Fra Fysikkens Verden

Nr. 3 – 2007
69. årgang

Utgiver:
Norsk Fysisk Selskap

Redaktører:
Øivin Holter
Finn Ingebretsen

Redaksjonssekretær:
Karl Måseide

Innhold

Leif Halbo:
Mål og vekt i Norge – II 81
Geir Arge:
Undervisning om energi 87
Fra Redaktørene 78
FFV Gratulerer 78
Hallstein Høgåsen
In Memoriam. 79
Kjell Johnsen
Anna-Sophie Andresen
Fysikk i skolen 90
Geofag – et nytt programfag
Hvorfor blir læreplaner som de er?
Kommentar 92
Tid og rom
Debatt. 93
Klima og støv
Hva skjer 94
Fysikkolympiaden 2007
Norsk elektrooptikkmøte 2008
Trim i FFV 95
Bokomtaler 96
Siegmund-Schultze og Kragh:
Scandinavian science
Singh: Big Bang
Kragh: Conseptions of Cosmos
Nye Doktorer. 102
PhD Marc Avice
PhD Thomas Moe Børseth
Dr.philos. Asta Juzeniene
PhD Mads Mikelsen
PhD Åge Andreas Falnes Olsen
PhD Eirik Ovrum
PhD Audun Pedersen
PhD Geir Pedersen
PhD Åsmund Sand
Dr.scient. Jan Ludvig Vinningland
Nytt fra NFS 107
Fysikermøtet 2007
Nye medlemmer

ISSN-0015-9247

Justervesenets bygning på Kjeller
(Se artikkel)

Fra Redaktørene

I forrige nummer av FFV nevnte vi at biobrensel i mange tilfeller ikke er en energiressurs. For noen typer brensel krever veien fra plante til nyttbart brensel en energimengde som er sammenlignbar med brenselverdien, slik at nettogevinsen i verste fall kan bli negativ.

Biobrensel er i disse tilfeller ikke en energiressurs, men en energibærer. Forskjellen mellom en energiressurs og en energibærer er selvfølgelig fundamental. Det betyr ikke at en energibærer nødvendigvis er uinteressant, men den sparer ikke energi. Elektrisitet og hydrogen er andre eksempler på viktige energibærere. Riktignok er det god gammel tradisjon i Norge å si at elektrisitet er en energiressurs, noe som med en viss velvilje kan forsvares når den er produsert ved vann-"kraft". Men elektrisitet er ikke noe vi kan "grave" fram; globalt er den i dag for det meste produsert ved forbrenning av mye olje, kull og gass, pluss litt kjernekraft og vannkraft.

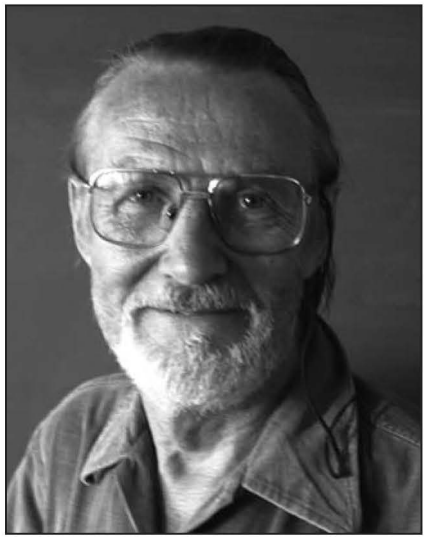
De land som karakteriseres som utviklede bruker prosentvis mest elektrisitet. Og andelen elektrisitet har økt i de fleste land. En kan faktisk bruke andelen elektrisitet som en indikator på hvor et land ligger på "utviklingsskalaen". Det er tre hovedgrunnen til det. For det første er elektrisk energi i termodynamisk forstand høyverdig, den kan (i prinsippet) omdannes 100 % til arbeid og kan derved anvendes til alle formål. For det andre er distribusjonen av den enkel og meget bekvem. Og for det tredje er den usedvanlig enkel å selge, hvilket betyr at den bidrar direkte til såvel den private som til den offentlige samfunnsøkonomien.

Den forbruker som sanker og brenner ved fra egen skog bidrar derimot ikke til samfunnsøkonomien. Det eneste man må kjøpe er en ovn. Det samme gjelder utnyttelse av mange andre fornybare energiformer. Det interessante er at disse energiformene får mye omtale, ikke minst i politiske fora. Grønne miljøfjør i hattene gir politisk gevinst. Men pengestrømmen i energisektoren går en annen vei.

∞

FFV Gratulerer

Hallstein Høgåsen 70 år



Kven skulle tru at Hallstein Høgåsen har vorte 70 år? Gangen er like stø som før, og replikken sit like spikra som den har gjort så lenge me har kjend han.

Hallstein voks opp i Vågå der far hans var lærar og klokkar. Oppveksten der ser ut til å ha forma han sterkt, og referanse til barndom og ungdom i Vågå kjem ofte fram i samtalar rundt kaffikoppen.

Hallstein gjekk på landsgymnas på Vinstra, og han kom til Oslo for å studere. Etter cand.real.-eksamen i 1960 arbeidde han ei tid i Trondheim der han tok doktorgraden i 1964. Han hadde forskingsopphald ved teoriavdelinga ved CERN, og kom til Fysisk institutt ved Universitetet i Oslo som dosent i 1969 og blei professor i 1984. Innimellom arbeidet her hadde han nye forskingsopphald ved CERN, ved Stony Brook i USA og ved Annecy i Frankrike.

I mesteparten av si forskarkarriere har Hallstein arbeidd med sterk vekselverknad mellom elementærpartiklar. Fram til 1970-talet kunne det tyde studium av Regge-polar, fenomenlogiske modellar og S-matriseteori. Seinare tydde det arbeid med ulike kvarkmodellar, som t.d. variantar av "bag modellar", der han ofte har arbeidd med nordmannen Fred Myhrer (University of South Carolina). Hallstein har lagt ned mykje arbeid i studiet av multikvarksystem, det vil seia partiklar som inneheld meir enn 3 kvarkar. Berre dei par siste åra har han skrive fleire artiklar om såkalla "pentaquarks". Medforfattar her er Paul Sorba ved CNRS-

laboratoriet i Annecy, som han har arbeidd saman med i periodar over fleire år. Hallstein fekk Norsk Data sin fysikkpris i 1980.

I førelesingane til Hallstein har den breie og djupe kunnskapen hans i fysikk vorte kombinert med den skarpe og framifrå gode formuleringsevna hans, til glede og nytte for dei mange studentane som har studert fysikk på Blindern. Hallstein har også vore ein god formidlar av fysikkens kultur. Han har skrive mange populærvitskaplege artiklar og har halde mange foredrag, mellom anna i radio. Han har også halde fram vitskapsfolk sitt etiske ansvar i skrift og tale, både som medlem av den norske Pugwash-komiteen og av NENT (Den nasjonale forskingsetiske komité for naturvitskap og teknologi).

Hallstein har vist stor omsorg for Fysisk institutt. Han har teke ansvar for styre og stell ved instituttet og har stor tillit der. Alle gongane han har kome fram med det forløysande ordet er utan tal. Det skjer ikkje med mange, men med nokre få underfundige ord. Som styremedlem og visestyrar var han ei god støtte for styraren ved instituttet.

Det faglege arbeidet til Hallstein er ein integrert del av personlegdomen hans. Varemerka hans er kunnskapsrikdom, kreativitet, originalitet og klokskap. Enno finst det folk på instituttet som hugsar han som ein svært glup, men kan hende litt blyg, student. Som døme på mot og kløkt kan me nemne at han som opphaveleg ekte lankrabbe har vorte ein pasjonert seglar. Han har t.d. segla til Svalbard, og han drog til ein konferanse i Glasgow i seglbåt!

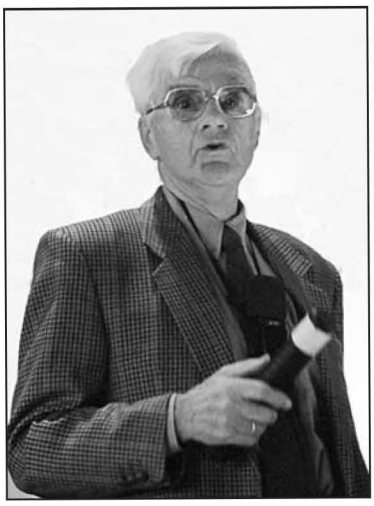
I mange diskusjonar kjem Hallstein ofte opp med den stutthogde replikken som set ting på plass, slik at det ikkje er naudsynt å seia meir. Han er svært flink til å ordleggje seg, både skriftleg og munnleg. Og ein kan ofte lure på om han kunne ha vorte folketalar eller forfattar. Han er ein kulturpersonlegdom i vid forstand, med solide og djupe røter i norsk kultur og historie. – Me gratulerer og ynskjer Hallstein alt godt for framtida!

Eivind Osnes og Jan Olav Eeg

∞

In Memoriam

Kjell Johnsen (1921–2007)



Vår kjære kollega og venn Kjell Johnsen døde 18. juli og ble gravlagt i Genève 23. juli. Med dette har verden mistet en av sine siste giganter innen akseleratorfysikk.

Kjell Johnsen var født i 1921 i Meland kommune utenfor Bergen. Han tok artium ved Fana gymnas i 1941 og studerte til sivilingeniør ved NTH i Trondheim. Allerede i sitt doktorgradsarbeid ved Christian Michelsens institutt i Bergen, studerte han de fysiske og matematiske egenskapene til ladde partiklers individuelle og kollektive bevegelser og deres akselerasjon.

Han viste tidlig sine evner som ingeniør og anvendt fysiker og ble av dr. Odd Dahl, en av CERNs opphavsmenn, valgt til å ta del i de innledende studier av akseleratorer for det fremtidige europeiske laboratoriet CERN i Genève. Han sluttet seg til CERN allerede i 1952, to år før organisasjonen ble offisielt opprettet.

I mai samme året hadde CERNs midlertidige råd bestemt at CERN skulle bygge en høyenergiakselerator etter modell av 2 GeV Cosmotronen ved Brookhaven (USA), men med energi på 10 GeV. En ekspertgruppe ble satt sammen med Hannes Alfvén (Sverige), Odd Dahl (Norge), D.W. Fry (GB), W. Gentner (Tyskland), F. Goward (GB), *Kjell Johnsen* (Norge), F. Regenstreif (Frankrike), C. Schmelzer (Tyskland) og Rolf Widerø (Sveits og Norge). I august dro Dahl, Goward og Wiederø til Brookhaven for å diskutere

med Cosmotron-ekspertene, men ble i stedet presentert for en revolusjonerende og ny akseleratorteknologi som tidligere aldri var blitt utprøvd. Ved å benytte alternerende og meget sterke magnetfeltgradienter kunne man oppnå en mye bedre fokusering av partikkelstrålen, og derved mye høyere partikkelenergier for samme magnetmasse. Eventyreren Odd Dahl lot seg ikke be to ganger, og etter intense diskusjoner med oppfinnerne Ernest Courant, Stanley Livingston og Hartland Snyder, bestemte han seg for at dette skulle bli CERNs nye akselerator. Om dette lyktes, ville CERN få verdens sterkeste og mest avanserte akselerator som ville gi det nye laboratoriet et forsprang i startfasen i forhold til de andre store akseleratorlaboratoriene.

Selv om de praktiske og teoretiske problemene var store, klarte Odd Dahl å overtale CERNs råd som i oktober 1952 besluttet å bygge en slik akselerator, en Proton Synkrotron (PS) på ca. 30 GeV.

Et av hovedprobleme var at de meget sterke magnetfeltgradientene, krevde at både magnetkonstrukjonen og plasseringen av magnetene måtte utføres med en presisjon som overgikk alt man tidligere hadde forsøkt. Det var under arbeidet med den nye akseleratoren at Kjell Johnsen utviklet seg til å bli en av verdens fremste eksperter, og hans bidrag var av vesentlig betydning når CERNs PS kom i gang mot slutten av 1959. Det var først 9 mnd senere at Brookhaven fikk ferdig sin nye maskin basert på det samme konseptet. PS er fremdeles CERNs arbeidshest nr. 1 og fungerer nå som injektor i kjeden av større akseleratorer, og PS- teknologien er nå brukt i alle større akseleratorer.

I 1966 bestemte CERN å bygge en dobbel protonring, kalt ISR, der protonene sirkulerer i motsatte retninger og blir brakt til å kollidere front mot front. En slik maskin ville gi muligheter til å nå opp i mye høyere kollisjonsenergier enn det som kunne oppnås i andre akseleratorer. Men problemene var formidable og ble av mange karakterisert som uløselige. Kjell Johnsen påtok seg lederansvaret for prosjektet som ble fullført med suksess i 1971. Dette var lenge den eneste akseleratoren av sitt slag i verden, men den ble senere etterfulgt av andre både på CERN og ved andre labo ratorier. Med denne suksessen var det klart at Europa og CERN var i ferd med å vinne tilbake hegemoniet i akseleratorbasert fysikk; ikke bare kunne man nå ved CERN drive forskning ved høyere kollisjonsenergier enn noe annet sted, men teknologiutviklingen i forbindelse med ISR dannet grunnlaget for senere akseleratorer både ved CERN og andre laboratorier. Det var dette som gjorde det mulig for CERN 10 år senere å bygge sin første maskin med kolliderende stråler av protoner og antiprotoner, og som førte til oppdagelser belønnet med Nobels fysikkpris i 1984 til Carlo Rubbia og Simon van der Meer.

