til skiløperen.) (*1.5 poeng*)

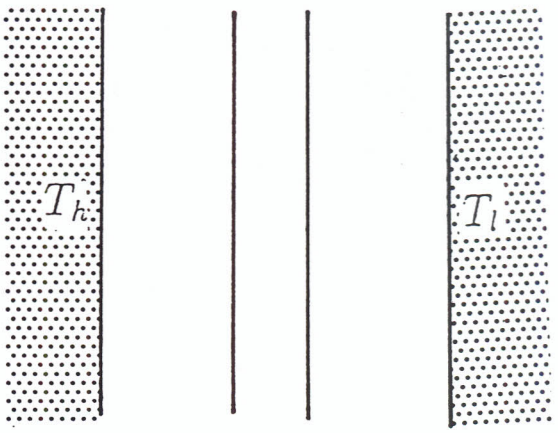
c) Et termisk isolert metallstykke oppvarmes ved atmosfæretrykk av en elektrisk strøm slik at det mottar elektrisk energi med konstant effekt P. Dette leder til at den absolutte temperatur T for metallet øker med tida t som følger:

$$T(t) = T_0\,[1 + a(t - t_0)]^{1/4}\,.$$

Her er a, t_0 og T_0 konstanter. Bestem metallets varmekapasitet $C_p(T)$ (temperaturavhengig i eksperimentets temperaturområde). (*2 poeng*)

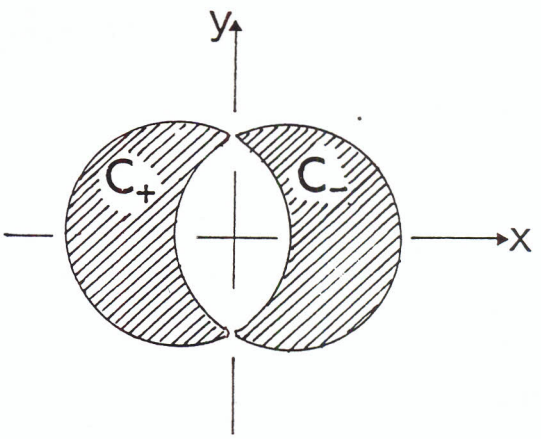
d) En plan svart flate med konstant høy temperatur T_h er parallell med en annen plan svart flate med konstant lavere temperatur T_l. Mellom planene er det vakuum.

For å redusere varmestrømmen som skyldes stråling er et varmeskjold som består av to tynne svarte plater, termisk isolert fra hverandre, plassert mellom den varme og den kalde overflata parallelt med disse. Etter en tid oppnås stasjonære forhold.



Med hvilken faktor ξ er den stasjonære varmestrøm redusert på grunn av tilstedeværelsen av varmeskjoldet? Se bort fra kanteffekter på grunn av flatenes endelige størrelse. (*1.5 poeng*)

e) To rette og svært lange ikkemagnetiske ledere C_+ og C_-, isolert fra hverandre, fører en strøm I i henholdsvis positiv og negativ z-retning. Ledernes tverrsnitt (skravert i figuren) er begrenset av sirkler med diameter D i x-y planet, med en avstand $D/2$ mellom sentrene. Derved får hvert tverrsnitt flateinnholdet $(\frac{1}{12}\pi + \frac{1}{8}\sqrt{3})D^2$. Strømmen i hver leder er jevnt fordelt over tverrsnittet.

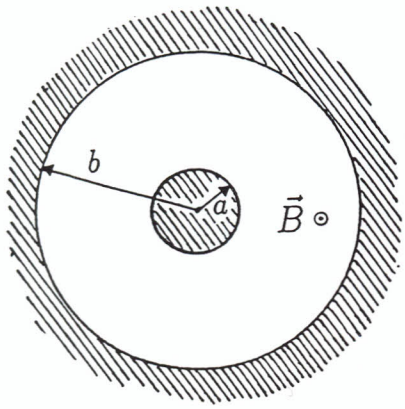


Bestem magnetfeltet $B(x, y)$ i hulrommet mellom lederne. (*4 poeng*)

OPPGAVE 2

I rommet mellom et par konsentriske sylindriske ledere er det vakuum. Den indre sylinderen har radius a, og den indre radien av den ytre sylinderen er b, som vist i figuren nedenfor. Den ytre sylinderen, som vi kaller anoden, kan gis et positivt potensial V relativt til den indre sylinderen. Der er også et statisk homogent magnetfelt $\vec{B}$ parallelt med sylinderaksen. I figuren peker feltet ut av papirplanet.

Vi studerer bevegelsen av elektroner med hvilemasse m og ladning $-e$. Elektronene slippes løs ved overflata på den indre sylinderen. Vi ser bort fra induserte ladninger i lederne.



a) Først settes potensialet V på, men $\vec{B} = 0$. Et elektron settes fri med neglisjerbar hastighet ved overflata av den indre sylinderen. Bestem elektronets fart v når det treffer anoden. Gi svaret både når ikkerelativistisk teori er tilstrekkelig, og når dette ikke er tilfelle. (*1 poeng*)

For resten av denne oppgaven er det tilstrekkelig å regne ikkerelativistisk.

b) Nå er $V = 0$, men det homogene magnetfeltet $\vec{B}$ er tilstede. Et elektron starter med en begynnelseshastighet $\vec{v}_0$ i radiell retning. Når magnetfeltet er større enn en kritisk verdi B_c vil elektronet ikke nå fram til anoden. Skisser elektronets bane når B er litt større enn B_c. Bestem B_c. (*2 poeng*)

Fra nå av er *både* potensialet V *og* det homogene magnetfeltet $\vec{B}$ skrudd på.

c) Magnetfeltet gir elektronet en dreieimpuls L med hensyn på sylinderaksen. Skriv ned en likning for dL/dt, endringen av dreieimpulsen med tida. Vis at denne likningen medfører at

$$L - keBr^2$$

er konstant under bevegelsen. Her er k et bestemt ubenevnt tall, og r er avstanden fra sylinderaksen. Bestem verdien av k. (*3 poeng*)

d) Et elektron slippes løs fra den indre sylinderen med neglisjerbar hastighet, og når ikke fram til anoden, men har en største avstand fra sylinderaksen lik r_m. Bestem farten v i punktet der den radielle avstand er størst, uttrykt ved r_m. (*1 poeng*)

e) Vi er interessert i å bruke magnetfeltet til å regulere elektronstrømmen til anoden. For B større enn et kritisk magnetfelt B_c vil et elektron som starter med neglisjerbar hastighet ikke nå fram til anoden. Bestem B_c i dette tilfellet. (*1 poeng*)

f) Hvis elektronene frigjøres ved å opphete den indre sylinderen vil et elektron i det alminnelige tilfellet ha en endelig starthastighet ved overflaten på den indre sylinderen. Starthastighetens komponent parallell med $\vec{B}$ er v_B, komponentene loddrett på $\vec{B}$ er v_r (i radiell retning) og v_φ (i asimutal retning, d.v.s. loddrett på radialretningen).

Bestem for denne situasjonen det kritiske magnetfelt B_c for å nå fram til anoden. (*2 poeng*)

OPPGAVE 3

I denne oppgaven studerer vi noen hovedtrekk vedrørende størrelsen av tidevannsbølger tilhavs. Vi forenkler problemet ved å gjøre følgende antagelser:

(i) Jorda og månen ses på som et isolert system,
(ii) avstanden mellom månen og jorda antas å være konstant,
(iii) jorda antas være fullstendig dekket av hav,
(iv) det ses bort fra dynamiske effekter av jordas rotasjon omkring sin egen akse, og
(v) jordas gravitasjonstiltrekning kan bestemmes som om hele jordmassen var konsentrert i jordas sentrum.

Følgende data er oppgitt:

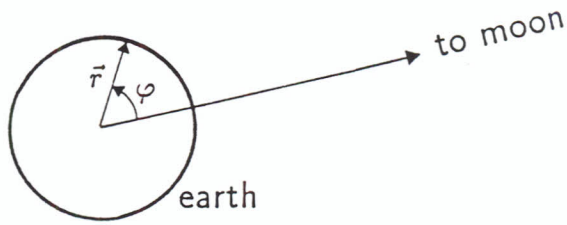
Massen av jorda: $M = 5.98 \cdot 10^{24}$ kg
Massen av månen: $M_m = 7.3 \cdot 10^{22}$ kg
Jordradien: $R = 6.37 \cdot 10^6$ m
Avstanden mellom jordas og månens sentrum: $L = 3.84 \cdot 10^8$ m
Gravitasjonskonstanten: $G = 6.67 \cdot 10^{-11}\,\mathrm{m^3 kg^{-1} s^{-2}}$.

a) Månen og jorda roterer med vinkelhastighet ω omkring deres felles tyngdepunkt C. Hvor langt er C fra jordas sentrum? (Kall denne avstanden l.)

Beregn den numeriske verdien av ω. (*2 poeng*)

Vi benytter nå et referansesystem som roterer sammen med måne- og jord-sentrene omkring C. I dette referansesystemet er formen på jordas havoverflate statisk.

I planet P gjennom C og normalt på rotasjonsaksen kan posisjonen av et massepunkt på havoverflaten beskrives ved polarkoordinater r, φ, som vist i figuren. Her er r avstanden fra jordas sentrum.



Vi vil studere formen

$$r(\varphi) = R + h(\varphi)$$

på jordas væskeoverflate i planet P.

b) Betrakt et massepunkt (masse m) på væskeoverflaten av jorda (i planet P). I vårt referansesystem blir det påvirket av en sentrifugalkraft og av gravitasjonskrefter fra månen og jorda. Skriv ned et uttrykk for den potensielle energien som svarer til disse tre kreftene.

NB: Enhver kraft $F(r)$, som i forhold til et eller annet origo virker radielt, er den negative deriverte av en kulesymmetrisk potensiell energi $V(r)$: $F(r) = -V'(r)$. (*3 poeng*)

c) Finn, uttrykt ved de gitte størrelser M, M_m, osv, den tilnærmede form $h(\varphi)$ av tidevannsbølgen. Hva er i denne modellen forskjellen i meter mellom høyvann og lavvann?