Forsknings- og utviklingsarbeidet i forbindelse med PS og ISR er grunnllaget for at CERN nå er i ferd med å avslutte bygging og installering av en ny protonakselerator med kolliderende stråler der partiklene har energier på 7 TeV, 230 ganger høyere enn ISR, og som gjør dette til den ledende akseleratoren i verden for mange år fremover.

I 1990 ble Kjell Johnsen belønnet med Robert R. Wilson- prisen for akseleratorfysikk. Det er interessant å konstatere at Norge, som aldri har hatt en egen tradisjon for akseleratorbygging, har fostret tre av verdens fremste pionerer på dette feltet gjennom alle tider. Rolf Widerøe er av mange karakterisert som opphavsmannen til de fleste typer akseleratorer. Odd Dahl, som ble gitt tilnavnet eventyrer og trollmann, hjalp Johan Holtsmark med å bygge nordens første akselerator, en Van de Graaf-generator ved NTH (1933–1937), og var den som presset igjennom hvilken akselerator CERN skulle bygge, og Kjell Johnsen som var hovedansvarlig for at planene med PS og ISR i det hele tatt lot seg realisere.

Kjell Johnsen ble kalt til professor ved NTH og var også professor 2 ved Universitetet i Bergen. På CERN tok han initiativet til opprettelsen av den europeiske skolen i akseleratorfysikk der ingeniører og fysikere lærer avansert akseleratorteknologi som anvendes i så vel forskningslaboratorier som i industri og medisin. Han deltok også i et stort antall internasjonale komiteer, der hans faglige innsikt og internasjonale visjoner kom til nytte.

Det er lett å tenke i superlativer når man minnes Kjell Johnsen. Han var en person preget av dyktighet, intellektuell ærlighet, visjoner, stahet og varme. Han var den ideelle leder, og en person man kunne komme til både for en hyggelig prat og for en faglig diskusjon. Han har uten tvil vært en av de personene på CERN som har bidratt mest til laboratoriets suksess, og som har ført til at CERN nå omtales som det største grunnforskningslaboratoriet i verden og det beste eksemplet på europeisk og internasjonalt samarbeid.

Egil Lillestøl

∞

Anna-Sophie Andresen (1921–2007)

Det var med sorg og vemod at venner og kolleger ved Fysisk institutt, Universitetet i Oslo, fikk vite at vår kjære og kunnskapsrike førstesekretær Anna-Sophie Andresen var gått bort i en alder av 86 år. Helt til det siste snakket vi ofte med henne på telefonen, og for et år siden var hun med i et større arrangement ved Det Norske Videnskabs-Akademi.

Fru Andresen tok eksamen artium i 1941, og samme år tok hun forberedende prøver i fonetikk og sprogvidenskap. Året etter tok hun tysk og engelsk stenografi samt flere kurs i maskinskrivning.

Hun ble ansatt som sekretær hos professor Lars Vegard i 1945, som da var bestyrer ved Fysisk institutt avd. B, ved UiO. Denne stillingen hadde hun til 1952, da professor Vegard gikk av med pensjon. I perioden 1952 til 1957 var hun sekretær hos professor Aadne Ore.

Deretter ble fru Andresen ansatt ved Oslo-avdelingen av Det norske institutt for kosmisk fysikk som ble en del av Fysisk institutt ved UiO fra 1977. Anna-Sophie forsatte da som konsulent og senere administrasjonssekretær for forskningsgruppen i plasma- og romfysikk samt for gruppen for biofysikk. I tillegg var Anna-Sophie "primus motor" for mer enn 10 store internasjonale symposier og kongresser som gruppene eller instituttet arrangerte. I 1989 fikk Anna-Sophie Andresen Kongens fortjenstmedalje for sin 50-årige innsats ved UiO. Hun fortsatte som konsulent ved UiO til hun fylte 72 år.

Fru Andresen var en usedvanlig dyktig sekretær og administrator. Det var system og effektivitet i alt hun gjorde. I tillegg var hun det sosiale midtpunkt i gruppene og var til svært stor hjelp for alle, kanskje spesielt for hovedfagsstudentene.

Det er mange som føler stor takknemlighet mot Anna-Sophie Andresen for den lange tiden hun var blant oss. Hun var et varmt medmenneske som beriket oss gjennom en menneskealder. Kolleger og venner ved UiO står tilbake i sorg og vemod.

Alv Egeland

∞

Mål og vekt i Norge – II
Nøyaktig måling, forskning og samarbeid

Leif Halbo *

I vår første artikkel om mål og vekt i Norge, FFV 2/07, fulgte vi mål og vekt fra Moseloven til SI-systemet. I denne artikkelen ser vi på dagens supernøyaktige målinger, hvordan de utnyttes til å skape tillit i handel, forskning og industrisamarbeid. Justervesenet som fyller 175 år i år, er en hjørnesten i norsk måleteknikk.

Norges måletekniske senter

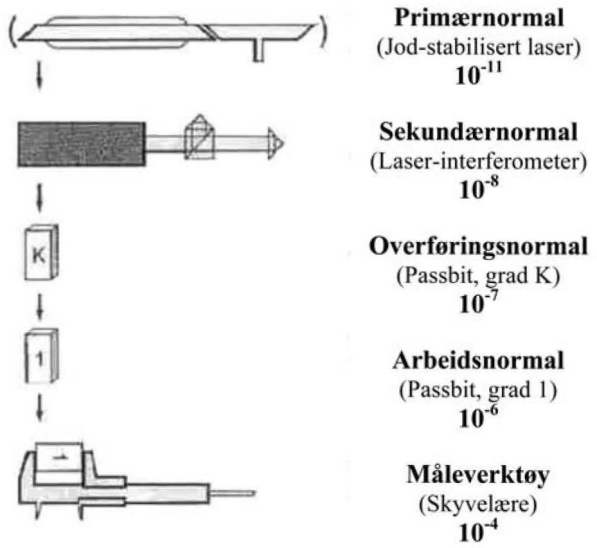
I 1997 ble det nye, nasjonale laboratoriebygget til Justervesenet innviet på Kjeller utenfor Oslo, se

*Justervesenet og Universitetsstudiene på Kjeller/UiO

forsidebildet. Det har mer enn 30 enkeltlaboratorier, spesielt konstruert for ulike typer målinger, med presis temperatur- og fuktighetskontroll. Noen av laboratoriene er elektromagnetisk skjermet med tykke metallplater, og noen har vibrasjonsdemping og laminærstrømnings støvfilterering for veiing. Tankbiler kan kjøre inn for kontroll i den største hallen, oljeindustriens store strømningsmålere kan kalibreres under ulike forhold i et stort gjennomstrømningslaboratorium.

Hvorfor trenger vi nøyaktige målinger?

Fysikere vet at verifisering av en ny vitenskapelig teori ofte presser målemetoder og måleutstyr til det ytterste. Hadde det ikke vært slik, ville bevisene sannsynligvis kommet før. Men for "folk flest" kan det være vanskelig å skjønne vitsen med å måle tidsintervall med usikkerhet så liten som 10^{-11} s, og elektrisk spenning med relativ usikkerhet 10^{-10}. Grunnen til at også vanlige folk har nytte av nøyaktigheten i målinger utført ved landets nasjonale laboratorium i Justervesenet, er at det i praksis er mange ledd i sporbarhetskjeden fra nasjonal lengdenormal til bruksinstrument, som illustrert i figur 1. Gjennom denne kjeden øker relativ måleusikkerhet fra 10^{-11} til 10^{-4}. Tilsvarende øker usikkerheten ved veiing fra ca. 10^{-8} kg i Justervesenet masselaboratorium til 10^{-3} kg i butikken på hjørnet. På enkelte områder trengs meget høy nøyaktighet også i forbrukeranvendelser, slik som ved GPS-navigasjonsutstyr, som måler tiden for signaler fra satelitter med usikkerhet omkring 10^{-9} s.



Figur 1. Sporbarhetskjede: Et skyvelære kalibreres mot en passbit på et målelaboratorium, og passbiten bør være en størrelsesorden mer nøyaktig enn kravet til bruksinstrumentet. Passbiten kalibreres mot laboratoriets referansepassbit, som er av høyere nøyaktighetsklasse. Referansepassbiten kalibreres mot Justervesenets laser-sekundærnormal, som igjen er kalibrert mot den nasjonale primærnormalen.

Grunnenhetene i SI-systemet

Størrelse	Enhet	Definisjon	Usikkerhet i realisering
Masse	kg	Massen av en internasjonal prototyp	$\approx 10^{-8}$ kg
Lengde	m	Strekning lyset tilbakelegger i vakuum på 1/299 792 458 s	$\approx 10^{-10}$ m
Tid	s	9 192 631 770 perioder av svinglningene som svarer til overgangen mellom hyperfinnivåene i grunntilstanden i ^{133}Cs-atomet	$\approx 10^{-11}$ s (intervall) $\approx 10^{-7}$ s (absolutt)
Temperatur (termodyn.)	K	1/273,16 av den termodynamiske temperaturen for trippelpunktet for vann	$\approx$ 1–5 mK
El. strøm	A	Strøm som gir en gjensidig kraft på 0,2 mikronewton pr. meter når strømmen går gjennom to rettlinjede, parallelle, uendelig lange ledere med neglisjerbart lite tverrsnitt, plassert i en meters avstand i tomt rom	$\approx 10^{-9}$ (relativ)
Lysstyrke	cd	Lysstyrken i en gitt retning fra en kilde som stråler monokromatisk med frekvens $540 \cdot 10^{12}$ Hz, med strålingsintensitet 1/683 W/sr	$\approx 10^{-5}$ (relativ)
Stoffmengde	mol	Stoffmengden av et system som inneholder så mange elementære enheter som det er atomer i 0,012 kg av karbonisotopen ^{12}C	$\approx 10^{-5}$ til 10^{-2} (relativ)

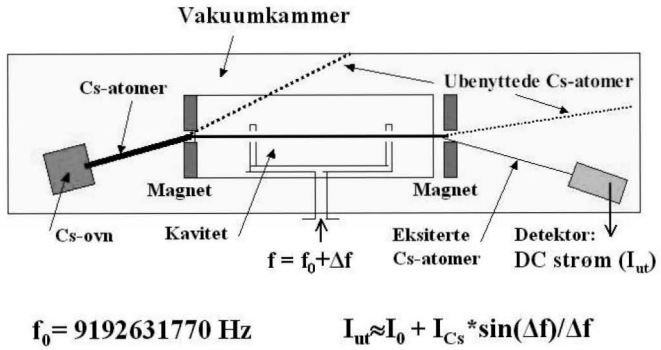
SI-enhetene: Fjerne definisjoner, avansert realisering

Dagens definisjoner av SI-grunnenehetene (ikke eksakt gjengitt) er vist i tabellen, sammen med usikkerhetene ved realiseringen.(1) Usikkerhetene er bare ment som indikasjon og størrelsesorden.

Vi skal se på hvordan enkelte enheter realiseres og brukes ved kalibrering av instrumenter i vårt nasjonale laboratorium. De samme metodene benyttes også i mange andre nasjonale laboratorier.

Tidsintervall og absolutt tid: Atomuret

Tidsmåling er basert på atomære prosesser i ^{133}Cs-isotopen, nemlig energiovergangen mellom hyperfinnivåene i grunntilstanden, som er svært stabile og upåvirkelige av omgivelsene. Figur 2 viser en prinsippskisse for hvordan et cesium-atomur fungerer.



Figur 2. Prinsippskisse for atomur. Når mikrobølgefrekvensen svarer nøyaktig til energiforskjellen mellom de to elektronspinnretningene i hyperfintilstanden for Cs-atomet, blir strømmen fra detektoren maksimal. Ved tilbakekopling av strømmen stabiliseres frekvensen på denne verdien. For detaljer, se teksten.

Et oppvarmet reservoar sender ut en damp av Cs-atomer. Atomer i grunntilstanden har i utgangspunktet tilfeldig elektronspinn (opp eller ned), men når de går gjennom et inhomogent magnetfelt vil atomer med spinn opp og atomer med spinn ned bli bøyet av ulikt. Dermed kan man selektere atomer som er i den laveste energitilstanden. Denne strålen går gjennom et område med et mikrobølgefelt med frekvens ca. 9,2 GHz, styrt av en kvartsoscillator. Dette er nær frekvensen 9 192 631 770 Hz, som svarer til energiforskjellen mellom hyperfintilstandene med spinn ned og spinn opp, og mange av atomene i strålen eksiteres før de kommer til den neste avbøyingsmagneten der eksiterte atomer avbøyes slik at de registreres i en detektor. Detektoren genererer en strøm, og ved tilbakekopling av strømmen til oscillatoren blir mikrobølgefrekvensen låst til den frekvensen som svarer til energiovergangen i Cs. I Nasjonalt laboratorium i Justervesenet realiseres tid ved fire cesium-atomur. Relativ usikkerhet for måling av et tidsintervall på omtrent ett sekund er ca. 10^{-11}. Foruten som klokke tjener atomuret også som en like nøyaktig frekvensgenerator.

Realisering av absolutt tid er mer komplisert. Tidligere ble *Greenwich Mean Time* (GMT) definert som absolutt tid og målt ved astronomiske observasjoner slik at klokken var nøyaktig 12.00.00 når solen sto i sør i Greenwich i London. Dette er nå ikke nøyaktig nok, fordi jorden ikke roterer helt jevnt. Absolutt tid defineres nå som et gjennomsnitt av ca. 260 atomur verden over. Disse sammenliknes ved bruk av GPS (Global Positioning System) via satelitter og gir oss *International Atomic Time* (TAI). Den antas å ikke avvike fra en ideell, imaginær, perfekt klokke med mer enn 10^{-7} s pr. år. Det er praktisk å ha en tid som i gjennomsnitt følger jordrotasjonen, derfor legges ett sekund til TAI fra tid til annen, og vi får "verdens legale tid", *Universal coordinated time* (UTC). Meterkonvensjonens måletekniske institutt, *Bureau International des Poids et Mesures* (BIPM) i Paris, forvalter og distribuerer UTC (se *www.bipm.org*, under "The time"). Justervesenet deltar i det internasjonale systemet, leverer sine tidsverdier hvert femte døgn til BIPM, og får tilbakemelding om hvor stort avviket fra middelverdien er.

Laser + Einstein gir lengde

Sammenhengen mellom lysfarten (c), bølgelengde (λ) og frekvens (ν) for elektromagnetiske bølger i vakuum er:

$$\lambda = c/\nu.$$

Ifølge relativitetsteorien er lysfarten i vakuum konstant: $c = 299\,792\,458$ m/s. Om vi kjenner lysfrekvensen, ν, er derfor bølgelengden gitt.

Sekundet, og dermed enheten for frekvens, Hz, er kjent med stor nøyaktighet, som nevnt. Da er bølgelengden for lyset kjent med like stor nøyaktighet som frekvensen. Meterdefinisjonen baserer seg altså bare på at lysfarten er konstant og at vi må kjenne frekvensen til lyset. Definisjonen inneholder ingen valg av spesielle lyskilder.

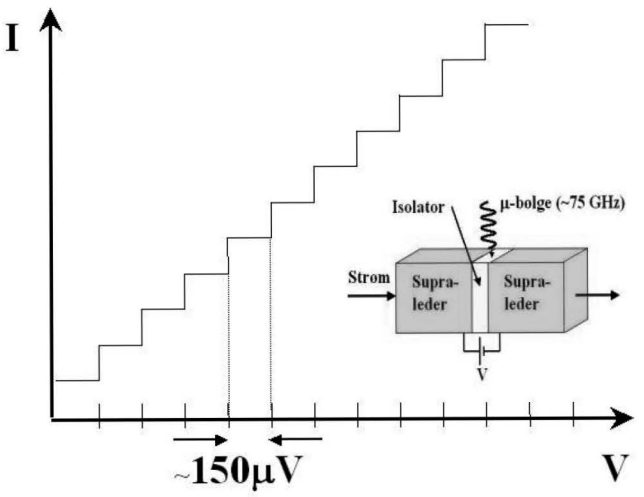
Den mest vanlige måten å realisere meteren på etter dette prinsippet, som også brukes i Norge, er å benytte en HeNe-laser. Den er stabilisert på en absorpsjonslinje i $^{127}I_2$-gass som svarer til bølgelengden 633 nm, eller frekvensen $4,74 \cdot 10^{14}$ Hz. Nøyaktigheten man kan få er avhengig av hvor skarp absorpsjonslinjen er. Den minste linjebredden man oppnår er ca. 10 kHz, som svarer til en relativ usikkerhet $< 3 \cdot 10^{-11}$. Denne primærnormalen benyttes til kalibrering av andre lasere. En sekundærlaser brukes til praktisk måling av lengde og kalibrering av lengdemålingsinstrumenter ved interferometri, jf. figur 1.

Elektrisk strøm realiseres ved spenning og motstand

Ampere-definisjonen er ikke enkel å bruke i praksis. Nå benyttes i stedet realisering av likespenning ved hjelp av Josephson-effekten og realisering av motstand ved kvantisert Hall-effekt. Deretter bestemmes strømstyrke ut fra Ohms lov.

Josephson-effekten ble belønnet med nobelprisen i fysikk i 1973. Effekten opptrer i overgangen mellom to supraledere av f.eks. niobium, Nb, som er svakt koplet gjennom en tynn isolator, f.eks. NbO, se figur 3. Nb er supraledende ved kokepunktet for flytende ^{4}He, 4,2 K. Dersom vi plasserer en Josephson-kontakt ved denne temperaturen i et mikrobølgefelt og sender en DC-strøm gjennom overgangen, vil DC-spenningen over overgangen bli bestemt av frekvensen til mikrobølgefeltet, f, Plancks konstant, h, elektronladningen, e, og et helt tall, n:

$$V = n\frac{h}{2e}f.$$



Figur 3. Prinsipp for Josephson-spenningsnormal. Spenningen over et tynt isolerende skikt mellom to supraledere øker i trinn når komponenten utsettes for et mikrobølgefelt og strømmen økes. Størrelsen på trinnene avhenger bare av naturkonstanter og mikrobølgefrekvensen. Detaljer er beskrevet i teksten.

Josephsonkonstanten $\frac{2e}{h}$ har verdien 483 597,898 GHz/V. Strømmen inngår ikke direkte i formelen, men ved å variere strømmen bestemmes n.

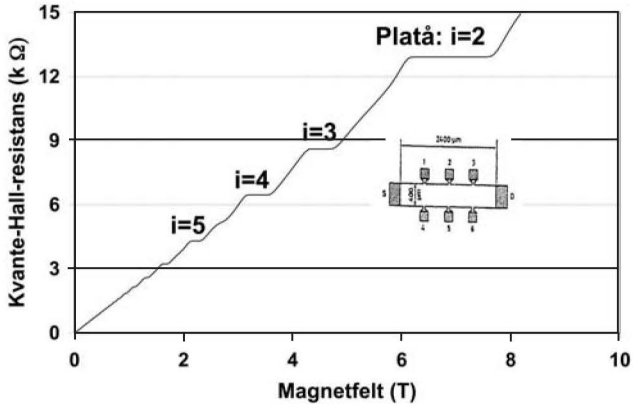
Strøm–spenningskarakteristikken er en trappetrinnsfunksjon bestemt av f, h, e og n. Frekvensen vi benytter på mikrobølgefeltet i det nasjonale laboratoriet er ca. 75 GHz. Det gir spenningstrinn på ca. 0,15 mV. For å få en passe stor spenning ut er 20 000 seriekoplede overganger integrert på en liten brikke. Josephson-effekten er meget godt reproduserbar, men når spenningssignalet skal tas ut ved romtemperatur, mister vi noe av nøyaktigheten på grunn av støy, lekkasjestrøm og termoelektriske effekter. Vi oppnår en relativ usikkerhet på ca. 10^{-10} ved romtemperatur.

Hall-effekten viser seg når en sender strøm gjennom en leder eller halvleder plassert i et magnetfelt. Når magnetfeltet står normalt på strømretningen, oppstår det en spenning normalt på både strøm og magnetfelt. *Kvantisert* Hall-effekt ble oppdaget av Klaus von Klitzing, og ble belønnet med nobelprisen i 1985. Den opptrer i 2-dimensjonale elektrongasser ved lave temperaturer i sterke magnetfelt. En 2-dimensjonal elektrongass får man for eksempel i en halvlederstruktur med tynne lag av GaAs og AlGaAs. Hall-resistansen, R_H, som er lik Hall-spenningen delt på strømmen, er bare bestemt av Plancks konstant, h, elektronladningen, e, og et heltall, i:

$$R_H = \frac{1}{i}\frac{h}{e^2}$$

der von-Klitzing-konstanten $\frac{h}{e^2} = 25\,812{,}807\,572\ \Omega$.

Justervesenets kvante-Hall-oppsett befinner seg i en supraledende magnet som gir opp til 16 T. Hallelementet befinner seg i en ^{3}He-kryostat ved 0,3 K. Figur 4 viser Hall-resistansen som funksjon av magnetfeltet. På hvert av de flate områdene har Hallresistansen en konstant verdi. Effekten er verifisert å være reproduserbar til bedre enn 10^{-10}, og kalibrering av motstander ved romtemperatur mot en kvante-Hall-normal kan gjøres med en relativ usikkerhet på ca. 10^{-9}.



Figur 4. Kvantisert Hall-effekt: Kurven viser Hall-resistansen, R_H, som funksjon av magnetfeltet B, målt i Justervesenet. Innfelt: Fasongen på Hall-elementet, som er ca. 2,5 mm langt. Strømmen går fra S til D, og Hall-spenningen måles f.eks. mellom kontaktene 1 og 4. Hall-resistansen er gitt ved $R_H = V_{1-4}/I$.

Temperatur: Faste punkter og stabile faseoverganger

Termodynamisk temperatur kan realiseres ved et gasstermometer, som baserer seg på tilnærming til en ideell gass beskrevet ved Boyle-Mariottes lov:

$$p\nu = nRT$$

der p er trykk, ν er volum, n er antall mol gass, R er gasskonstanten og T er absolutt temperatur. Vi kan finne temperaturen fra likningen, dersom de andre parametrene er kjent.

Gasstermometri er komplisert, og det er vanskelig å oppnå stor nøyaktighet. I praktisk realisering av temperaturskalen benyttes såkalte *fikspunkter*, som er temperaturer definert ut fra faseomvandlinger i rene stoff: smeltepunkt, kokepunkt og trippelpunkt. Utgangspunktet er det absolutte nullpunktet og trippelpunktet for vann, som er definert å være 273,16 K. Trippelpunktet for vann kan reproduseres med en usikkerhet på omtrent 0,02 mK. Andre fikspunkter er også svært godt reproduserbare. I dag er temperaturskalaen (ITS-90) definert ved en rekke fikspunkter fra 3 til 1357 K. Vårt nasjonale laboratorium har fikspunktceller for bl.a. Ar, Hg, H_2O, Ga, In, Sn, Zn, Al, Ag og Cu med fikspunkt mellom 83 og 1357 K. Usikkerhet ved kalibrering ved fikspunkttemperaturene er mellom 0,5 mK (H_2O) og 10 mK (Al) i laboratoriet.

For å få en kontinuerlig skala brukes et platina resistanstermometer som interpolasjonsinstrument. Pt-elementet har temperaturavhengig elektrisk motstand som er meget godt reproduserbar. Motstanden måles i fikspunktene, og ved kurvetilpasning og interpolering kan vi regne ut motstand og temperatur i et kontinuerlig intervall.

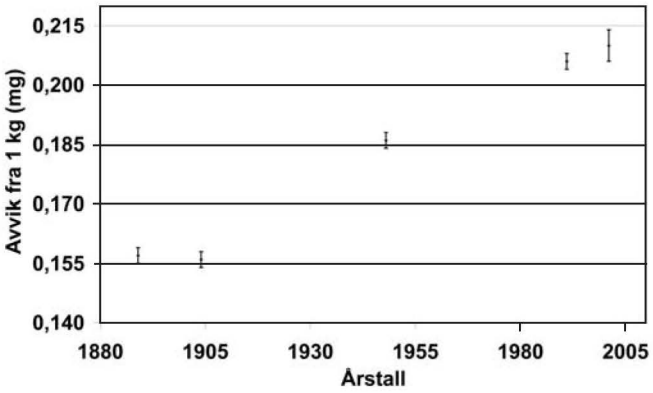
For høye temperaturer brukes strålingstermometri basert på Stefan-Boltzmanns lov

$$M = \varepsilon\sigma T^4$$

der M er utstrålt energi pr. flateenhet, ε er emissiviteten og σ er Stefan-Boltzmanns konstant. Temperaturen beregnes ut fra målt utstrålt energi.

Kilogramprototypen er ustabil

Masseenheten er den samme fysiske gjenstanden i dag som i 1889. Den ligger i BIPM i Paris. Den norske og andre lands nasjonale kilogramnormaler sendes dit for sammenlikning fra tid til annen.[2,3] Figur 5 viser resultatet for den norske normalen.



Figur 5. Kalibreringshistorikk for den norske kilogramnormalen mot den internasjonale prototypen. Avviket har endret seg fra ca. 155 til 210 μg siden 1889. De vertikale strekene er måleusikkerhetene. (Ved renseprosessen som utføres når den norske og de andre nasjonale normalene kalibreres, minsker massen med ca. 50 μg!)