Du kan bruke tilnærmingsuttrykket

$$\frac{1}{\sqrt{1+a^2-2a\cos\theta}} \approx 1 + a\cos\theta + \tfrac{1}{2}a^2(3\cos^2\theta - 1),$$

som gjelder for a meget mindre enn 1.

Gjør i beregningene forenklende tilnærminger når disse er rimelige. (*5 poeng*)

∞

Praktisk eksamen ved Fysikk-OL

Børge Holme, Tom Henning Johansen og Arnt Inge Vistnes[1]

Det er en spennende oppgave å lage en praktisk eksamen ved en fysikkolympiade. Mange forhold skal ivaretas, f.eks. skal eksamensoppgaven gi rom for oppfinnsomhet, den skal ha deler som alle bør kunne løse, mens det samtidig skal kreves svært mye for å få full uttelling. Oppgaven bør virke interessant og helst gi noen resultater som er uventede, og den må være passe lang. Utstyret som skal brukes må ikke være for kostbart, og det må være robust og driftsikkert. Oppgaveteksten må være klar og utstyret gjennomtestet. Dertil må det utarbeides en fasit og en retteprosedyre som gir mest mulig lik evaluering av alle kandidatene. Sist, men ikke minst, må spørsmålene lages slik at svarene stort sett kan bli gitt i form av tall, figurer og tegninger med minst mulig tekst. Det siste kravet kommer av at studentene besvarer eksamen på sitt eget språk, og det er umulig for en eksamenskommisjon å dekke alle språkene (i år 38). Takket være innsatsen til mange medarbeidere, tror vi at årets praktiske eksamen i rimelig god grad tilfredsstilte alle kravene ovenfor.

Oppgaven var bygget opp omkring en fysisk pendel med en smart klokke basert på infrarøde emittere og detektorer til å måle periodetiden med en nøyaktighet på 1 ms. Første deloppgave var å bestemme tyngdens akselerasjon g med så stor nøyaktighet som mulig, og med et korrekt antall siffer. Det var lagt inn noen føringer slik at de smarteste skulle skjønne at en kunne bruke invertert pendel for å unngå beregninger av treghetsmomentet.

[1]Fysisk institutt, UiO

Dernest ble det lagt inn en magnetisk vekselvirkning idet det var montert en liten permanentmagnet i den ene enden av pendelen mens en større permanentmagnet var montert på en holder slik at avstanden mellom de to magnetene kunne varieres samtidig som pendelen svingte. Magnetfeltet fra den store magneten ble bestemt ved hjelp av en Hallprobe og et multimeter. Svingetiden til pendelen ble påvirket av de magnetiske kreftene på en måte som få ville gjettet – et forfriskende resultat! Ved å sammenligne måleresultat med teori, kunne den remanente magnetiske induksjon (remanensen) for den store magneten bestemmes, såvel som det magnetiske momentet til den lille.

Oppgaven hadde også et spørsmål som gikk på optikkdelen av klokka. Studentene måtte her forklare det infrarøde lysets strålegang, som bl.a. involverte refleksjon fra et sylinderformet hulspeil som var en del av den svingende pendelen.

En av de 260 kandidatene under den praktiske OL-eksamen (foto: Sissel Jørgensen).

Oppgaveteksten på engelsk er gjengitt i helhet på våre web-sider (http://www.fys.uio.no/ipho/). Norsk versjon av oppgaven (såvel som på 36 andre språk!) er også tilgjengelig.

Det var mange personer som bidro til at oppgaven ble så vellykket som den ble. Efim Brondz sto for utvikling av elektronikken til klokka. Han måtte lage en rekke forslag før vi var fornøyd, og han stod selv for produksjon av alle klokkene (tre kretskort pr. klokke, 170 klokker, totalt ca. 50 000 loddepunkter!).

Produksjon av det mekaniske oppsettet ble tatt hånd om av verkstedet på Fysisk institutt, hvor Tor Enger stod for produksjonen sammen med sine medarbeidere. Bjørn Berling monterte magnetene. Yuri Galperin, Torger Holtsmark, Trond Myklebust og Gabriel Munoz oversatte oppgaveteksten til russisk, tysk, fransk og spansk. Disse tekstene, sammen med den engelske, var utgangspunkt for de endelige oversettelsene til 38 språk som lederne fra de ulike landene selv sto for.

Sist, men ikke minst, var eksamenskommisjonen og to studenter med på uttesting av oppgavene. Deres kommentarer var svært viktige for å få oppgaven best mulig. I hele forberedelsesfasen måtte oppgaven holdes hemmelig, og med så mange personer involvert, er det flott at det gikk bra.

En detalj om evalueringen, kan være verd å nevne. Vi hadde laget et retteskjema etter samme lest som det vi startet med å bruke i lab-kurset FYS115 for om lag 10 år siden. Dette skjemaet, som er meget detaljert, ga i det store og hele en fin og ensartet evaluering, uavhengig av retter/sensor, og ble mottatt med stor positiv respons fra ledernes side. Det var bare utformet på norsk for internt bruk, men flere av de utenlandske lederne bad om en engelsk oversettelse, og noen mente et at slikt skjema burde bli obligatorisk ved fremtidige fysikk-OL siden det ga så god standardisering av evalueringene. Det viste seg at det bare ble små endringer i karakterene ved sensormøtet, hvilket betyr at det var besvarelsene i seg selv og ikke overtalelseskunstene til lederne som var viktigst for poengfastsettelsen.

Deltakerne viste en positiv holdning også til den praktiske eksamen, og flere har bestilt utstyret som en souvernir fra Fysikk-OL. Utstyret er også bestilt for bruk som treningsapparatur for kommende OL-aspiranter og for bruk i vanlige laboratoriekurs.

Den fysiske pendelen ble laget i 150 enheter, og vi har bestillinger inne på ca. 50 som selges for 1000 kr pr. sett. Vi kjøpte inn 100 stk Fluke 75 mulitimetre og lånte resten. Multimetrene er av meget god kvalitet, og vi selger de som er igjen for 700 kr pr. stk. (nypris er ca. 1500 kr). Interesserte kan henvende seg til Arnt Inge Vistnes (a.i.vistnes@fys.uio.no, fax 22855671).

Eksamenskommisjon for den praktisk prøven var: Svenn L. Andersen, Carl Angell, Bjørn Berre, Jan Kåre Bording, Magne Guttormsen, Vidar Hansen, Tor Haugset, Geir Helgesen, Børge Holme, Jan Holtet, Randi Haakenaasen, Tom Henning Johansen, Trond Myklebust, Jon Samset og Arnt Inge Vistnes (var ikke med på rettingen).

∞

Bokomtaler

John Peter Collett (red.): Making Sense of Space. Scandinavian University Press, 1995 (434 sider).

Historien om norsk romvirksomhet

I anledning av at det er 30 år siden NTNF gikk inn i norsk romforskning og annen romvirksomhet, har Norsk romsenter, som er en fortsettelse av NTNFs avdeling for romvirksomhet og som nå er ansvarlig for denne aktiviteten, fått skrevet en historisk beretning om denne virksomheten, fra den tidlige pionérfasen som Kristian Birkeland var den store person i, til i dag.

Denne anmelder er ikke upartisk. Han deltok i utviklingen av norsk romforskning fra begynnelsen av 50-årene til begynnelsen av 70-årene, og har vært intervjuet av forfatterne og lest utkast til et par kapitler. Samtidig gir dette et fundament for å vurdere påliteligheten av den fremstilling som gis i boken. Jeg kan ikke gå god for riktigheten av alt det som legges frem, men det stemmer godt overens med det jeg kjenner noenlunde godt til, såvel som med mine egne inntrykk og øvrige (fragmenterte) informasjon.

La det være sagt med en gang: Det er en god fremstilling. John Peter Collett er historiker, og har skjønt meget godt hva som foregikk. Han er redaktør av boka, men også hovedforfatter. Av de syv kapitlene er to skrevet av andre, Robert Marc Friedman (kap. 1) og Olav Wicken (kap. 2), mens ett er skrevet sammen med Bjørn Lossius (kap. 5). I tillegg har Arne Gundersen, som i en årrekke har vært sentral på organisasjonssiden i NTNFs avdeling for romvirksomhet og senere i Norsk romsenter, et oversiktskapittel med historiske og statistiske data. Dette kapitlet gir en nyttig og interessant oversikt.

Romvirksomhet er et omfattende begrep. Det omfatter ikke bare den klassiske utforskningen av

rommet og den øvre atmosfæren, men også forskning i og fra rommet, og utnyttelsen av raketter og satellitter til teknologiske formål, som kommunikasjon og overvåking. Nettopp de siste aspekter er det som gjør at romvirksomhet også har stor økonomisk og militær viktighet og gjør den til et politisk tema med sterke stormaktsinteresser.

Da undertegnede begynte å arbeide med denne anmeldelsen, var det naturlig å tenke seg en bredere omtale, med noen refleksjoner over utviklingen av norsk romvirksomhet. Denne viste seg nokså overflødig; slike refleksjoner finner man i siste del av siste kapittel (s. 293): *Reflections on Norway in Space.* Det er å anbefale å lese dette avsnittet først. Det gir en utmerket innføring i og oversikt over det boka handler om.

Første kapittel er skrevet av Robert Marc Friedman, som pendler mellom professorater i historie i California og Oslo, og som er en stor kjenner av norsk forsknings historie, særlig geofysikkens. Kapitlet spenner fra Kristian Birkeland, via Carl Störmer og Lars Vegard til Svein Rosseland, for å nevne de som betød mest i årene frem til annen verdenskrig når det gjaldt forskning på jordmagnetisme og nordlys og i astrofysikk. Kapitlet gir et utmerket historisk perspektiv for det mer spektakulære som skulle skje senere.