Vi ser at avviket varierer med tiden. Det samme er tilfellet for alle de andre landenes normaler. Noen har tilsynelatende økt i masse, mens andre har avtatt, mellom 0 og ± 40 μg over ca. 100 år. Det betyr at BIPMs lodd, verdens offisielle masseenhet, heller ikke er konstant, og dette er meget lite tilfredsstillende når man vil ha et stabilt system. Ettersom kravet til nøyaktighet blir stadig strengere, øker behovet for en ny definisjon av kilogrammet.

Andre enheter

På grunn av begrenset plass vil vi ikke gå inn på realisering av grunnenhetene candela og mol, og heller ikke de mange viktige enhetene som er avledet fra grunnenhetene, slike som kraft, trykk, volum, gjennomstrømning, fuktighet, radioaktivitet etc. Mol er spesielt viktig, da konsentrasjonene i titusenvis av kjemske substanser måles i mol. Men pålitelig sporbarhet til mol er et omfattende og vanskelig tema.

Usikkerhetsberegning nødvendig og vanskelig

Det er tids- og arbeidskrevende å utføre kalibrering mot de nasjonale normalene. Bruken sliter også på normalene. Derfor brukes de sjelden, og bare for kalibrering av bruksnormaler som gir mindre, men tilstrekkelig nøyaktighet for praktiske formål. Som nevnt tidligere, er det ofte flere normaler i sporbarhetskjeden fra bruksinstrument til nasjonal normal. Det er nødvendig å kjenne måleusikkerheten ved en kalibrering, derfor er usikkerhetsberegning etter internasjonalt anerkjente prinsipper en viktig del av måleteknikk. Men prinsippene er ikke alltid lette å benytte, særlig ved mikrobiologiske og en del typer kjemiske målinger.[4,5]

Utviklingen av SI-systemet fortsetter

Ny definisjon av masseenheten til erstatning for loddet i Paris står høyt på prioritetslisten for forbedringer av SI-systemet. I dag blir det arbeidet i flere retninger for å finne en annen definisjon. Ett alternativ er et eksperiment der man lager en mest mulig perfekt enkrystallinsk kule av silisium, og måler størrelsen på kulen og gitterkonstanten i Si-gitteret. Dermed kan man regne ut hvor mange Si-atomer det er i krystallen. Kilogrammet blir da knyttet til naturkonstanten Avogadros tall. Et annet alternativ er å sammenlikne mekanisk effekt generert av en masse i bevegelse i tyngdefeltet med effekt generert av en elektrisk strøm i en spole i et magnetfelt, en såkalt watt-vekt. Med det eksperimentet kan man relatere kilogrammet til Plancks konstant og størrelser som kan måles med svært stor nøyaktighet. Usikkerheten i eksperimentene er nå kommet ned mot $1 \cdot 10^{-8}$, den samme størrelsesorden som man regner med at kilogramprototypen endrer seg over noen tiår. Vi kan forvente at ett av disse alternativene vil gi ny definisjon av masse i det neste tiåret.[6]

Nobelprisen i fysikk 2005 til Hall og Hänsch var for optiske frekvenskamteknikker. Metodene kan gjøre det mulig å generere frekvenser og framstille klokker med en nøyaktighet på $1/10^{18}$. Både sekundet og meteren vil kunne defineres og måles flere størrelsesordener nøyaktigere enn i dag når disse teknikkene blir mer "modne".

Det er ikke bare definsjonen av masseenheten som diskuteres, men nye definisjoner av *ampere* som strømmen av et antall elementærladninger pr. sekund, *kelvin* knyttet til Bolzmanns konstant, og *mol* definert ut fra Avogadros tall.[6] Dette kan muligens vedtas i Meterkonvensjonen i 2011.

Justervesenets oppgaver

Blant "folk flest" er Justervesenet mest kjent for å utføre lovpålagt kontroll av alle målere i bruk ved kjøp og salg, først og fremst vekter og bensinmålere. Vi har også ansvar for å forberede, og i mange tilfeller vedta, nytt regelverk. Men dette er bare en del av arbeidsoppgavene. Måleinstrumenter i laboratorier og næringsliv kalibreres med sporbarhet til de nasjonale normalene. Vi har forsknings- og utviklingssamarbeid med industribedrifter og offentlige myndigheter. Noen eksempler er: Nøyaktig størrelsesmåling av monodisperse "ugelstadkuler" av mikrometerstørrelse, vurdering av neste generasjons fartsmålerutstyr for politiet, usikkerhetsberegning ved måling av CO_2-utslipp fra industri og oljeraffinerier.

Justervesenet deltar i et omfattende internasjonalt samarbeid som både er interessant og lære rikt.[7] EU støtter forsknings- og utviklingsarbeid. Interessante forskningsprosjekter i Justervesenet inkluderer bl.a. instrumentkalibrering over Internett,[8] utvikling av supernøyaktige fotodetektorer til lav pris[9] og utvikling av verdens mest nøyaktige måleutstyr for vekselspenning.[10] Det foregår mye spennende forskningsarbeid i Justervesenet, og vi vil gjerne øke aktiviteten ved samarbeid med andre miljøer og ved flere PhD- og mastergradsprosjekter. Mye unikt utstyr er tilgjengelig, bl.a. en superledende magnet som gir felt opp til 16 T og en ^{3}He-kryostat som gir temperatur ned til 0,3 K. Vi vil også gjerne styrke vår synlighet i undervisningssystemet og tar imot skoleklasser og studentgrupper til omvisning.

Justervesenet har røtter fra 800 år tilbake. Vi feirer 175-årsjubileum i år. Men det topp moderne laboratoriebygget vårt er bare 10 år gammelt. Selv om vi ikke venter at nobelprisen i fysikk går til Justervesenet med det første, varer det ikke lenge før nobelprisfysikk tas i bruk i avansert måleteknikk hos oss.

Referanser

1. Internett: *www.bipm.org/SI*
2. Thor Myklebust: *Kontroll av den norske 1 kg riksprototypen.* Fra Fysikkens Verden, **56**, Nr. 1, 11–14 (1994)
3. Thor Myklebust: *Realisering av masseskalaen fra 0,1 mg til 500 kg fra den norske 1 kg riksprototypen.* Fra Fysikkens Verden, **59**, Nr. 2, 41–43 (1997)
4. ISO: *Guide to the uncertainty of measurement.* (1993)
5. Leif Halbo: *Kvalitetsstyring og måleteknikk – i laboratorium, produksjon og tjenestevirksomhet.* Gyldendal Akademisk (2006)
6. Ian M. Mills et al.: *Redefinition of the kilogram, ampere, kelvin and mole: a proposed approach.* Metrologia **43**, 227–246 (2006)
7. Internett: *www.justervesenet.no*
8. Åsmund Sand, Harald Slinde og Tor A. Fjeldly: *A Secure Approach to Distibuted Internet-Enabled Metrology.* IEEE Trans. Instrum. & Meas. (akseptert) (2007)
9. Jarle Gran, Kristian Ellingsberg and Aasmund Sudbø: *Establishing a high-accuracy spectral response scale in the near infrared with digital filters.* Applied Optics, **44**, No 13, 2482–2489 (2005)
10. Kåre Lind, Tore Sørsdal og Harald Slinde: *High performance AC-DC current shunts from inexpensive components.* CPEM 2006 Conf. Digest (ISBN 88-7992-228-9), p. 240–241 (2006)

∞

Problem i undervisningen om energi

Geir Arge *

Vi har et formidlingsproblem når vi underviser om energi i skolen. Dette illustreres tydelig i artikkelen til Jan Pålsgård og Christian Callin i FFV nr. 2, 2007. De påviser der at begrepet arbeid defineres ulikt i forskjellige lærebøker og viser til to ulike definisjoner som kalles 'angrepspunktmodellen' og 'tyngdepunktmodellen'. Det at lærebøkene har ulike definisjoner av begrepet arbeid kan også skape problemer for forståelsen av energibegrepet. Det har foregått en omfattende debatt om dette problemet i England. Vi vil se nærmere på denne debatten og kommentere artikkelen til Pålsgård og Callin.

*Pensjonert lektor, *garge@chello.no*

Debatt om energibegrepet

Robin Millar, Professor of Science Education ved universitetet i York, har skrevet et kapittel om energi i *Teaching Secondary Physics,*[1] en håndbok for lærere. Han skriver at det har vært mer debatt og diskusjon i tidsskrifter som *School Science Review* og *Physics Education* om det å undervise om energi enn om noe annet fysikkemne.

Millar skriver at det har vært argumentert med at betegnelsene vi bruker på energiens ulike former kan forlede elever til å tro at de forskjellige energiformene har forskjellig innhold. I debatten har det vært argumentert for at man helt burde unngå å snakke om at energi blir *omformet* og i stedet bare snakke om at enegi blir *overført.* Som et resultat av denne debatten, har arbeidet med den offentlige læreplanen for England og Wales ført til en endring i forhold til tidligere læreplaner. I den endelige pla-

nen fra 1995 heter det: *Elever skal lære at energi kan bli overført og lagret.*[2]

Stylianidou og Ogborn[2] sier om hensikten med denne formuleringen i den nye læreplanen at energien ikke skal assosieres med sine kilder, men med hvilke måter den overføres på: arbeid, varme, elektrisitet osv. De sier videre at endringen begrunnes med at uttrykket *energioverføring* gir elevene en strengere (more rigorous) forståelse av energi, en forståelse som kan bli videreført til å inkludere ideene i termodynamikken ved undervisning på et senere stadium.

Millar mener imidlertid at hvis man vil unnlate å snakke om energiens former, kommer man i vanskeligheter når man for eksempel skal beskrive situasjoner som når en kule triller nedover et skråplan. "Det føles virkelig svært unaturlig å si at kulas opprinnelige potensielle energi er *overført* (transferred) til kinetisk energi. ... ordet overført synes å indikere at energien er et annet sted mens den fremdeles er lagret i det samme objektet, men i en annen form."[1]

Hvor er den potensielle energien?

Millar skriver at egentlig er ikke den potensielle energien lagret i objektet som er løftet opp, og han forsetter: "Noen elever blir forvirret om hvor energien er lagret når et objekt er løftet opp. Vi sier ofte at energien er lagret i objektet. ...energien er egentlig lagret i *systemet* som består av både jordkloden og det objektet som er løftet opp. Vi kan si at den er lagret i *objektet i feltet.*"[1]

I mer avansert fysikkteori sier man at *den potensielle energien er lagret i feltet.* Dette brukes også i det engelske læreverket *Advancing Physics*, som er for elever i aldersgruppen 16 til 19 år (utgitt av Institute of Physics i 2000). Her heter det om en ball som faller under påvirkning av tyngden: "Mens den faller, kommer den potensielle energien fra tyngdefeltet og brukes til å øke ballens kinetiske energi."[3]

Denne måten å se det på gjør det mulig å unngå å bruke energiens former og bare snakke om overføring også når det gjelder energi i tyngdefeltet. Da er det overføring fra ett energilager, tyngdefeltet, til et annet lager, kula. Det kan selvfølgelig diskuteres om tyngdefeltet som energilager blir for abstrakt for elever. Undertegnedes oppfatning er at feltbegrepet i seg selv er abstrakt, men at hvis det tillegges en kvalitet som lager for energi, kan feltbegrepet bli mer meningsfylt. Det vil kanskje også kunne avhjelpe den forvirring hos elever som Millar omtaler (se to avsnitt lenger opp).

Definisjon av arbeid

McGraw-Hills Dictionary of Physics[4] definerer arbeid slik: *Overføringen av energi som finner sted når en kraft virker på et legeme som beveger seg på en slik måte at kraften har en komponent i samme retning som legemet beveger seg. Det er lik linjeintegralet av kraften over den veien legemet beveger seg.* (Ia)

Wikipedia,[5] som Pålsgård og Callin refererer til, har en tilsvarende formulering: *I fysikken er mekansk arbeid den energi som blir overført på grunn av en kraft.* Så følger en utdypning der arbeidet blir beregnet som et linjeintegral. (Ib)

Disse definisjonene har to punkter:

1. arbeid er energi som overføres
2. hvordan dette arbeidet beregnes

Vi kan betrakte definisjonene Ia og Ib som identiske, som samme definisjon. Denne definisjonen begrenser seg ikke til selve utregningen av arbeidet. Den krever også at det bare utføres arbeid dersom det skjer en energioverføring.

Tyngdepunktmodellen er i strid med definisjon av arbeid som overført energi

Pålsgård og Callin forholder seg bare til definisjonens punkt to når de analyserer sine eksempler. Vi skal her se på ett av deres eksempler når vi også tar i betraktning punkt én.

En bil kolliderer med en loddrett fjellvegg, krølles sammen og kommer til ro. Her foregår en *omforming* av energi fra kinetisk energi til indre energi i objektet, bilen. Siden energien er lagret i det samme objektet hele tiden, men bare skifter form, er det *ingen energioverføring* og dermed ikke noe arbeid. Dette er i samsvar med definisjonen ovenfor. Når tyngdepunktmodellen fører til den konklusjon at det blir utført et arbeid, er den altså i strid med definisjonens punkt én.

Setningen om kinetisk energi (Work-Energy theorem) er i strid med definisjon av arbeid som overført energi

Vi ser på Millars eksempel med kula som triller nedover et skråplan. Setningen om kinetisk energi avledes av impulsloven, som for denne kula kan skrives: $(G_p - R) \cdot t = mv$, der G_p er tyngdens parallellkomponent, R er rullemotstanden og v er farten til tyngdepunktet.

Denne ligningen kan omformes til:

$$(G_p - R) \cdot s = \frac{1}{2}mv^2 \qquad (1)$$

I mange lærebøker kalles venstre side av ligning (1) for *resultantkraftens arbeid*, $W_{\Sigma F}$ eller W_{res}.

Når man definerer arbeid som *overført energi*, er det å snakke om resultantkraftens arbeid ikke konsistent bruk av betegnelsen arbeid. Når man skal analysere energioverføring, må man se på hver kraft for seg og ikke på summen av kreftene. Hver enkelt kraft gjør et arbeid. Så kan man addere arbeidene og finne netto arbeid, som altså er lik netto tilført energi. I eksemplet med kula må man se på kreftene G og R hver for seg, $W_G = mgh$ og $W_R = 0$. Det siste arbeidet er null fordi kontaktpunktet mellom kula og skråplanet er momentant i ro. Samlet arbeid er derfor

$$\Sigma W_F = W_G + W_R = mgh + 0 = mgh \qquad (2)$$

Dette er forskjellig fra

$$W_{\Sigma F} = (G_p - R) \cdot s = G_p \cdot s - R \cdot s = mgh - R \cdot s \qquad (3)$$

Det er altså forskjell på ΣW_F og $W_{\Sigma F}$ når vi bruker angrepspunktmodellen. Det skyldes at hver kraft har sin individuelle forflytning av angrepspunktet. I tyngdepunktmodellen blir de to uttrykkene identiske fordi der blir hver kraft integrert over samme forflytning, nemlig tyngdepunktets forflytning.

Ligning (1), som altså er avledet av impulsloven, kan omgjøres til et meningsfylt energiutsagn:

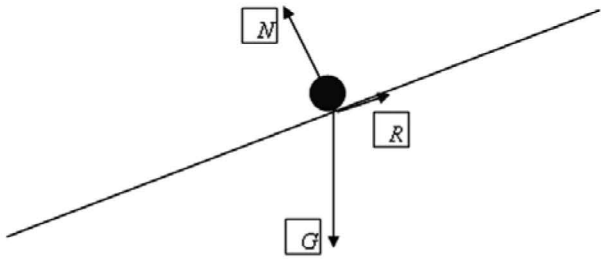
$$G_p \cdot s = \frac{1}{2}mv^2 + R \cdot s \qquad (4)$$

I denne ligningen identifiseres høyre side som translatorisk kinetisk energi og rotasjonsenergi, mens venstre side er som før nevnt, overført energi gitt ved tyngdens arbeid. Utledningen er illustrert i figur 1.

Energi i tyngdefeltet

Advancing Physics bruker som nevnt en beskrivelse hvor den potensielle energien er lagret i tyngdefeltet. La oss anvende denne beskrivelsen på Pålsgård og Callins eksempl om energiomsetning i tyngdefeltet, der en person går opp en trapp.

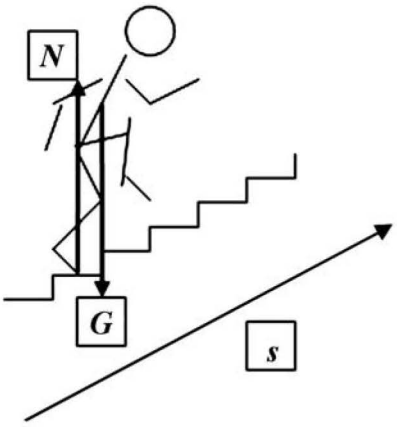
Feynmans formulering om trappeløperen som det refereres til, bekrefter nettopp *Advancing Physics'* måte å beskrive energioverføringen på.



Figur 1. En kule med masse m triller ned et skråplan med lengde s. Kula påvirkes av jorda ved tyngden G, og av skråplanet ved rullemotstanden R og normalkraften N. Vi kaller tyngdens komponent parallelt med skråplanet for G_p. Resultantkraften $G_p - R$ gir impuls til kula, men det er inkonsistent å snakke om *arbeidet* til resultantkraften fordi det bare er tyngden som gjør arbeid på/overfører energi til kula.

Når personen løper oppover trappa, er forflytningen oppover mens tyngden virker nedover. Da gjør feltet et negativt arbeid på personen. Det overføres energi fra personen til feltet. Mellom personen og trappa er det imidlertid ingen energioverføring fordi angrepspunktet til kraften er i ro. Når personen løper nedover, overføres energi fra feltet til personen (one gets work out of the world). Feynman må oppfattes slik at han beskriver energioverføring mellom feltet og personen, og da er det tyngden som gjør arbeidet. Tyngdens angrepspunkt forflytter seg. Jeg kan ikke se at han knytter *arbeid* til skyvet fra underlaget.

Energiomsetningen for trappeløperen er illustrert i figur 2.



Figur 2. Trappeløperen. Trappa gjør ikke arbeid fordi angrepspunktet til trappeskyvet N er i ro. Tyngdefeltet gjør arbeid på trappeløperen fordi angrepspunktet til tyngden G beveger seg strekningen s. Energioverføring fra trappeløperen til tyngdefeltet.

Tyngde- eller angrepspunktmodellen — hvilken egner seg best i undervisningen?

Pålsgård og Callin henviser til to tradisjoner i norske lærebøker. Den ene etter Øgrim i *Rom Stoff Tid* som baserer seg på angrepspunktmodellen, og den andre etter Isaachsen som baserer seg på tyngdepunktmodellen. Jeg sitter tilfeldigvis med en utgave av Isaachsens lærebok fra 1929. Der står det: "Skal en kraft som angriper et legeme, frembringe nogen virkning, må legemet gi efter, d.e. *kraftens angrepspunkt må forskyves i kraftens retning.* Omvendt kan vi påstå at hvis en sådan forskyvning av angrepspunktet finner sted, utøver kraften en virkning, og vi sier kraften utfører **arbeide.**"

Der blir det klart uttrykt at arbeid defineres på grunnlag av "forflytning av angrepspunktet".[6] På ett eller annet tidspunkt må altså Isaachsen-tradisjonen ha skiftet standpunkt.

De to forfatterne uttrykker klart motsetningen mellom sin foretrukne definisjon av arbeid og den definisjonen som er redegjort for her. De sier: "At det er en ytre kraft som står for arbeidet, er imidlertid ikke det samme som å si at energien kommer utenfra. ...energien kan godt komme fra systemet selv." Et slikt syn fører til en sammenblanding av *energiomforming* og *energioverføring*, som arbeidet med den engelske læreplanen har søkt å rydde opp i. Der menes at *arbeid er energioverføring.* Skal det kalles arbeid, *må* energien utveksles med omgivelsene (komme utenfra).

Pålsgård og Callin begrunner sin preferanse med at tyngdepunktmodellen gir "konklusjoner som er mer i samsvar med folks fysiske intuisjon". Undertegnede mener at angrepspunktmodellen med vektlegging på energilagring og energioverføring, legger til rette for en mer konsistent undervisning om energi og derfor er å foretrekke.

Sluttord

Stylanidou og Ogborn påviser i sin undersøkelse at det er mye uklart i lærebøkene og i lærernes undervisning om energi i England. Det er vel ingen grunn til å anta at det er annerledes hos oss, men man kan da spørre: Når det er så mye uklarhet i lærebøkene og i lærernes undervisning slik det her påståes, hvordan kan det gå så godt som det faktisk gjør i undervisningen? Mitt svar er at vi i liten grad tester elevenes forståelse av energi. Vi spør ikke om hva som skjer med energien, og slett ikke ber vi elevene om å beskrive energioverføringer og gi begrunnelse for sine påstander; kort sagt, å analysere energiens vandringer. Å svare på slike spørsmål forutsetter en klar forståelse av kraftbegrepet, noe som det også kan diskuteres om elever faktisk har. Det er etter min oppfatning behov for et pedagogisk utviklingsarbeid på det elementære området når det gjelder *kraft*, *arbeid* og *energi.*

Referanser

1. Robin Millar in John Murray: *Teaching Secondary Physics.* Association for Science Education (2000)
2. European Commission DGXII Science Teaching Training in an Information Society (STTIS): *Teachers transformation of innovations: the case teaching 'energy' in English secondary schools.* University of Sussex (1999). http://www.sussex.ac.uk/education/documents/curriculum_innovations.pdf
3. Institute of Physics Publishing: *Advancing Physics.* ISBN 07503-0585-1
4. McGraw-Hill: *Dictionary of Physics (Second Edition).* ISBN 0-07-052429-7 (1997)
5. Wikipedia, søkeord: *mechanical work*
6. D. Isaachsen: *Lærebok i fysikk, 8. utgave.* H. Aschehoug & co (W. Nygaard) (1929)

Fysikk i skolen

Geofag – et nytt programfag i videregående skole

I tidligere numre av FFV (2/2006 og 4/2006) har jeg orientert om nye læreplaner for fag i realfagsfamilien i videregående skole. I denne artikkelen vil jeg ta for meg det nye programfaget Geofag.

Det er ut fra manges mening et paradoks at vi i Norge ikke har hatt et bedre tilbud i geofag til elevene i videregående skole, enn det som er gitt i fellesfaget geografi. Men fra i høst kan elevene velge geofag på linje med de andre tradisjonelle realfagene innen programområdet realfag. Omtrent 100 videregående skoler tilbyr dette faget nå. Det er med stor spenning vi følger med på hvordan dette faget blir tatt imot av elever og lærere.

Geofaget er delt inn i Geofag 1, som vanligvis tilbys i Vg2 (2. klasse vgs), og Geofag 2, som vanligvis tilbys i Vg3 (3. klasse vgs). Begge fagene er på 5 timer i uken, eller 140 årstimer hver. Disse to fagene kan velges uavhengig av hverandre, det vil si at det ikke er en streng progresjon mellom fagene. I tillegg tilbys en variant på 3 timer i uken (84 årstimer), Geofag X, som er spesielt beregnet på elever i Vg2 som velger matematikk programfag. De slipper fellesfaget matematikk på 3 uketimer i Vg2, og det "hullet" kan de fylle med et annet 3-timers kurs. Det er bare geofag 1 og geofag 2 som gir full fordypning, og som dermed gir uttelling av realfagspoeng, som de andre realfagene. Men det er geofag X som for det meste tilbys rundt om i Norge, fordi skolene må få timeplanen til å "gå opp" med 30 timer per uke for elevene.

Formålet med geofag

Hva er så formålet med dette faget i skolen? Vi kan ikke ta med hele teksten i formålet, men sakser noe fra innledningen:

Geofag handler om grunnleggende elementer i naturmiljøet, som berggrunn, løsmasser, luft og vann. Dette er naturressurser som spiller en stor samfunnsmessig og økonomisk rolle både lokalt og globalt. I Norge er naturressursene med på å sikre økonomien i samfunnet, og Norge er en sentral bidragsyter på det geofaglige forskningsområdet.

...

I geofag bør den enkelte få erfare naturvitenskapelige forskningsmetoder gjennom egne aktiviteter knyttet til det lokale naturmiljøet. Programfaget kan gi grunnlag for videre studier i ett eller flere av fagområdene geologi, geofysikk eller naturgeografi.

I formålet kan vi også lese at faget skal gi innsikt i hvordan menneskelige aktiviteter påvirker jord, vann og luft, hvordan ekstreme klima- og værsituasjoner og naturkatastrofer etterlater seg store ødeleggelser og om forebyggende arbeid i et lokalt og globalt perspektiv.

Hovedområder i geofag

Geofag X: Jorda i forandring
- Naturkatastrofer
- Geofaglig verktøykasse

Geofag 1: Geoforskning
- Jorda i forandring
- Naturkatastrofer
- Geofaglig verktøykasse

Geofag 2: Geoforskning
- Jorda i forandring
- Klimaendringer
- Georessurser

Her ser vi at Geofag X er en ekte delmengde av Geofag 1. Det er bare hovedområdet, Geoforskning, som skiller dem.

Noen av hovedområdene trenger litt mer utdypning for å forstå hva som skjuler seg bak overskriften.

Geofaglig verktøykasse (Geofag X og 1) handler om "praktisk arbeid med forskjellige geofaglige verktøy. Det dreier seg om kart og kartlegging, digitale kart og GPS (Global Position System). Videre omfatter hovedområdet GIS (geografiske informasjonssystemer) og annen bakgrunnsinformasjon, som statistikk, satellittbilder, radarplott, værkart og værprognoser."

Geoforskning (Geofag 2) handler om aktuell forskning i geofag. Det dreier seg om undersøkelser av forholdene i en geotop. Geotop blir i dette hovedområdet brukt som betegnelse på et avgrenset geografisk område og beskriver karakteristiske forhold ved berggrunn, landformer, vann, løsmasser og lokalklima i dette området. I tillegg handler hovedområdet om hvordan værvarsler blir utarbeidet.