Ionosfærefysikken begynte å vokse frem før krigen, her i Norge ledet av Leiv Harang. Fordi den utnyttet den da moderne radioteknikken, og kunnskaper om ionosfæren betød meget for forståelsen av og utnyttelsen av radiobølger til langdistanse kommunikasjon, fikk feltet alt før, og ikke minst under, krigen stor militærteknisk viktighet, og dermed strategisk og politisk betydning. I Norge ble dette arbeidet etter krigen ledet av, og i det vesentlige utført ved, Forsvarets forskningsinsitutt med Harang som den første ledende skikkelse. Han betød mye også for utviklingen av samarbeidet mellom norske forskningsmiljøer, ikke minst mellom FFI og Universitetet i Oslo. Da instrumenterte raketter ble tatt i bruk, og satellittene kom, med Sputnik i 1957 som den første, ble romforskning storpolitisk for alvor, og et viktig konkurranseområde i den kalde krigen. Om alt dette skriver Olav Wicken (Institutt for forsvarsstudier) innsiktsfullt i annet kapittel.

Disse to kapitlene danner opptakten til det boken egentlig handler om: Utviklingen av romvirksomhet i Norge. Insiktsfulle og innflytelsesrike personer så potensialet for utnyttelse av den nye teknologien, med raketter og først og fremst satellitter som bærere av elektronisk avansert utstyr for kommunikasjon, observasjoner og forskning. Ved å bruke personregistret i boken som en slags *citation index,* får man samme inntrykk som mitt eget: Ledende personer i arbeidet med å bringe Norge inn i romalderen var først og fremst Finn Lied, Svein Rosseland og Robert Major, med Odd Dahl, Karl Holberg og Bjørn Landmark som de ledende pådriverne på de teknologiske og forskningsmessige feltene.

Romvirksomhet var blitt stormaktspolitikk, og dominert av supermaktene USA og Sovjetsamveldet. Selv ikke de største landene i Europa klarte å delta i dette kappløpet på egen hånd. Europeiske samarbeidsorganer ble dannet, først ESRO og ELDO, for å utvikle europeisk romforskning og oppskytningskapasitet. Senere ble disse avløst av en felles organisasjon ESA (European Space Agency), som skulle dekke hele spektret av virksomhet. Norge valgte i første omgang å stå utenfor disse organisasjonene, av økonomiske grunner.

Men dette betød ikke at det manglet på aktivitet i Norge. Kunnskapsgrunnlag og kompetanse var der og gjorde oss, sammen med Norges geografiske beliggenhet, til attraktive samarbeidspartnere internasjonalt. Interessen var stor og aktørene mange, og ofte innflytelsesrike. Norge hadde fra 1962 sitt eget forskningsprogram med raketter, med oppskytninger fra Andøya og et utbredt internsajonalt samarbeide. Som kjent er Norge nå medlem av ESA, og deltar på like fot i Europeisk samarbeide. Samtidig er romvirksomheten blitt kommersialisert og har fått stor økonomisk betydning. Alt dette utgjør en spennende historie som strekker seg like til nåtiden. Boken beskriver dette spillet og disse aktivitetene godt, og såvidt jeg kan bedømme, med høy grad av riktighet.

Historien om igangsettelsen av norsk utviklingsvirksomhet innen maritim satelittkommunikasjon er illustrerende: Entusiastiske og innflytelsesrike personer fikk det i gang med et nødskrik. Mange mente det var for tidlig og for risikabelt, men beslutningen viste seg å være riktig.

Dette er ikke stedet for nærmere referat av bokens innhold. Det er blitt en utførlig og god historiebok om et forskningsområde som i mer enn ett århundre har stått sterkt i Norge. Den har et vell av informative detaljer, samtidig som oversikt og perspektiv beholdes. Grunnlaget har vært arkivmateriale og intervjuer med personer som selv har deltatt i mesteparten av utviklingen av den ekspansive fasen.

Det er flere nyttige registre i slutten av boken: Forkortelser og akronymer, referanser og navneindeks i tillegg til Arne Gundersens oversiktskapittel over historiske og statistiske data. Navneindeksen omfatter ikke dette siste kapitlet, og jeg savner også et generellt saksregister. Disse mangler gjør boken litt mindre god som oppslagsverk.

Anders Omholt

∞

Tom Lindstrøm: Kalkulus. Universitetsforlaget, 1995 (687 sider) 430 kr.

Kalkulus henvender seg til et bredt spektrum av studenter. Eneste forutsetning er at man kan derivere og integrere enkle uttrykk. Ordet *Kalkulus* betyr noe slikt som "små steiner" og henviser til en riktig gammel "regnemaskin".

Forfatteren har et meget leseverdig innledningskapittel der han gir gode råd til studenten. Blant annet fremheves betydningen av å løse oppgaver i tilknytning til lesing av boken. Boken egner seg utmerket til selvstudium, den er fyldig skrevet og har mange oppgaver som leseren kan teste seg på. For morro skyld sammenlignet jeg stoffvolumet i Lindstrøms bok med Tambs-Lyckes "Over evne 1, 2 og 3", som bøkene populært ble kalt, og fant at volumet var omtrent det samme. Det stoff som behandles i bind 1 hos T.L. er det som best svarer til stoffet i Kalkulus, men Lindstøms bok behandler flere nyere temaer og sammeligningen blir derfor noe haltende.

Fysikere vil sette stor pris på boken, men vil nok savne funksjoner av flere variable, vektoranalyse, partielle differensialligninger etc. Vi håper på et bind 2 av samme forfatter.

De historiske epistlene er "perler". Etter hvert kapittel har forfatteren tatt seg tid til å gi en relativt fyldig historisk gjennomgang av temaet i det foregående kapittel. Disse epistlene tar ca. 80 av bokens sider og vil uten tvil virke inspirerende på enhver seriøs student. Alle studenter, enten de skal studere matematikk eller andre fag, bør gi seg tid til å lese dem. Det er sjelden forfattere av lærebøker tar seg tid til slike historiske oversikter av frykt for at boken skal ese ut, men trolig vinner boken på det alt i alt.

Generelt vil en finne at Kalkulus er velskrevet både fra et matematisk såvel som fra et språklig synspunkt. De ulike kapitler inneholder det man forventer, og noe mer som man blir hyggelig overrasket over. I det følgende skal vi derfor dra frem dette "noe mer".

I kapittel 1 er der f.eks. et nydelig og nyttig avsnitt om kombinatorikk og sannsynlighet. En kan jo bli noe desillusjonert når en fort lærer å beregne antall mulige lotto-rekker og finner ut at det er fem og en halv million av dem. Det er vel heller ikke så oppmuntrende å finne ut at sannsynligheten for å få utdelt 4 ess i poker bare er 20 milliontedeler. Flere morsomme oppgaver finnes på slutten av kapittelet.

Den historiske epistel handler naturlig nok om tallteori. Selv om tallteori i dag ikke er blant de viktigste disipliner innen matematikk, så var den det her i landet i første del av vårt århundre. Mange av oss kjenner vel navn som Viggo Brun, Atle Selberg, Sigmund Selberg, Øysten Ore, Ernst Selmer og flere. I dette kapittel kan man også lese om Pascal, Gauss, Ramanujan og mange flere. Om sistnevnte sies det at tallene var hans personlige venner. Da en kollega kom på sykebesøk, sa han til Ramanujan, i mangel på noe annet å si: "Drosjen hadde nr 1729, et kjedelig tall." "Langt ifra," repliserte Ramanujan, "det er det minste tall som kan skrives som summen av to kubikktall på to forskjellige måter."

I den historiske epistel etter kapittelet om reelle tall, får vi vite litt om hvordan man vurderte kvinnelige matematikere i Göttingen, verdens matematiske midtpunkt ved århundreskiftet. Felix Klein og David Hilbert var frontfigurer i det matematiske miljøet der. Da den kvinnelige matematiker, Amalie Emmy Noether, skulle legge frem sin habilitasjon i håp om å få seg en fast stilling ved instituttet, ble hun nektet dette. Selv om Hilbert la all sin prestisje i saken, hjalp det ikke. Hans kolleger ved andre fag syntes forferdet ved tanken på å få en kvinne i fakultetssenatet.

I kapittel 3 får vi en klar innføring i komlekse tall og en formulering av algebraens fundamentalteorem. Deretter, i kap. 4, gis leseren en innføring i differensligninger, både homogene og inhomogene sådanne. Her dukker også Fibonacci-tallene opp. Disse tallene er så spesielle at en skulle tro de var forbeholdt den rene matematikk. Men de dukker opp i svært mange anvendelser. Fibonacci kom frem til disse tallene i sitt hovedverk *Liber abaci*, da han skulle løse et formeringsproblem med kaniner. Dette problemet ledet til differensligninger. I våre dager er det særlig i kaosteori og i teorien for fraktaler, en har glede av kunnskaper om differensligninger. Her er det snakk om ikke-lineære differensligninger, og de gir opphav til en meget komplisert og kaotisk oppførsel.

Kapitlene 5–9 behandler selve grunnlaget i analysen, funksjoner og deres kontinuitet, ekstremalverdier, derivasjon, kurvedrøfting etc. Kapittel 5 inneholder også et bevis for algebraens fundamentalteorem. Videre finner vi i kap. 7 et viktig avsnitt om inverse funksjoner. Dette tema faller vanligvis noe vanskelig men her synes det å være behandlet komprehensibelt, som det heter. På slutten av kap. 7 kommer en historisk epistel som bl.a. handler om Copernicus og Galilei og deres konflikt med kirken. Den forandring av verdensbildet som disse vitenskapsmenn sammen med Tycho Brahe, Johannes Kepler, Isac Newton o.a. ledet til, er også kort beskrevet. Det er verdt å merke seg at det etter hvert kapittel er en fyldig og fremfor alt, relevant litteraturliste.

Kapittel 8 tar for seg integrasjon av funksjoner. Etter et avsnitt om geometrisk integrasjon defineres begrepet integral og det gis kriterier for når en funksjon er integrerbar. Vi får også et eksempel på at det finnes funksjoner som ikke er integrerbare. På slutten av kapittelet finner vi et lite avsnitt om numerisk integrasjon. Fra en fysikers synspunkt kunne dette ha vært mye fyldigere.

I neste kapittel behandles ulike integrasjonsmetoder. Substitusjon, delbrøkoppspalting og en del spesialteknikker. Vi har alle strevd med disse integralene opp gennom årene. Det samme gjelder uegentlige integraler. Her ville det vært naturlig om forfatteren hadde gitt oss lesere en liten innføring i begrepet "prinsipalverdi" av integraler.