Intensjonene i det nye geofaget er at det skal være mye praktisk arbeid, både feltarbeid og arbeid med ulike verktøy som brukes i dette faget, eller rettere sagt, i disse fagområdene. Skolefaget består nemlig at studiefagene geologi, geofysikk og naturgeografi.

Etterutdanning

For å gi lærere som skal undervise i dette nye skolefaget faglig påfyll, har Naturfagsenteret arrangert etterutdanningskurs i to faser: I vår var 50 lærere samlet til et tre-dagers kurs i Oslo, og i høst har en gruppe fortsatt med én-ukes kurs i Pyreneene (på Hydros utdanningssenter) og en annen gruppe med én-ukes kurs på Andøya rakettskytefelt. Geofaget er i samme situasjon som naturfaget: Det er få (om noen) som har kompetanse i alle delene av faget. Derfor blir etterutdanning og videreutdanning viktig.

Konkurranse mellom realfagene?

Flere har spurt om ikke de to nye realfagene vil lede elevene bort fra de mer grunnleggende fagene, som for eksempel fysikk og kjemi. Men hensikten med geofag er å vekke interesse for realfag og gi elevene et større repertoar å velge fra, uten at de må velge bort andre sentrale realfag. Det er mulig nå å velge tre av realfagene, for eksempel matematikk, fysikk og kjemi (eventuelt biologi eller informasjonsteknologi) og likevel få plass til geofag eller teknologi og forskningslære, i hvert fall i Vg2. Jeg mener at dette er et gode for realfagenes framtid i norsk grunnopplæring, og kanskje kan faget trekke til seg elever som ellers ikke ville ha valgt realfag.

Anders Isnes
leder av Naturfagsenteret ved UiO

∞

Hvorfor blir læreplaner som de er?

I FFV nr. 1 – 2007 har Einar Halmøy et innlegg om fysikkfaget i skolen etter å ha gått gjennom lærebøker som brukes i dag, og han retter kraftige skyts mot de som skriver lærebøker pga. innholdet i fysikkfaget. I FFV nr. 2 – 2007 svarer lærebokforfatter Christian Callin på denne kritikken med å oppfordre oss til ikke å skyte på pianisten. Det betyr kanskje at vi heller bør rette skytset mot departementet eller direktoratet som vedtar læreplanene og dermed er ansvarlig for dem.

Hvem er egentlig planskriverne?

Spørsmålet er vel ikke hvem som vedtar læreplanene, men hvem som har skrevet dem og hatt muligheter til å påvirke utviklingen av læreplanene, det vil si legge de faglige premissene. Det er riktignok departementet som bestemmer rammene for hvordan læreplanene skal skrives, og gir noen føringer som vi kan like eller mislike.

Som prosjektleder for læreplanutvikling i programfagene i realfag, vet jeg at det ble lagt opp til brede høringer med invitasjon til skoler, lærere, lærerutdannere og fagfolk på universiteter og høyskoler. Det ble arrangert debattmøter og høringsmøter i noen fag. Spesielt vil jeg framheve matematikkfaget, der fagmiljøene var sterkt inne i bildet og påvirket utviklingen. De så mulighetene og benyttet dem. Det var nettopp dette som var ønsket fra prosjektledelse og fra departementet. Tilsvarende for fysikkfaget. Her hadde Fysikklærerforeningen og forskningsprosjektet FUN gjort et godt forarbeid som grunnlag for ny læreplan. Alle læreplangruppene i realfagene hadde representanter fra universiteter og høyskoler. At det likevel kan bli uenighet om noen av læreplanene, er for meg helt naturlig, for det er så mange ulike hensyn som skal forenes. Men mulighetene til å påvirke, både fra lærebokforfatter og fagmiljøer, har vært der. Så kan vi selvfølgelig ta inn over oss at vi ikke har vært dyktige nok til å motivere fagmiljøene til å delta, ikke vært gode nok til å få informasjon ut til fagmiljøene, ikke vært flinke nok til å forene ulike syn på fag og fagenes profil i skolen osv. Men å legge skylden på departementet for det faglige innholdet, blir i hvert fall å skyte på feil komponist.

Anders Isnes

∞

Kommentar

Tid, rom, fenomenologiske forståelser og visuell kunst

I Fra Fysikkens Verden nr. 2 – 2007 skriver Henning Knutsen en anmeldelse av filosofiprofessor Truls Wyllers bok "Tid og rom. Et filosofisk essay" (2006).

Knutsen omtaler boka som interessant, men uklar i sin framstilling av rom- og tidproblematikken. Anmeldelsen avrunder han med å skrive at boka "representerer en utfordring, irriterer tanken og vekker uro i sinnet. Noe mer kan knapt en filosof håpe på". I denne sammenhengen ønsker jeg å komme med en mulig klargjørende kommentar om bokas ståsted og anvendelighet. Jeg vil ikke komme inn på Wyllers framstillinger av fysikkens syn på saken, da dette verken er Wyllers eller mitt fagfelt, men holde meg til hva jeg oppfatter som bokas ståsted i saken: den fenomenologiske forståelsen av tid og rom.

Den filosofiske retningen fenomenologi har til hensikt å beskrive opplevelser slik de måtte framstå for det opplevende subjekt, og i dette tilfellet opplevelsen av tid, rom og med dette også objekter i

rom, og størrelser. Den moderne fenomenologiens grunnlegger Edmund Husserl (1859–1938) hevdet at all vår erkjennelse starter med vår opplevelse av fenomenet i møtet med dette. Intellektuell forståelse av samme fenomen bygger på denne erkjennelsen.

Wyller framholder at vi er bevegelige vesener som lever i en romlig utstrakt verden. Dette er vår primære innfallsvinkel til å forstå tid og rom, som alle andre forståelser må bygge på. I denne sammenhengen trekker han fram René Descartes (1596-1650) sin påstand om at når det kommer til forståelse av rom, så kan vi neppe tenke bort vår egen eksistens. Vi kan tenke bort alt annet i rommet rundt oss, men ikke oss selv, da vår erkjennelse av rom er uløselig knyttet til vår erfaring av forholdet mellom den kroppen vi er og det rommet vi lever i. Immanuel Kants (1724–1804) uttalelse om at vi ikke er i stand til å forstå objekter i rom utenfor oss selv, uten først å forstå at det finnes et rom utenfor oss selv, viderefører denne tanken.

Denne forståelsen av temaet avviser ikke teorier knyttet til naturvitenskapen. Den påstår heller ikke at rommet og tiden bare eksisterer ved vår tilstedeværelse i verden. Det påstår bare at vår primære innfallsvinkel til å erkjenne rom og tid, grunner i vår egen tilstedeværelse i verden. Vi kjenner det utstrakte rommet, og retningene framover, bakover, høyre, venstre, opp og ned i dette rommet med utgangspunkt i vår egen kropp.

Det er vanskelig å forestille seg hvordan man skulle lære seg for eksempel å finne veien i et landskap ved hjelp av et kart dersom man ikke hadde denne kunnskapen om retninger i rom. Langt mindre å sette seg inn i fysikkens kompliserte teorier på området.

"Tid og rom. Et filosofisk essay" er på ingen måte noen enkel bok, men en filosof kan håpe på mer enn å irritere tanken og vekke uro i sinnet. Selv har jeg anvendt Wyllers framstilling i analyse av romillusjoner i visuelle kunstverk.

Ved å knytte forståelsen av rommet til subjektet som erfarer det, åpnes muligheten for å knytte teoretisk forståelse til romillusjoner i visuelle kunstverk, der objekter er fraværende i romillusjonen. Tradisjonelt fremstilles illusjon av rom i visuell kunst, som for eksempel maleri, gjennom å skape en illusjon av *objekter* i rom. Objektenes plassering og utforming definerer rommet i romillusjonen, og gjennom forståelse av denne utformingen og plasseringen knyttes kunstteori til kunstpraksis. I de senere årene har vi sett eksempler på visuelle kunstverk der romillusjonene *ikke* inneholder objekter. Dette har reist spørsmål rundt både hvordan romillusjonen da er framstilt, og hva det er i denne illusjonen som vi erkjenner som illusjon av rom. Svaret kan ligge i Wyllers beskrivelse av kroppen som utgangspunkt for forståelse av det utstrakte rommet. Hvis kunstverkets materielle overflate reflekterer eller absorberer lys på en sånn måte at det gir en illusjon av dybde der rommets dypeste punktet beveger seg med betrakterens blikkretning, oppstår en illusjon av et rom der betrakteren selv er til stede i rommet, og rommet roterer rundt betrakteren.

Der Wyller vekket uro i fysikkfagfeltet, brakte han om ikke ro, så i alle fall forståelse til kunstfagfeltet.

Ingvill Maus
høgskolelektor formgiving, kunst og håndverk

∞

Debatt

Klima og støv

Solen som er jordens stråleovn, henter energi fra kjernereaksjoner. Variasjoner i dens utstråling, i avstanden mellom jord og sol, i jordaksens vinkel med baneplanet, i skydannelse og i luftens innhold av drivhusgasser, er mulige årsaker til variasjoner i klimaet på jorden (se Wikipedia: Ice age, Klima, Milankovitch cycles). CO_2 har som klimagass fått spesielt stor oppmerksomhet i de senere år.

Boringer i isen i Antarktis viser variasjonene i temperatur og støv i luften i ca. 740 000 år, og av CO_2 og metan i ca. 430 000 år (B. Delmonte et al., Earth Science Reviews 66 (2004) 63–87, og *www.sciencedirect.com*, med referanser. Neue Züricher Zeitung 17.06.04 viser alle variasjoner med tiden på ett diagram). Mellom årene 740 000 og 430 000 har temperaturen variert nokså uregelmessig. Deretter har den toppet seg fem–seks ganger med mye CO_2, men lite støv i luften. I tiden mellom disse toppene har det vært istid med mindre CO_2, men med mye støv i luften. Disse data viser dermed at når mengden av støv i luften har avtatt, da har dens temperatur og CO_2-innhold økt, og motsatt.

Støv ikke bare skygger for sollyset, det kan inneholde kondensasjonskjerner som forårsaker skydannelse. Øker støvmengden og skylaget, da minsker intensiteten av sollyset som når ned til land og hav, som da avkjøles. Da øker også havenes evne til å lagre CO_2, og noe CO_2 går da over fra luft til hav. Avtar mengden skyer, skjer det motsatte. Men hvor kom støvet fra?

Sterke vinder som kan blåse finstøv fra bakken høyt opp i luften må forventes å være hyppigere og sterkere under varmt vær enn under en istid. Men det har tvert imot vært mye mer støv i luften under istider enn i varme tider. Derfor kom støvet trolig annetsteds fra. Kondensasjonskjerner kan også dannes ved at kosmisk stråling ioniserer luftens molekyler, men ionenes levetid i luften er begrenset. Kondensasjonskjerner fra støv- og gassutblåsninger fra vulkaner kan variere i størrelse og kjemisk natur.

Vulkanutblåsninger skyldes at jorden varmes innenfra av sitt innhold av radioaktive atomkjerner. Om mange nok vulkaner har utblåsninger samtidig, analogt til støtkoking, da kan det forårsake periodiske istider. Siden slike utblåsninger etter hvert svekker seg selv, kan mer sollys da nå ned til bakken. Når istiden opphører, og når nok varme igjen hoper seg opp under jordskorpen, vil det hele kunne gjenta seg.

"Siden tiden omkring århundreskiftet har vi i Norge -og enda mer utpreget på Svalbard og farvannene deromkring kunnet konstatere en endring i klimaet, fra det kaldere til det varmere." (Familieboka, Aschehoug 1955: Klima). Har det derfor i mer enn 100 år vært for få vulkanutblåsninger?

Tor Jacobsen

∞

Hva skjer

Fysikkolympiaden 2007

I år ble den 38. internasjonale fysikkolympiaden arrangert i Iran. Vertsbyen Isfahan, den gamle hovedstaden i Persia, var en stor opplevelse med sin gamle arabiske arkitektur og ornamentikk. Vi fikk også kontakt med det moderne Iran gjennom Isfahans tekniske universitet der deltakerne ble innkvartert, og der prøvene, åpnings- og sluttseremoniene fant sted.

Norge deltok som vanlig med fem deltakere (Olav Bakken, Martin Hauge, Øyvind Indrebø, Yi Luo og Ivar Staurseth) og to ledere (Joakim Bergli og Øyvind Guldahl). Finalen ble profesjonelt organisert og gjennomført både når det gjelder prøvene og ekskursjoner til ulike severdigheter.

Denne gangen var det til sammen 80 nasjoner som deltok, hvorav tre bare som observatører (Afghanistan, Liechtenstein og Usbekistan). Nepal og Uruguay deltok for første gang.

Til tross for svært krevende oppgaver, fikk Norge én hederlig omtale. Det var Martin Hauge som oppnådde dette med 23 poeng av 50 mulige, og de fire andre norske var ikke så altfor langt etter. Totalt ble det delt ut 37 gullmedaljer, 45 sølvmedaljer og 51 bronsemedaljer. 81 deltakere fikk hederlig omtale.