De to historiske epistler som følger etter disse kapitlene, beskriver bl.a. hvordan romerne måtte gi opp å ta Syracus pga. Arkimedes' ingeniørkunst. Vi får også en relativt grundig beretning om Niels Henrik Abel og hans bevis for at den generelle femtegradsligning ikke lar seg løse ved rotutdragning. Det finnes imidlertid flere spesielle femtegrads ligninger som er løsbare ved denne metode, og Abel var i ferd med å kartlegge disse, og hadde nesten fullført arbeidet, da han døde. Det ble opp til et annet ungt geni å innkassere æren for det, nemlig Evariste Galois. Hans minibiografi i boken er like spennende og interessant som Abels, men det lar vi ligge.

Neste kapittel omhandler ordinære differensialligninger. Samtlige fysikkstudenter trenger dette stoffet i sin 20-gruppe. Spesielt nyttig er kapittelet om Svingninger og resonans. Eksemplene som benyttes i boken hentes ofte fra fysikken, så også her. Som et noe dramatisk eksempel på resonans tar forfatteren for seg ulykken med Tacoma-broen i staten Washington i USA. Den ble satt i svingninger av kraftig vind, og det med en frekvens som lå nær broens resonansfrekvens. Svingningene ble så kraftige at broen brøt sammen. Det skjedde 7. november 1940.

Dette kapittel om differensialligninger handler først og fremst om å finne analytiske løsninger av ligninger. På slutten av kapittelet finner vi også et avsnitt om numeriske løsninger. Eulers metode, og Runge–Kuttas metode opptil fjerde orden, tas med.

De to siste kapitlene i Kalkulus dreier seg om funksjonsfølger og rekker av ulike slag. Blant annet formuleres og bevises Abels teorem, og i avsnittet "En virrevandrer vender hjem" får vi et innblikk i nytten av rekker i sannsynlighetsregning.

Som konklusjon må en si at boken Kalkulus gir en meget god innføring i differensial- og integralregning. En lærer å tenke matematisk. Overgangen til funksjoner av flere variable, kompleks funksjonsteori, partielle differensialligninger, vektoranalyse etc. blir enklere med den gode basiskunnskap denne boken gir. Forfatterens språk flyter lett, der er nesten ikke trykkfeil, og hele boken virker gjennomarbeidet.

Asbjørn Kildal

∞

Kommentar

Fysikermøtet i Trondheim – hvem var der?

Det årlige stormøtet for norske fysikere ble avholdt i Trondheim 24–26. juni i år. Dette skulle være møtet for å samle alle om felles mål og diskusjoner, for nyorienteringer og for å knytte nettverk og forbindelser. Ble det slik? En studie av deltakerlisten kan være tankevekkende for om dette er typen møter som norsk fysikk i framtiden vil være tjent med.

Det var påmeldt 132 deltakere. Kanskje er dette et lite tall når vi tenker på at dette skal være et forum for forskere, studenter, lærere i den videregående skolen – for alle som har fysikk som sin hovedbeskjeftigelse.

Men mer interessant enn selve antallet kan sammensetningen av deltakerlisten være; hvem var der, eller kanskje viktigst, hvem var ikke der?

Et blikk på deltakerne viste at gjennomsnittsalderen nok var svært høy, altså var det ikke her mange som kom med behov for å orientere seg innen miljøet. En røff gjennmgang av deltakerlisten viser at deltakernes hjemsted dominertes sterkt av Trøndelagsadresser, hele 51 %. Kanskje ikke så rart, all den stund møtestedet var Trondheim, og alle klaget på lite midler å reise for. Med små midler må det prioriteres, og dette møtet ble tydeligvis ikke prioritert høyt av fysikere fra våre andre universitetsbyer – 17 % hadde Oslo-adresser, 8 % Bergen og 1,5 % Tromsø.

Mer betenkelig er den manglende interesse fra foreningens egne ledere; av styrets 5 medlemmer og 3 varamedlemmer, var bare 4 til stede. Ille var det også at av 14 ledere av faggrupper var 5 til stede, og bare 3 av gruppene benyttet anledningen til å holde egne møter! Er det ikke nettopp ved disse møtene utøverne av de enkelte disipliner har muligheten til å planlegge aktiviteter og knytte forbindelser for samarbeide og strategibygging? Har Internett overflødiggjort den personlige kontakten?

Men den mest iøynefallende skjevheten ved møtet er den som opptar meg som styremedlem i Nettverk for kvinner i fysikk, mest, nemlig det nesten totale fraværet av kvinnelige fysikere fra programmet. 28 kvinner stod på deltakerlisten, eller vel 21 %. Likevel var bare ett eneste av de 24 foredragene holdt av en kvinne (og dette var attpåtil et påmeldt, altså ikke invitert, foredrag). Det er vanskelig å forstå at det nå som fast ansatte kvinnelige fysikere ved norske universiteter nærmer seg 10, ikke gikk an å finne noen som kunne inviteres til å holde foredrag på Fysikermøtet!

Imidlertid hadde Nettverk for kvinner i fysikk sitt eget program om ettermiddagen 26. og mesteparten av 27. juni. Her var det påmeldt 31 deltakere, men bare 19 av disse deltok i Norsk Fysisk Selskaps hovedmøte. Altså var det hele 12 kvinnelige fysikere som var i Trondheim (så argumentet med at reisekostnadene er for store faller bort), men som fant hovedmøtet uinteressant i forhold til det egne møtet. Tankevekkende?

Jeg tror det var stor enighet om at nettverksmøtet for kvinner var velregissert med gode foredragsholdere, som presenterte sin forskning på en fremragende måte, og i tillegg holdt foredrag som belyste de spesielle forhold og problemer som kvinner innen faget møter.

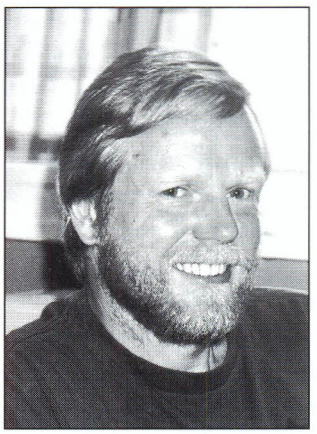
Noen endelig konklusjon av denne smule møtestatistikk vil jeg ikke dra. Men jeg tror at den kanskje demonstrerer at årsmøtene er kommet til en skillevei hvor en bør tenke gjennom hele organisasjonsformen og innholdet for å vurdere om det er slik vi ønsker å ha det også i framtiden. Eller må vi tenke nytt for at også andre grupper av fysikere, kanskje nettopp de som glimret ved sitt fravær i Trondheim (yngre forskere og kvinner), vil finne møtene interessante og vel verd å bruke sine reisepenger på?

Synnøve Irgens-Jensen

∞

Nye Doktorer

Carl Angell



Siv.ing. Carl Angell forsvarte den 20. juni sin avhandling *Elevers fysikkforståelse. En studie basert på utvalgte fysikkoppgaver i TIMSS*, for dr.scient.-graden ved Universitetet i Oslo. Arbeidet er gjort ved Institutt for lærerutdanning og skoleutvikling, og ved Skolelaboratoriet ved Fysisk institutt, Universitetet i Oslo.

I avhandlingen diskuteres fysikkforståelsen til norske elever som har valgt fysikk som studieretningsfag i den videregående skolen. Studien er basert på noen utvalgte oppgaver gitt i *The Third International Mathematics and Science Study (TIMSS)*. Dette er et stort internasjonalt prosjekt, der bl.a. elevers kunnskaper i matematikk og naturfag blir undersøkt.

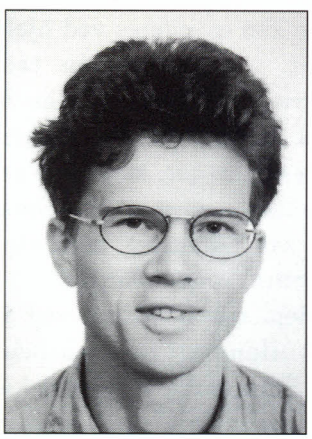
TIMSS-testen består av både flervalgsoppgaver og åpne oppgaver der elevene må begrunne sine svar. For å kunne analysere og sammenligne elevers svar på åpne oppgaver, har Angell bidratt til utviklin-

gen av et kodesystem for å kunne kategorisere de skriftlige svarene. Kodene gir informasjon om riktighet, metoder, feil og elevers ulike forestillinger. Systemets anvendelighet er vist gjennom analyse av noen eksempler, og dets potensiale for å gi innsikt i elevtenkning blir diskutert.

Undersøkelsen har avdekket flere problemer norske elever har med forståelsen av grunnleggende begreper og fenomener innenfor skolefysikkens område. I det fagdidaktiske forskningsfeltet har særlig spørsmål knyttet til elevers såkalte "alternative forestillinger" vært dominerende. Det har vært reist spørsmål om elevers ulike forestillinger eller ideer er konsistente, eller i hvilken grad slike ideer er avhengige av den sammenhengen problemstillingen eller oppgaven er presentert i. I undersøkelsen er det funnet indikasjoner på at elevers forestillinger og kunnskaper ofte er ustrukturerte og fragmentariske. Som en konsekvens av dette argumenteres det for at undervisningen bør bygge på elevenes eksisterende kunnskaper og forestillinger, og at kontinuitet fra fragmentarisk og ustrukturert kunnskap til mer systematisk vitenskapelig og naturfaglig forståelse, er sentralt for å fremme læring.

∞

Knut Halvard Bech



Sivilingeniør Knut Halvard Bech har tatt graden doktor ingeniør ved Norges tekniske høgskole, med en avhandling om friksjonsdrevne turbulente strømninger simulert på superdatamaskin. Spesielt behandler han effekter av systemrotasjon på middelstrøm og turbulens. Eksempler på roterende turbulente friksjonsstrømninger finner vi i hav, atmosfære og vannturbiner.

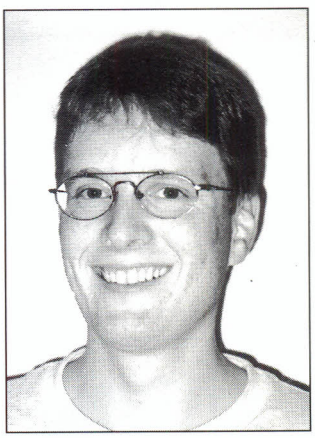
Resultatene vil bidra til økt forståelse av turbulensens struktur og statistiske egenskaper. Dette er viktig når vi vil utvikle og verifisere turbulensmodeller som brukes i utvikling og design innen roterende maskineri og transportmodeller for atmosfæren.

Avhandlingen har tittelen *Simulering av roterende og ikke-roterende turbulent plan Couette strømning.* Den er utført ved Institutt for mekanikk, termo- og fluiddynamikk med professor Helge I. Andersson som hovedfaglærer.

Knut Halvard Bech ble utdannet ved Fakultet for fysikk og matematilkk i 1991.

∞

Tor Berger



Sivilingeniør Tor Berger har tatt dr.scient.-graden ved Universitetet i Tromsø med avhandlingen *The Wavelet Transform-Numerical Algorithms and Applications to Object Detection and Image Restoration.*

I de senere år har wavelet-transformen vist seg å ha flere anvendelsesområder innen signal og bildebehandling. I motsetning til fourier-transformen gir den en simultan tidsfrekvens-representasjon av et signal. Dette er spesielt nylig ved oppsporing av transienter og andre kortvarige signalkomponenter.

Doktorgradsarbeidet består av tre adskilte deler som har wavelet-transformen som felles element. I den første delen er effektive algoritmer for implementering av diskret wavelet-transformen beskrevet. Den andre delen tar for seg oppsporing av mikroforkalkninger ved mammografier. Dette er et meget viktig problem innen medisinsk bildebehandling, siden klynger av mikroforkalkninger

ofte er det eneste tidlige tegn på brystkreft. I kombinasjon med andre kjente metoder anvendes wavelet-transformen for å oppspore simulerte mikroforkalkninger i et fantom, utviklet ved Det Norske Radiumhospital, og resultatene er lovende.

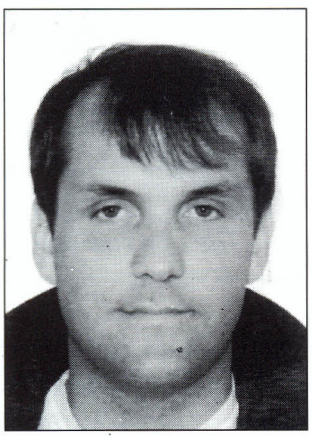
Et klassisk problem innen bildebehandling er gjenoppretting av utsmurte og støyfulle bilder. I siste del av avhandlingen benyttes wavelet-transformen i en metode som gjenoppretter bildene på grunnlag av lokal statistikk i bildene. En kjent metode som virker globalt i et bilde blir modifisert til å virke lokalt, og resultatene blir bedre, både visuelt og med hensyn til midlere kvadratfeil.

Arbeidet er utført ved Institutt for matematiske realfag med professor Jan Olov Strömberg og førsteamanuensis Torbjørn Eltoft som veiledere. Deler av arbeidet er utført i samarbeid med Det Norske Radiumhospital i Oslo.

Tor Berger ble utdannet ved Institutt for matematiske realfag, Universitetet i Tromsø i 1992. Han er ansatt som forsker ved Forsvarets forskningsinstitutt på Kjeller fra august 1996.

∞

Karsten Heia



Karsten Heia forsvarte avhandlingen *A Comprehensive study of sea surface backscatter using simulated and real data*, for dr.scient.-graden ved Universitetet i Tromsø, 15. mai 1996.

Med dagens avanserte radarteknologi er det mulig å konstruere gode teknikker for å hente oceanografisk informasjon fra målinger over hav. For å kunne hente ut denne informasjonen er det viktig å skjønne hvilke effekter som inngår når det returnerte signalet fra havoverflaten blir dannet. Heia har hatt dette som utgangspunkt når han har studert vekselvirkningen mellom mikrobølger (utsendt fra radar) og havbølger.

Basert på simuleringer og reelle datasekvenser har Heia studert tre problemstillinger knyttet til denne vekselvirkningen: 1) Hvordan statistikken til det returnere signalet varierer som funksjon av sjøtilstand og avbildningsgeometri, 2) hvordan ikke-lineariteter introdusert i havflaten eller spredning/modulasjonsprosessen kan detekteres og 3) hvordan overflatestrøm kan estimeres ved hjelp av en multifrekvens radar.

Statistikken til, og ikke-lineariteter i, det returnerte signalet kan gi viktig informasjon om sjøtilstanden og sprednings-/modulasjonseffektene involvert i dannelsen av signalet. Heia har vist at med avtagende innfallsvinkel (ser mer rett ned) vil statistikken til det returnerte signalet avvike gaussisk, som man antar vanligvis.

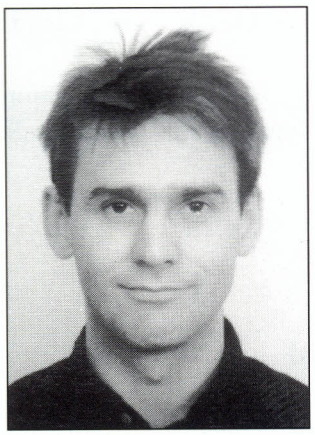
Med økende bølgehøyde og ikke-lineær bølgeform, blir avviket fra gauss-statistikk større. Heia har studert to forskjellige metoder for å finne eventuelle ikke-lineariteter inkorporert i det returnerte signalet. Det viste seg at basert på multifrekvensteknikken kunne ikke-lineariteter i havoverflaten detekteres, mens en teknikk basert på høyere ordens spektra kunne detektere ikke-lineariteter introdusert gjennom spredning og modulasjon.

Ved målinger av overflatestrøm benyttes grundige teoretiske studier av hvordan overflatestrøm modifiserer havbølgenes dispersjonsrelasjon, samt hvordan denne kan estimeres ved hjelp av en multifrekvens radar. Basert på én radarsynsretning kan vi estimere overflatestrømmen langs den retningen, mens basert på to radarmålinger med forskjellige synsretninger, kan både retning og størrelse på strømmen estimeres. Feilanalysen viste at strømmen kan estimeres med stor nøyaktighet basert på multifrekvens-målinger.

Karsten Heia tok hovedfag ved Universitetet i Tromsø i 1990. Han begynner å arbeide ved Fiskeriforskningen i Tromsø fra 1. august i år.

∞

Frank Agnar Maaø



Sivilingeniør Frank Agnar Maaø har tatt graden dr.ing. ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) med avhandlingen *Transport i todimensjonal elektrongass.*

En stadig miniatyrisering av halvlederkomponentene som utgjør vår tids moderne elektronikk, er ikke mulig uten at deres egenskaper vil endres. Dette har mange steder motivert stor forskningsinnsats på elektrontransport i svært små systemer. Den todimensjonale elektrongassen er et ideelt system for å studere kvantemekaniske effekter i elektrontransporten. Slike effekter blir mer og mer viktige jo mindre systemer man betrakter. Ved hjelp av moderne halvlederteknologi kan en i dag lage todimensjonale elektronsystemer der en fullgod forståelse av transportegenskapene innebærer en kvantemekanisk beskrivelse av elektronbevegelsen. Transportproblemet blir derved et kvantemekanisk spredningsproblem. Slike problemer løses ved omfattende beregninger, og utviklingen av numeriske løsningsteknikker har derfor vært sentralt for studiet. Maaø har benyttet de numeriske løsningene til å undersøke gyldigheten av resultater som har vært basert på forenklinger.

For komplekse systemer kan numeriske løsninger ofte representere et viktig bindeledd mellom eksperimentelle resultater og forståelsen av disse. Denne tilnærmingen til forståelse har Maaø brukt blant annet til å studere hvordan ytre strålingsfelt påvirker transportegenskapene til visse systemer. Slik forståelse kan være grunnlaget for utviklingen av nye elektroniske komponenter.

Arbeidet er utført ved Institutt for fysikk, NTNU, med professor Eivind Hiis Hauge som hovedfaglærer.

Frank Agnar Maaø ble utdannet sivilingeniør ved Fakultet for fysikk og matematikk, NTH, i 1992. Han er nå ansatt som forsker ved Norges forskningsråd.

∞

Gunnar Hugo Nyland

Sivilingeniør Gunnar Hugo Nyland har tatt graden doktor ingeniør ved NTNU med avhandlingen *Brownsk dynamikk-simuleringer av polymer-fluider.* I dette arbeidet er målbare polymeregenskapers avhengighet av polymerens atomære oppbygning kartlagt.

Norsk industriell aktivitet handler i stadig større grad om polymermaterialer, fra olje til farmasi, og det er et ønske om å bygge opp en nasjonal kompetanse innen polymerforskning. Nylands arbeid er en del av en internasjonal innsats for å utvikle et realistisk simuleringsverktøy for polymerprosessering, dvs. støping, blanding, ekstrudering, fiberfremstilling og coating. Et slikt verktøy vil være til uvurderlig hjelp innen forskning og industri.

Løsninger av polymerer har egenskaper som er forskjellige fra de man ser hos normale væsker. Det er derfor viktig å forstå sammenhengen mellom polymerens molekylære struktur og flyteegenskapene til løsningen. Disse er studert ved numerisk simulering av bevegelseslikningene til mekanisk modellerte polymerkjeder (Brownsk dynamikk). Ved å beregne den mikroskopiske oppførselen til polymerer i et strømningsfelt statistisk, løses ikke-Newtonsk strømning for en makroskopisk geometri. Strømningsberegningen gjøres ved spektralmetoden. Mer spesifikt vil dette omfatte diffusjons- og strømningsegenskapene til utvalgte polymer-

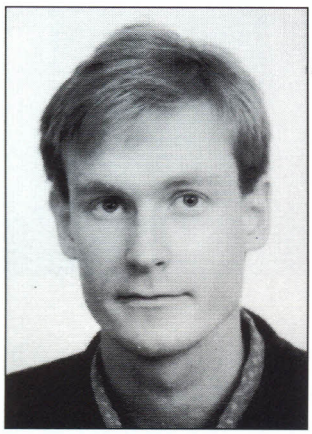
modeller og sammenlikning av resultater med eksperimentelle verdier.