Som vanlig var det Øst-Asia og Øst-Europa som dominerte medaljehøsten. Av de ti landene som fikk alle fem deltakerne på medaljeplass, var fem asiatiske: Kina, Japan, Indonesia, Taiwan og Hongkong. De fem andre var USA, Tsjekkia, Ungarn, Hviterussland og Tyskland. Den høyeste samlete poengsummen (49 av 50 p) oppnådde Yiungjoon Choi fra Korea (rep), mens Kina var beste nasjon med fire gullmedaljer og én sølv.

Oppgavene

Den første prøvedagen fikk deltakerne tre teorioppgaver. Den ene gikk ut på å bestemme egenskaper til et dobbeltstjernesystem (fomørkelsesvariabel) ved hjelp av fotometri og spektrometri. Dette involverte strålingslovene og dopplereffekt, som skulle være kjent stoff for våre elever.

Den andre oppgaven dreide seg om en mekanisme for utløsing av en kollisjonspute. Her ble det bruk for kunnskaper om kondensatorer og induksjon. Det vil si noe mer enn det som blir behandlet i norsk videregående skole.

Den siste oppgaven innledet med dimensjonsanalyse, som så skulle anvendes til å finne egenskaper for svarte hull, knyttet til Hawking-stråling.

Den andre prøvedagen var det en eksperimentell oppgave. Denne gikk ut på å bestemme energigapet for en halvleder ved å måle absorpsjonen av lys ved ulike bølgelengder. Til dette skulle det brukes et spektrometer med gitter. Denne oppgaven krevde stor grad av nøyaktighet og fortrolighet med usikkerhetsberegninger. Dette har våre elever erfaringsmessig lite trening i, men deltakerne klarte å hente en del poeng også her. Oppgavene finnes på: *http://www.ipho2007.ir/Problems/problems.asp*

Waldemar Gorzkowski

Avviklingen av konkurransen ble selvsagt preget av den triste nyheten at presidenten for den internasjonale fysikkolympiaden, Waldemar Gorzkowski, døde av hjerteslag under oppholdet, den 15. juli. Gorzkowski deltok i Isfahan sammen med sin kone. Han har vært leder for det polske laget siden 1969 og var en av grunnleggerne av fysikkolympiadene i den form de har i dag. Han har ledet organisasjonen i 23 år, en periode der antall deltakerland har vokst fra 10 til over 90. En viktig motivasjon for Gorzkowskis arbeid med organisasjonen har vært å gi ungdom anledning til å møtes og knytte kontakter på tvers av kultur- og landegrenser, og dermed også bruke fysikken til å utvikle fred mellom nasjonene. Gorzkowskis arbeid på dette området nyter stor respekt og anerkjennelse.

Fysikkolympiaden 2007/2008

Noe av det viktigste med fysikkolympiaden er å stimulere skoleelever med interesse for fysikk til å fortsette med faget. Vi legger stor vekt på verdien av faglig og sosialt samvær, og vi ser på uttakingsprøver, kurs ved Universitetet, og selvsagt selve den internasjonale olympiaden som en fin måte å stimulere interessen for fysikk på.

Det er tre uttakningsrunder hvert år frem mot den internasjonale finalen. I første runde på høsten kan alle som vil delta. "Pensum" er imidlertid basert på fysikk fra 2. klasse og delvis 3. klasse. De siste årene har det vært med ca. 500 elever i første runde, men det kunne vært flere. Vi vil derfor oppfordre våre fysikerkolleger til å oppmuntre sine elever til å delta i en forhåpentligvis morsom og stimulerende konkurranse. De ca. 50–60 beste går videre til andre runde, og av dem får ca. 20 komme på kurs én uke på Universitetet i Oslo, og delta i den norske finalen. De fem beste fra den norske finalen får tilbud om å delta i den internasjonale finalen. Sommeren 2008 skal den foregå i Hanoi i Vietnam. Så her er det bare å legge seg i trening!

Øyvind Guldahl (Persbråten vgs.)
Joakim Bergli (Fysisk inst. UiO)

∞

Norsk elektrooptikkmøte 2008

Møtet er tradisjonelt blitt halde på ærverdige turisthotell, men denne gongen blir det lenger nord, og til sjøss: Hurtigruta frå Tromsø til Trondheim. Møtet startar med hundesledekøyring i Tromsø onsdag 26. mars og blir avslutta når MS Midnattsol legg til kai i Trondheim, laurdag 29. mars. Det blir fire inviterte foredrag av topp kvalitet, som Lene Vestergaard Hau, Harvard, og Costas Soukoulis, Iowa og Kreta. Meir informasjon kjem etter kvart på *http://uit.no/fysikk/elektrooptikk08/* Påmeldingsfrist 20. februar.

På vegner av arrangementskomiteen
Olav Gaute Hellesø

∞

Trim i FFV

FFVT 3/07

Å lage en trekant av en pinne

Høstens hjernegymnastikk består i å brekke en rett pinne i tre deler slik at bitene kan danne en trekant.

1. Hvordan må bitenes lengder være for at en trekant skal kunne dannes?

2. Hvor stor sannsynlighet er det for at en trekant kan dannes av de tre bitene hvis pinnen brekkes på to tilfeldig valgte steder?

3. En annen prosedyre gir et annet resultat. Da brekkes pinnen først på et tilfeldig sted. Deretter velges den ene av de to bitene tilfeldig og brekkes på et tilfeldig sted. Hva blir sannsynligheten for at de tre bitene kan danne en trekant i dette tilfellet?

Løsning FFVT 2/07

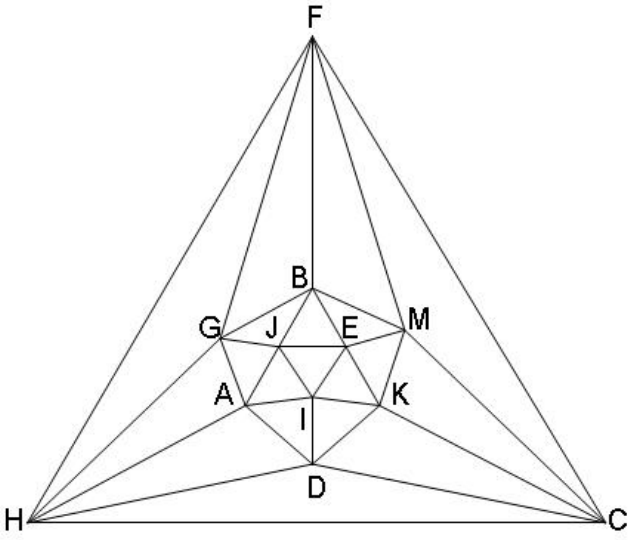
Mauren og ikosaederet

Oppgaven bestod i å finne den korteste distanse en maur måtte tilbakelegge for å gå langs alle de 30 kantene på et ikosaeder. Den kunne ikke gå over trekanter og trengte ikke returnere til startpunktet.

Den korteste distansen mauren må tilbakelegge for å gå langs alle 30 kantene minst én gang er 35 kantlengder.

For å komme frem til løsningen kan det lønne seg å tegne ikosaederet utbrettet som på figuren her.

De 12 hjørnene er merket med bokstaver og alle er forbundet med 5 andre hjørner. Forbindelseslinjene er alle like lange i virkeligheten, men er fortegnet på figuren.



Hvis vi velger 5 kanter som angår 10 forskjellige hjørner (for eksempel FM, BE, JA, ID og HC) og fjerner disse kantene, står vi igjen med bare to hjørner (G og K) som har 5 forbindelseslinjer. Alle de andre hjørnene har 4. Hvis mauren starter på hjørne G, kan den komme frem til K etter å ha gått alle de 25 forbindelseslinjene én gang.

Når de 5 fjernede kantene tas med, er 25 linjer fremdeles det største antall linjer som kan tilbakelegges uten at det blir nødvendig å gå samme linje flere ganger. Hver gang mauren går en av disse 5 kantene vil den måtte gå en ekstra gang langs en kant den har gått før. Distansen øker derfor med 10 kantlengder, og den totale distansen blir 35 kantlengder.

∞

Skriv i
Fra Fysikkens
Verden!

Bokomtaler

Reinhard Siegmund-Schultze og Henrik Kragh Sørensen (redaktører): Perspectives on Scandinavian Science in the Early Twentieth Century. Novus forlag, 2006. ISBN 10:82-7099-442-1 (352 sider). Veiledende pris 298 NOK.

Mye for pengene!

For 27 år siden arrangerte NAVFs utredningsinstitutt ved Nils Roll-Hansen et seminar med tittel: *Skandinavisk naturvitenskap og teknologi omkring år 1900.* I 2005 arrangerte Høgskolen i Agder en konferanse med omtrent samme tittel. Boken inneholder de foredragene fra konferansen som resulterte i en artikkel.

Roll-Hansen konkluderer seminarrapporten fra 1980 med følgende ord: *Denne samling av foredrag kan ikke gi noe mer enn spredte glimt av naturvitenskap og teknologi ... samt noen forsiktige antydninger til generelle synspunkter.* Det gjelder også denne boken. Likheten mellom dansk, norsk og svensk gir inntrykk av at landene også på andre måter er like og at vi samarbeider. Men det tror jeg er feil. Hvert land har sin egen historie og sine egne helter. Derfor fører forsøk på å beskrive skandinavisk vitenskapshistorie gjerne til at man får en beskrivelse av de enkelte lands hisorie. Det viste seg på seminaret, og det ser man også av denne boken.

Redaktøren Reinhard Siegmund-Schultze er født i Halle og har en doktorgrad derfra. Han er for tiden professor i matematikkens historie ved Høgskolen i Agder i Kristiansand, mens hans medredaktør dansken Henrik Kragh Sørensen var postdoc hos ham (og er nå i Århus). Konferansen feiret Einstein og opphevelsen av unionen mellom Norge og Sverige. For begge var 1905 skjellsettende.

I 1905 publiserte Einstein sine tre berømte artikler (om fotoelektrisk effekt, den spesielle relativitetsteori og brownske bevegelser), og unionen mellom Norge og Sverige ble opphevet. Einsteins artikler var begynnelsen på en revolusjon i fysikk som ble feiret over hele verden i 2005 – Verdens fysikkår. Opphevelsen av unionen var avslutningen på en union som for Sverige var en belønning for innsatsen under napoleonskrigene og en kompensajon for tapet av Finland, og for Norge et viktig skritt på veien til full selvstendighet. Så opp hevelsen ble sett på med helt andre øyne i Sverige enn i Norge.

Det er mye interessant å lese i boken. Naturvitere ser sjelden sitt fag i et historisk perspektiv, så her er det mye å lære. I undervisningen gis ofte en kvasihistorisk fremstilling som gir elevene et inntrykk av at dette er enkle greier. Les Reidun Renstrøms artikkel om den fotoelektriske effekt, så skjønner du bedre hvorfor det tok 16 år før Einstein fikk Nobelprisen i fysikk. Her hadde generasjonen før Einstein lært seg å løse Maxwells ligninger med mye strev, og så kommer en 26-årige kontorist fra et patentkontor i Sveits og sier at lys ikke er bølger, men partikler! Slikt tar det tid å svelge.

Alle de 16 artiklene i boken er på engelsk. Med tittelordet *Science* må forstås naturvitenskap slik betydningen opprinnelig var. Men selv det er for vidt da det er mest matematikk og fysikk, litt kjemi, men nesten ikke noe fra datidens beskrivende naturvitenskaper astronomi, botanikk, geologi og zoologi. Det eneste unntaket er Robert Marc Friedmans artikkel om Nansen, nasjonal ære og starten på norsk polar geofysikk, som jeg kommer tilbake til nedenfor.

Den første artikkelen av Helge Kragh om hvordan den nye fysikken ble mottatt av norske fysikere, vil jeg tro er av størst interesse for leserne av dette tidsskriftet. Kragh er professor ved Stenoinstituttet i Århus, og han var på 1990-tallet i to år professor i vitenskapshistorie i Oslo. Han påpeker at ny fysikk på begynnelsen av 1900-tallet var mer enn kvantefysikk, men konsentrerer seg om den. Han trekker frem Lars Vegard og hans bidrag for å forstå grunnstoffenes periodesystem hvor han foregrep Bohr. Bohr nevner derfor også Vegard i sin tale da han (Bohr) fikk sin nobelpris i 1922. Kragh nevner også Vegard og hans innsats for å få Einstein til et professorat i Oslo. Voje Johansens beskrivelse av Einsteins besøk i Norge i sin artikkel kjenner leseren fra dette tidsskrifts hefte nr. 4, 2005. Flere detaljer har Voje gitt i sin meget lesverdige bok *Einstein i Norge*, som også ble publisert i 2005.