Arbeidet er utført ved Institutt for fysikk, NTNU, med professor Arnljot Elgsæter som hovedfaglærer.

Gunnar Hugo Nyland ble utdannet ved Fakultet for fysikk og matematikk, NTH, i 1991. Han er nå ansatt som forsker i Norsk Hydro a.s, Porsgrunn.

∞

Frank Børre Pedersen



Sivilingeniør Frank Børre Pedersen forsvarte 24. mai 1996 avhandlingen *Electronic and Optical Properties of Semiconductor Heterostructures*, for dr.ing.-graden ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.

Moderne teknologi har gjort det mulig å framstille kunstige halvledermaterialer der de fysiske egenskapene i stor grad kan skreddersys etter ønske. Slike sammensatte, eller lagdelte halvledere kalles ofte heterostrukturer eller mikrostrukturer. Disse materialene har et enormt potensiale for anvendelser og utnyttes i dag også kommersielt. På teorisiden har utfordringen ligget i å kunne beregne ulike egenskaper til heterostrukturen.

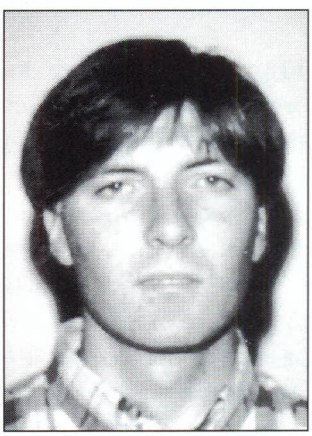
I avhandlingen beregnes egenskapene til eksitoner i type II kvanteprikker (quantum dots). Eksitoner utgjør de laveste eksitasjonsnivåene i halvlederen og er derfor viktige for de optiske egenskapene. Videre er det utviklet effektive beregningsteknikker som er benyttet til å studere ett-hull og to-hull tilstandene i parabolske kvanteprikker. Det vises at både bandstruktur-effekter og partikkelkorrelasjoner er viktige faktorer i forståelsen av hulltilstandene.

Hoveddelen av arbeidet er utført ved Institutt for fysikk, NTNU, med professor Per Christian Hemmer som hovedfaglærer. Ett år ble tilbrakt ved University of Illinois, i samarbeid med professor Y.C. Chang.

Frank Børre Pedersen ble utdannet siv.ing. ved Fakultet for fysikk og matematikk, NTH, i 1991.

∞

Arild Skjold



Cand.scient. Arild Skjold forsvarte 8. september 1995 avhandlingen *On the Determination of the CP of the Higgs Boson*, for dr.scient.-graden ved Universitetet i Bergen.

Atomkjerner er oppbygd av mer fundamentale partikler, kalt kvarker. Det finnes seks typer kvarker med meget forskjellige masser. Den sjette, toppkvarken, som først ble observert så sent som i 1994, er omtrent 40 000 ganger så tung som de letteste kvarkene som inngår i atomkjernen.

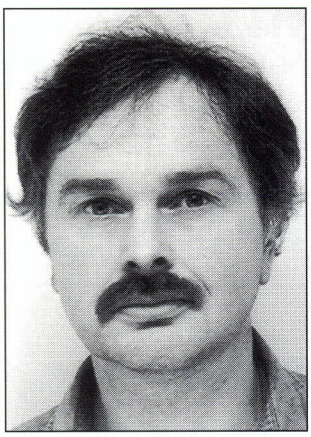
Det mest fundamentale spørsmål i dagens partikkelfysikk er om naturen gjør bruk av den såkalte Higgs-mekanismen for å generere massene til disse kvarkene. I så fall må den til nå ukjente Higgspartikkelen eksistere; flere typer av den kan tenkes. Hvis en kandidat for Higgs-partikkelen blir funnet, blir det derfor viktig å bestemme hvilke egenskaper den har.

Den sentrale spørsmålstilling som diskuteres i Skjolds avhandling er hvordan en kan bestemme Higgs-partikkelens CP-kvantetall. Her refererer C til symmetrien mellom partikkel og antipartikkel, og P til symmetrien mellom høyre og venstre. Det konkluderes med at studiet av

spesielle vinkelfordelinger kan gjøre dette mulig ved fremtidige eksperimenter. Muligheten for at CP-symmetrien brytes i Higgs-systemet blir også diskutert. Arild Skjold ble cand.scient. ved Fysisk institutt, Universitetet i Bergen i 1992. Han arbeidet ved UiB i tre år som utdanningsstipendiat med finansiering fra Norges forskningsråd, og har hatt professor Per Osland som faglig veileder.

∞

Jarle Tollefsen



Cand.scient. Jarle Tollefsen disputerte 7. juli 1995 for dr.scient.-graden ved Universitetet i Bergen med avhandlingen *New capacitance sensor principles in flow measurements.*

Ved transport av oljeprodukter i rør opptrer det ofte forskjellige strømningsregimer, det vil si at fordelingen av olje, vann og gass i rørtverrsnittet varierer med tiden, selv om vann- og gassinnholdet i råoljen er konstant. De eksisterende sensorer (måleinstrumenter) som benyttes i oljeindustrien i dag, er svært avhengige av hvordan vann og gass er fordelt i oljen. De fleste gir bare nøyaktige måleresultater når disse komponentene er homogent blandet.

Tollefsen har i sitt doktorgradsarbeid utviklet og testet en ny type sensorer for måling av vann- og gassinnholdet i råolje. Med disse sensorene beregnes vanninnholdet i oljestrømmen ved måling av kapasitansen mellom to eller flere ikke-inntrengbare spiralelektroder montert langs målerøret. Måleresultatene fra disse sensorene er uavhengige av hvordan vannet og gassen er fordelt. Sensorene kan derfor også benyttes når blandingen ikke er homogen.

Jarle Tollefsen ble utdannet elektroingeniør ved Bergen Ingeniørhøyskole i 1983 og avla cand.scient.-eksamen i industriell instrumentering ved Fysisk institutt, Universitetet i Bergen i 1989. Han ble opptatt som dr.scient.-student samme sted i 1990, og utførte sitt doktorarbeid med finansiering fra Norges allmennvitenskapelige forskningsråd og med professor Erling A. Hammer som faglig veileder. Tollefsen er nå førsteamanuensis ved Seksjon for anvendt fysikk og teknologi ved Fysisk institutt, UiB.

∞

Peter Wind

Sivilingeniør Peter Wind disputerte 24. april 1996 for dr.scient.-graden ved Institutt for matematiske realfag, Universitetet i Tromsø. Avhandlingens tittel er: *Ab initio Calculation of many-body effects in intermolecular interactions.*

Avhandlingen beskriver og anvender en modell som gjør det mulig å beregne vekselvirkningen mellom to, tre eller flere molekyler med stor nøyaktighet. Med *Ab initio*-beregninger menes beregninger basert kun på teoretiske likninger uten bruk av verdier som må måles eksperimentelt. Selv om beregningene utføres på Norges kraftigste datamaskiner, kan man i praksis bare anvende teorien på små systemer (noen få atomer). For å få resultater for større systemer, kan man betrakte et stort system som en samling av molekyler som vekselvirker med hverandre.

Vanligvis betrakter man vekselvirkning mellom molekyler som paradditiv, det vil si at vekselvirkningen i et stort system regnes som summen av vekselvirkningen mellom to molekyler om gangen. Dette er imidlertid ikke helt korrekt, fordi

en del av vekselvirkningen impliserer tre eller flere molekyler samtidig. Denne delen av vekselvirkningen kalles for mangelegeme-effekter. Mangelegeme-vekselvikningene er meget svake og derfor vanskelige å beregne. De kan likevel bidra betydelig til egenskapene til store systemer.

Avhandlingen beskriver en ny måte å beregne mangelegeme-effekter på, basert på EXGEM-modellen, som er utviklet ved Universitetet i Tromsø. Modellen er mer nøyaktig enn tidligere brukte modeller, og ble utprøvd ved å beregne mangelegeme-effekter mellom hydrogenmolekyler. Resultatene viser at de tidligere brukte modeller ikke var nøyaktige nok, men at den nyutviklete modellen derimot er anvendelig.

Peter Wind er født i England, og er nederlandsk statsborger. Han avla diplomeksamen i teoretisk fysikk ved École polytechnique fédérale de Lausanne i Sveits, i 1988. Han har vært stipendiat for Norges forskningsråd ved Universitetet i Tromsø i ett år.

∞

Trim i FFV

FFVT 3/96

En hard ball som består av et tynt homogent kuleskall ruller bortover et plant horisontalt gulv uten å gli. Den treffer en hard loddrett vegg og mister kontakten med gulvet. Støtet kan betraktes som elastisk, og ballen glir heller ikke i kontaktpunktet med veggen. Når baller spretter tilbake, treffer den gulvet igjen under en vinkel α med horisontalen. Beregn α!

(Dette var hovedspørsmålet i reserveoppgaven til årets Fysikkolympiade. Denne oppgaven, som ikke ble benyttet, hadde flere spørsmål undervegs).

Løsning FFVT 2/96

I addisjonstykket

$$\begin{array}{r} \text{KYOTO} \\ +\text{KYOTO} \\ +\underline{\text{KYOTO}} \\ \text{TOKYO} \end{array}$$

i n-tall-systemet representerer ulike bokstaver ulike tall og omvendt. Spørsmålet var: Hva er n?

Siste siffer viser at bokstaven O enten er null eller $n/2$. La oss først vise at sistnevnte mulighet er utelukket. Første siffer viser at $3K < n$ (siden summen ikke er seks-sifret), og midterste siffer viser at $K > n/2$. Dette går ikke sammen, altså er O lik null.

Når O er null, faller addisjonsstykket fra hverandre i to ulike addisjoner:

$$\begin{array}{rr} \text{KY} & \text{T} \\ +\text{KY} & +\text{T} \\ +\underline{\text{KY}} & +\underline{\text{T}} \\ \text{TO} & \text{KY} \end{array}$$

Ved å sette inn for KY i den venstre summen fås 9 T=n T. Og da T=0 er utelukket, er svaret $\underline{\underline{n=9}}$, nitall-systemet.

Det gjenstår bare å sjekke at $n = 9$ gir løsning. Vi ser lett at T=4, 5, 7 og 8 alle fungerer i addisjonsstykket til høyre, tilsvarende de fire løsningene KYOTO = 13040, 16050, 23070 og 26080.

∞

Nytt fra NFS

ÅRSMELDING 1995–1996

Årsmeldingen, som gjengis her i forkortet versjon, omfatter perioden mellom årsmøtene 21. juni 1995 og 26. juni 1996.

Organisasjonsforhold

Styret har bestått av:

Thormod Henriksen (Oslo), president
Egil Leer (Oslo), visepresident (til 31/12 -95)
Erlend Østgaard (Trondheim), visepresident (fra 1/1 -96)
Leni Grant (Tromsø), medlem
Anne Grete Frodesen (Bergen), medlem
Anders Isnes (Oslo), medlem (fra 1/1 -96)

Jacob Stamnes (Bergen), varamedlem
Hallstein Høgåsen (Oslo), varamedlem
Unni Pia Løvhaug (Tromsø), varamedlem

Selskapets sekretær er Tove Svendby.

Styret har hatt tre møter; to i Oslo, og ett i Trondheim.

NFS har nå 916 individuelle medlemmer, derav 92 studenter og stipendiater, og 65 pensjonister. Dertil har vi 2 æresmedlemmer og 7 kollektive.

Årskontingenten for 1995 var 220 kr ordinært og 110 kr for studenter og pensjonister. Bidraget fra de kollektive medlemmene var 18 000 kr.

Fra Fysikkens Verden

Selskapets tidskrift FFV gis ut fire ganger i året med et opplag på 1600. For Selskapets medlemmer er abonnementet inkludert i kontingenten.

Tidsskriftet drives, som tidligere, med stor grad av egeninnsats. NFS vil takke redaktørene Øivin Holter og Finn Ingebretsen, for deres arbeid. Redaksjonssekretær Karl Måseide gjør en kjempejobb og en stor takk går også til ham.

Norges forskningsråd støtter driften med 25 000 kr. Abonnenter i NFS bidrar med ca. 60 000, mens bidrag fra andre abonnenter utgjør ca. 30 000 kr.

Fysikermøtet 1995

Fysikermøtet 1995 ble holdt i Tromsø 20–22. juni med 92 deltagere. Ove Harang var formann i arrangementskomiteen.

Det ble holdt 41 foredrag og en paneldebatt med tittelen "Forskningsrådet og fysikk".

Dessuten ble det arrangert tur til Nordlysobservatoriet og besøk på Norges Fiskerifagskole og Havbruksstasjonen i Kårvika (med fisketur).

Selskapets årsmøte ble holdt 21. juni, og der ble det delt ut 3 fysikkpriser for fremragende arbeid innen ulike områder av fysikken (se FFV nr 3/95).

Arrangementskomiteen gjorde en flott innsats både faglig og sosialt. Været var stort sett fint, og det var et meget vellykket Fysikermøte.

Faggruppene

NFS har følgende faggrupper (m/ledere):

- Akustikk (H. Hobæk)
- Astrofysikk (P. Lilje)
- Biofysikk (A. Skretting)
- Datafysikk og måleteknikk (T.H. Løvås)
- Kondenserte fasers fysikk (B. Hauback)
- Generell teoretisk fysikk (P. Osland)
- Geofysikk og ionosfærefysikk (A. Egeland)
- Kjernefysikk (J.S. Vaagen)
- Optikk (T. Jæger)
- Partikkelfysikk (B. Stugu)
- Petroleumsfysikk (J. Samseth)
- Plasma og gassutladningsfysikk (R. Armstrong)
- Undervisning (A.A. Grimnes)
- Kontaktnett for kvinnlige fysikere (B.L. Bye).

Flere av gruppene har arrangert egne møter. Både disse og Fysikermøtet får støtte av Selskapet. I 1995 var støtten på 102 000 kr.

Faggruppen for undervisning har foreslått å danne en fysikklærerforening i tilslutning til NFS. Forslaget legges frem på dette årsmøte.

Fysikkolympiaden

Fysikk-OL for skoleelever ble i 1995 arrangert i Canberra i Australia. Norske ledere var som vanlig Ingerid Hiis Helstrup og Kårmund Myklebost.

Siden Norge skal arrangere Fysikk-OL i 1996, var 3 representanter fra arrangementskomiteen til stede i Canberra. Vår deltagelse ble økonomisk støttet av Kirke- utdannings- og forskningsdepartementet og Norges forskningsråd.

Fysikk-OL 1996 i Oslo

Arrangementet legges til Fysisk institutt, UiO, i tiden 30. juni til 7. juli. Arnt Inge Vistnes er leder for arrangementet. Komiteen består ellers av: Eivind Osnes, Per Chr. Hemmer, Tom Henning Johansen, Børge Holme, Heidi Bruvoll Aaserud, Øyvind Sørensen, Tore Kraabøl, Torfinn Lindem, Tove Svendby, Finn Ingebretsen, Anne Grethe Gulbransen og Ellen Henriksen.

Det er påmeldt 56 land med nær 300 deltagere og mer enn 100 ledere. Arrangementet har et totalbudsjett på 4,75 millioner kroner. Kirkeundervisnigs- og forskningsdepartementet bidrar med 1 million kr, Norges forskningsråd bidrar med 200 000, de fire universitetene bidrar med til sammen 600 000 kr og Fysisk institutt, UiO, bidrar med ca. 6 årsverk. (Se forøvrig egen omtale i dette nummeret av FFV.)

Norsk Fysikkråd NF^{Y}R

Norsk Fysikkråd er et nasjonalt fagråd under Det Norske Universitetsråd. Rådet har 10 medlemmer med en funksjonstid på 2 år. Det velges én representant fra hvert av de 4 universiteter, én fra Norges Landbrukshøgskole og én fra Høgskolen i Stavanger. Norsk Fysisk Selskap velger de øvrige 4.

På Selskapets årsmøte i Bergen ble følgende valgt for perioden 1/1 1995 til 31/12 1996: Einar Hinrichsen (vara Bjørn Hauback), Einar Oterholm (vara Karl Torstein Hetland), Annik Magerholm Fet (vara Hans Grelland) og Thormod Henriksen (vara Anne Grete Frodesen).

Jan Vaagen var NF^{Y}R's formann frem til 1/1 1996 da Torgeir Engeland overtok, mens Bjørn Berre fortsatte som nestformann.

Forøvrig henvises til NF^{Y}R's årsmelding.

European Physical Society

Vi er nå medlemmer av EPS og betaler en kontingent på 14,5 CHF. Som medlemmer får vi "Europhysics News" 6 ganger i året for 30 kr ekstra. Bladet har nå inngått et samarbeid med Springer forlag og blir stadig bedre.

EPS består nå av fysikere fra 34 land. Det har et styre på 11 personer der tyskeren Herwig Schopper er president. Som nordisk representant i styret har vi Eivind Osnes. EPS har en rådsforsamling med én representant fra hvert av de fysiske selskaper. Presidenten i NFS møter som norsk representant.

På rådsmøet i Lisboa i mars ble det besluttet at sekretariatet skal flytte fra Genève til Mulhouse i Frankrike. Der får en gratis rom på universitetet og kan drive sekretariatet billigere.

EPS arrangerer sin 10. internasjonale konferanse i Sevilla, i Spania, i september 1996.

Nordisk – Baltisk samarbeid

De 3 baltiske statene er blitt medlemmer av EPS. Deres økonomi er imidlertid meget svak, og de tre landene har inngått en avtale med EPS slik at de kun betaler 30 % av kontingenten. Dette skal trappes opp når økonomien tillater det.

Nordita arrangerte et møte i København i mars mellom de baltiske og de nordiske fysiske selskaper. Sverige og Finland støtter Estland med medlemskapet i EPS, og det ble enighet om at Norge og Danmark skulle hjelpe Latvia og Litauen. NFS har betalt 15 % av disse landenes medlemskontingent for 1996 (467 CHF, eller 2 570 kr). Vi sender også tiloversblevne eksemplarer av Europhysics News til de to landene.

IUPAP

NFS er "Nasjonalkomité" for International Union of Pure and Applied Physics (IUPAP). Medlemskontingenten til IUPAP betales av Det Norske Videnskaps-Akademi, men av økonomiske grunner er den norske IUPAP-aktiviteten liten. Vi har enkelte representanter i de faglige "Commissions" i IUPAP: Hans Arne Frøystein er med i SUNAMCO (Komité for enheter og størrelser) og Rolf Stabell er vice-chairman i "Commission on Astrophysics".

IUPAP skal ha sitt neste store møte i Uppsala i september. Vi har foreslått nye kandidater til et par Commissions.

Fysikkpriser

Norsk Fysisk Selskap deler ut 3 priser i fysikk.

1. *Simrad Optronics' pris i elektrooptikk,* som gis for et norsk arbeid innen elektrooptikk eller for et arbeid der elektrooptiske metoder er anvendt. Prisen er på 15 000 kr, og deles ut annethvert år. I 1995 gikk prisen til Hans Magne Pedersen.
2. *IBMs fysikkpris (kondenserte fasers fysikk).* IBM Norge planla 5 priser på 20 000 kr, og den 5. ble delt ut i 1994. IBM ga deretter to nye priser innenfor samme fagfelt, og den første av disse ble tildelt Asle Sudbø i 1995. Den neste skal deles ut på dette årsmøte.
3. *NFS Undervisningspris.* NFS deler ut en pris på 15 000 kr hvert annet år for fremragende arbeid i videregående skole. Prisen ble i 1995 tildelt Karl Torstein Hetland.

To av våre æresmedlemmer har gått bort

To av grunnpilarene i NFS, Gerd Jarrett og Tormod Riste, har gått bort siden forrige årsmøte.

Gerd Jarrett ble innvalgt som æresmedlem i NFS i mai 1996 for sin store innsats for selskapet gjennom mer enn 25 år. Hun har vært en av de viktiste drivkrefter i NFS.

Tormod Riste var en av kjempene i norsk fysikk. Han var president i NFS fra 1969 til 1979, og la ned et stort arbeid for Selskapet. Tormod ble utnevnt til æresmedlem for denne innsatsen.

Det er med glede og takknemlighet vi minnes dem begge (se forøvrig FFV nr 3/95 og 4/95).

Det er mange i Selskapet som yter en innsats i løpet av året. Vi takker alle som er med i komiteer og utvalg, og vi takker alle som arrangerer møter i regi av NFS og dets mange faglige grupper.

Til sist vil vi takke vår nye sekretær, *Tove Svendby*, for det utmerkede arbeidet hun gjør.

Blindern i juni 1996

Thormod Henriksen
(President)

∞

ÅRSMØTET 1996

Årsmøtet i Norsk Fysisk Selskap ble holdt på Universitetet i Trondheim 26. juni 1996. Møtet ble ledet av presidenten. 53 medlemmer var til stede.

1. Årsmelding

Thormod Henriksen orienterte om årsmeldingen 1995–96. Det ble redegjort for alle vesentlige prosjekter som NFS har arbeidet med det inneværende år. Fra salen ble det bemerket at undergruppene i NFS bør markere seg sterkere og at det bør foreligge en oversikt over gruppenes aktivitet og arbeidsområder (f.eks. på internett).

2. Regnskap for NFS og FFV

NFSs totale 1995 budsjett var på 225 000 kr. På inntektssiden har medlemskontingenter vært det viktigste bidraget. Reisestøtte og stipend utgjorde ca. 50 % av de totale utgifter. I 1995 var bidraget fra kollektive medlemmer 20 000 kr. Det ble bemerket at dette burde vært høyere. Både NFS og FFV gikk i budsjettmessig ballanse i 1995.

3. Budsjett for NFS og FFV

Budsjetter for 1996 (revidert) og 1997 ble presentert. For 1996 beregner NFS et underskudd på ca. 30 000 kr fordi selskapets Fys-OL fond stilles til disposisjon ved årets Fysikk-OL. Budsjettene ble godkjent.

4. Valg

i) Norsk Fysikkråd:

NFS oppnevner fire medlemmer til Norsk Fysikkråd: én fra regionale høgskoler, én fra videregående skoler, én fra universitetssmiljøet og én fra de øvrige forskningsinstitusjoner. NFSs representanter (og vara) for perioden 1995 og 1996 har vært:

Regional høgsk: Annik M. Fet (Hans Grelland)
Videreg. sk.: Einar Oterholm (Karl T. Hetland)
Universitet: Thormod Henriksen (Anne Grete Frodesen)
Forskn.inst.: Einar Hinrichsen (Bjørn Hauback)

Forslag om gjenvalg ble enstemmig vedtatt.

ii) Norsk Fysisk Selskap:

Johannes M. Hansteen presenterte valgkomiteens innstilling til NFSs styre og revisjon:

President: Thormod Henriksen (gjenvalg)
Varamedlem: Alfred Hanssen (ny)
Revisor (NFS): Finn Tønnessen (gjenvalg)
Revisor (FFV): Bjørn Slagvold (gjenvalg)
Vararevisor: Bjørn Berre (gjenvalg).

Innstillingen fikk enstemmig tilslutning.

5. Norsk Fysikkråd

Torgeir Egeland orienterte om Norsk Fysikkråd (NF^{Y}R). Organisasjonen tar sikte på å være et forum for alle universiteter og høgskoler, der felles problemer og arbeidsoppgaver kan belyses. Rådet vektlegger undervisningsadminastrative oppgaver, samt å øve innflytelse ved utnevnelse av norske kandidater til utenlandske fysikkverv. Norske representanter i NORDITA og ved CERN er bl.a. blitt utnevnt på bakgrunn av Norsk Fysikkråds uttalelser. NF^{Y}R ønsker å markere seg sterkere i fysikkundervisningen i skolen, både ved utforming av fagplaner, organisering av møter og ved samarbeid med den nystiftede fysikklærerforeningen.

Norsk Fysikklærerforening

Styret i NFSs faggruppe for undervisning, FUN, har de siste årene arbeidet for å danne en fysikklærerforening tilknyttet NFS. På årsmøtet ble følgende forslag tatt opp til votering:

1. NFS faglige gruppe for undervisning (FUN) omorganiseres og får navnet "Norsk Fysikklærerforening".
2. Foreningens statutter godkjennes.

Begge forslagene ble enstemmig vedtatt.

7. Fysikermøtet 1997

Neste års Fysikermøte vil bli avholdt i Stavanger. Henning Knutsen ved Høgskolesenteret i Stavanger, ønsket alle fysikkinteresserte velkommen.

Det ble diskutert om Fysikermøtets profil bør endres for derved å øke oppslutningen. Det ble foreslått å satse mer på populærvitenskapelige foredrag, samt å vektlegge betydningen av et årlig møte der hele Fysikk-Norge kan samles.

8. Eventuelt

Thormod Henriksen orienterte om Menneskerettighetskomiteen og dens arbeid for å støtte utenlandske fysikere. I år er det spesielt kinesiske fysikere som har vært i fokus. De siste årene har K. Gjøtterud, T. Riste og P. Hemmer sittet i komiteen. Etter Ristes tragiske bortgang, har Hallstein Høgåsen sagt seg villig til å overta dette vervet.

IBM-pris

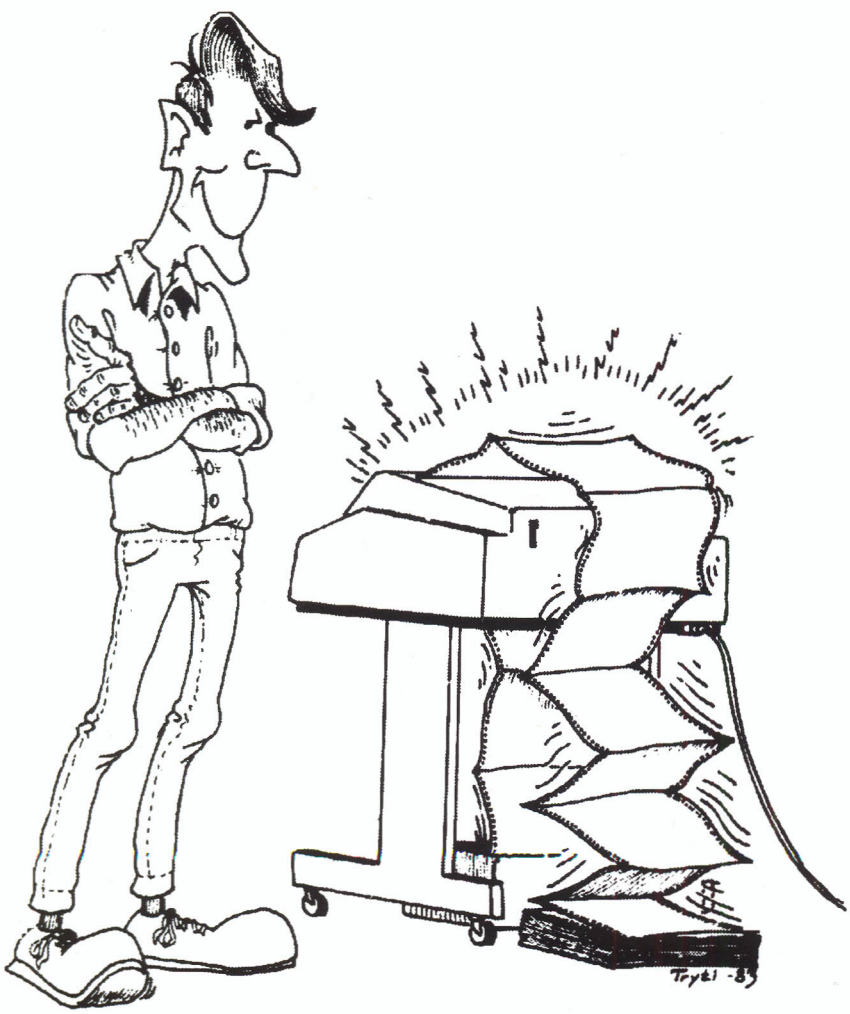
IBMs fysikkpris 1996 ble tildelt Jens Lothe, UiO, for hans fremragende forskningsinnsats innen teori for strukturfeil i krystaller, elastisitetsteori og nukleasjonsteori. Prisoverekkelsen ble avsluttet med et interessant foredrag der Lothe presenterte deler av sitt arbeide.

Tove Svendby

∞

C-BLAD

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



God høst!

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

Norsk Fysisk Selskap

STYRE

President:
Professor Thormod Henriksen,
Fysisk inst., Univ. Oslo.
E-post: thormod @fys.uio.no

Visepresident:
Professor Erlend Østgaard,
Fysisk inst., NTNU (AVH), Trondheim.

Styremedlemmer:
Stipendiat Leni Grant,
Nordlysobs., Univ. Tromsø.
Professor Anne Grete Frodesen,
Fysisk inst., Univ. Bergen.
Førsteamanuensis Anders Isnes,
ILS, Univ. Oslo.

Selskapets sekretær:
Stipendiat Tove Svendby,
Fysisk institutt, Universitetet i Oslo,
Boks 1048 Blindern, 0316 Oslo.
Tlf.: 22 85 56 41, Fax.: 22 85 56 71
E-mail: tove.svendby@fys.uio.no
Postgiro: 0802 5883889
Bankgiro: 5102.05.42806

Fra Fysikkens Verden

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

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

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

Ekspedisjonens adresse:
Fra Fysikkens Verden,
Fysisk institutt, Universitetet i Oslo,
Boks 1048 Blindern, 0316 Oslo.
Tlf.: 22 85 64 28
Fax.: 22 85 56 71 / 22 85 64 22
E-post:
oivin.holter@fys.uio.no
finn.ingebretsen@fys.uio.no
karl.maseide@fys.uio.no
Postgiro: 0807 5104724
Bankgiro: 6094.05.40227

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