Noe mer overraskende i Kraghs artikkel for en norsk leser, er hans tre-siders omtale av Torstein Wereide og hans arbeider innen atomfysikk og relativitetsteori. Wereide konkurrerte med Vegard om professoratet etter Birkeland i 1918, men tapte og fikk i stedet dosenturet etter Vegard. Både Vegard og Wereide fratrådte i 1953. Wereide hadde interesse for både fysikk og metafysikk og skal ha vært en populær lærer (for medisinere og farmasøyter). Kragh skriver: *What matters here is not that Wereide's theory was wrong, nor that is was unorthodox and on the fringe of mainstream physics, but rather that its author mastered not only advanced atomic theory but also the mathematical methods of general relativity.*

Friedman hevder i sin artikkel at Nansen først og fremst var vitenskapsmann selv om han som nasjonal helt også engasjerte seg i andre oppgaver. Friedman er langt mer kritisk til Birkeland enn nordmenn som har presentert ham har vært. Hvorfor skulle Birkeland etablere et dyrt observatorium på en 1000 m høy fjelltopp når det allerede i 1882-3 var påvist at nordlyset var ca. 100 km oppe? Dette ble senere bekreftet av Størmers fotografier tatt i lavlandet. Og var det rimelig å tro at det i det hele tatt er noen sammenheng mellom været og nordlyset som Birkeland hevdet? Da var Vilhelm Bjerknes' teorier og etablering av Havforskningsinstituttet i Bergen viktigere. Her savner jeg en henvisning til Henrik Mohn, stifteren av norsk meteorologi, hans samarbeid med Cato M. Guldberg om den første beskrivelse av atmosfæren basert på hydro- og termodynamikk og Den Norske Nordhavs Expedition 1876–78. I stedet for å se bakover, velger Friedman å se langt fremover, fra 1905 til det internasjonale geofysiske året 1957– 58.

Det er fem artikler om matematikk. Ikke direkte om fagets innhold, men om andre sider av matematikken. Thomas Kalleberg skriver om historien til Norsk matematisk forening, og Marianne Jonassen om Elling Holsts arbeid for endring av matematikkpensumet for lektorer rundt 1900. Trygve Breiteig forteller om Johan Arnd Eiesland, en matematiker som dro fra Stavanger til USA, og Henrik Kragh Sørensen om politiske effekter av arven etter Niels Henrik Abel.

Det er to artikler om skandinavisk vitenskap som eksempel på vitenskap i små land i periferien av Europa. Jeg tror ikke at det er noe fruktbart utgangspunkt. Vitenskapsmenn holdt god kontakt både på 1800- og 1900-tallet ved reiser og brev. Pionerene på det området jeg kjenner best, fysikalsk kjemi, kom alle fra periferien: Guldberg og Waage fra Norge, Arrhenius fra Sverige, van't Hoff fra Holland og Ostwald fra Dorpat (det tyske og svenske navnet på Turku, nå i Estland). Byen var tyskdominert da Ostwald vokste opp der.

Det er en artikkel som skiller seg ut. Det er Reinhard Siegmund-Schultzes gjennomgang av tidsskriftet *Samtiden* fra det ble etablert i 1890 til ca. 1910. I *Samtiden* var det lite naturvitenskap, mest politikk, selv om mange av artiklene var skrevet av vitenskapsmenn. Han siterer fra Gerhard Grans artikkel i 1908 hvor han sammen-

likner Lochmanns berømte/beryktede immatrikuleringstale i 1874 med tilsvarende tale av Brøgger i 1907. Lochmann bekjempet darwinismen og anbefalte forskning i alle retninger, men på et kristent grunnlag, og hevdet at den ikke måtte foreleses for studentene. Gran skrev på den tiden på Universitetets hundreårige historie, og Menighetsfakultetet var blitt etablert året før. Darwinismen var ikke generelt akseptert i Norge selv om det var gått en menneskealder siden Lochmanns tale. Gran hevdet at universitetet som helhet måtte være agnostisk selv om ikke den enkelte ansatte måtte være agnostiker. Jeg vil anbefale artikkelen lest selv om Gran berører mange saker som den som har levd i Norge vil kjenne, det gjelder både språksak og samer. På slutten av artikkelen skriver han om det lille som var av naturvitenskap i *Samtiden*. Jeg vil tro at en gjennomgang av *Teknisk ukeblad*, verdens eldste tekniske tidsskrift, startet i 1854, hadde gitt mer til å belyse konferansens tema: *Skandinavisk naturvitenskap tidlig i det tyvende århundret.* En annen ubrukt kilde er de trykte forhandlingene fra De skandinaviske naturforskeres møter. Det 15. møte ble holdt i Stockholm i 1898 og det 16. i Kristiania i 1916.

Jeg savner en artikkel om kontakten mellom Norge og Sverige innen naturvitenskap og teknologi i unionstiden. Mitt inntrykk er at kontakten var liten og at Norge, dvs. Det Kongelige Frederiks Universitet, bevisst prøvde å unngå svensk innflytelse. Først i 1884 ble en svenske ansatt i et professorat ved Universitetet. Det var filosofen Carl Pontus Wikner. Han døde allerede 4 år senere.

Jeg savner også noe mer om Waldemar Brøgger. Han var professor i Stockholm i 1880-årene og kom til Oslo igjen i 1891 (se boken om Brøgger av Carl Hestmark). Han spilte som kjent en politisk rolle i prosessen som førte frem til 1905. Birkeland og Eyde og deres samarbeid med Wallenberg'ene er heller ikke behandlet i boken, men det emnet er jo også nylig blitt beskrevet i et eget verk, Hydros historie 1905–2005.

Bjørn Pedersen.

∞

Simon Singh: Big Bang. Den spennende historien om hvordan verden ble til. Aschehoug, 2007. ISBN: 978-82-03-20899-7 (472 sider) 399 kr.

Denne populærvitenskapelige boken om menneskenes oppfatning av universets egenskaper er mesterlig skrevet. Jeg fanges umiddelbart av den kombinasjon av biografisk fremstilling og glimrende forklaringer som er karakteristisk for Singhs populariseringskunst.

Boken er delt inn i fem kapitler og en epilog. Kapittel 1 har tittelen "I begynnelsen". Her blir vi bl.a. presentert for grekernes forskjellige verdensoppfatninger. I denne sammenheng har Singh skrevet en interessant betraktning om forskjellen på teknologi og naturvitenskap. Han skriver: "Teknologi går ut på å gjøre livet mer komfortabelt, mens naturvitenskap rett og slett er et forsøk på å forstå verden."

Noe som bidrar vesentlig til at leseren lett kan følge forklaringene til Singh, er de mange anskuelige figurene (over hundre i boken). De viser hvordan Eratosthenes målte Jordens omkrets, hvordan Månens størrelse og avstand fra Jorden ble bestemt allerede i oldtiden, hvordan de bestemte Solens avstand fra Jorden og hvor stor Solen er. Etter å ha lest boken har vi også et tydelig bilde av hvordan den retrograde bevegelsen til Mars oppstår. Fortellingen føres videre og innsiktene til Kopernikus, Kepler og Galilei blir omtalt med beundring og humør.

Kapittel 2 har tittelen "Teorier om Universet". Singh starter her med å fortelle om Ole Rømers bestemmelse av lyshastigheten med utgangspunkt i observasjoner av tidspunktene for de ulike fasene av Jupiters måne Io. Dermed avgjorde Rømer et gammelt spørsmål: Brer lyset seg med uendelig stor hastighet? Rømer fant at lyset går fort, men ikke uendelig fort.

Det neste temaet er den spesielle relativitetsteorien. Her refereres Einsteins tankeeksperiment der han konkluderte med at det ikke er mulig å bevege seg like fort som lyset. Singhs versjon er historisk ukorrekt, men pedagogisk vellykket. I sin selvbiografi sier Einstein: "Da jeg var 16 år oppdaget jeg følgende problem: Hvis jeg beveger meg sammen med lys, ville jeg observere lyset som et stivnet bølgemønster i ro i rommet. Men noe slikt eksisterer ikke." Singhs versjon er: "Da han bare var 16 år gammel undret Einstein seg på hva som ville skje hvis han kunne bevege seg med lysets hastighet mens han holdt et speil foran seg. Spesielt ønsket

han å vite om han ville være i stand til å se sitt eget speilbilde."

I en ny, fin figur får vi se hvorfor klokker i bevegelse tikker saktere enn klokker i ro.

Så kommer vi til gravitasjon under tittelen: "Kampen om gravitasjonen: Newton mot Einstein." I denne sammenheng er et begrep Hermann Minkowski innførte i 1908 sentralt: det firedimensjonale tidrommet. På engelsk heter dette "spacetime", og det oversettes her konsekvent til "romtid". Mange foretrekker "tidrom", men det er en smakssak. Språkrådet har ingen av ordene på sine lister, og et søk i Google ga ca. 550 treff på hvert av ordene. Men det lyder ikke bra å beholde den engelske ubestemte formen på norsk, slik som i setningen: "Formen til romtid påvirker bevegelsene til gjenstander, og samtidig bestemmer de samme gjenstandene romtids form."

Etter en kort omtale av Newton og hans gravitasjonsteori blir vi forsiktig gjort kjent med Einsteins teori for tid, rom og gravitasjon – hans generelle relativitetsteori.

Singh forteller om prosjektet med å teste relativitetsteorien mot Newtons gravitasjonsteori ved å måle lysavbøyningen når stjernelys passerer Solen. Han skriver om den mislykkede reisen astronomen Erwin Freundlich hadde til Russland for å gjøre slike målinger under solformørkelsen på Krim den 21. august 1914, etter at Russland og Tyskland hadde erklært hverandre krig. I denne sammenhengen sier Singh at Newtons formel forutsa en enda mindre avbøyning enn Einsteins formel. Dette er nok ikke historisk korrekt. Saken er at den beregningen Einstein hadde gjort av lysavbøyningen før november 1915, ga nøyaktig samme resultat som en Newtonsk avbøyning av en partikkel som beveger seg med lyshastighet. Dette er en beregning som var publisert allerede i 1804 av Johann Georg von Soldner. Men den var trolig glemt og ukjent blant fysikerne for hundre år siden. Så de regnet med ingen avbøyning av lyset ifølge Newtons teori. Takket være at målingene til Freundlich ikke ble gjennomført fremkom resultatet av den korrekte beregningen fra november 1915 basert på den fullførte generelle relativitetsteorien – nemlig en lysavbøyning som var dobbelt så stor som den Newtonske – ikke som en korreksjon etter at målingene hadde vist at Einsteins 1911-formel var feilaktig, men som en ny forutsigelse som ble bekreftet i 1919.

Den relativistiske kosmologien har en fascinerende historie. Det startet med Einsteins statiske universmodell fra 1917. Einstein var overbevist om at universet var statisk. Så selv om likningene i den generelle relativitetsteorien ikke tillot noen statisk løsning -tiltrekkende gravitasjon ville gjøre at et univers som opprinnelig var statisk, ville kollapse – så ga ikke Einstein seg. Han innførte en kosmologisk konstant som representerte en iboende tendens i rommet til å utvide seg, og som holdt likevekt med tiltrekkende gravitasjon slik at et statisk univers kunne finnes som en løsning av likningene.

I 1922 løste den russiske meteorolog og matematiker, Alexander Friedmann, de opprinnelige likningene til Einstein, og viste at de hadde bl.a. et ekspanderende univers som løsning. Einstein kunne ikke tro det, og sa at Friedmann måtte ha gjort en matematisk feil, noe Einstein måtte gå tilbake på etter å ha undersøkt saken nærmere.

Noen år senere utviklet den belgiske presten Abbe Lemaitre nye ekspanderende universmodeller der han også tok hensyn til den kosmologiske konstanten. Han skrev også om et 'uratom' som universet hadde utviklet seg fra. I 1929 slo Edvin Hubble fast, på grunnlag av observasjoner av rødforskyvningen til lys fra fjerne stjerner, at universet utvider seg. Einstein gremmet seg over at han hadde innført den kosmologiske konstanten i stedet for å forutsi universets ekspansjon tolv år tidligere ut fra den opprinnelige generelle relativitetsteorien. Arbeidene til Friedmann og Lemaitre danner fortsatt grunnlaget for de moderne Big Bang-modellene av universet.

Singh omtaler situasjonen omkring 1928, rett før universets ekspasjon ble oppdaget, og skriver om Einsteins statiske universmodell og den ekspanderende modellen til Friedmann og Lemaitre: "I ettertid kan vi se at begge modeller hadde sine sterke og svake sider og var temmelig likeverdige. Når alt kommer til alt, var begge modeller matematisk konsistente og vitenskapelig holdbare: de sprang begge ut av formelen for den generelle relativitetsteorien." Her bør imidlertid nevnes at A.S. Eddington i 1930 viste at Einsteins statiske universmodell er ustabil, omtrent som en blyant som settes vertikalt på sin spiss ville være. En bitte liten endring vekk fra likevektstilstanden ville enten føre til at universet ekspanderer i all tid eller at det kollapser. Så selv uten observasjoner er ikke de to modellene likeverdige. Ustabile modeller er ikke levedyktige.

Men Big Bang-modellene hadde problemer. Ifølge målingene utført før annen verdenskrig var universet yngre enn stjernene. I 1948 fremsatte britene Fred Hoyle, Herman Bondi og Thomas Gold en universmodell som løste dette problemet, Steady

State-modellen. Big Bang-modellene var basert på at universet er romlig likt i stor skala. Dette ble kalt "Det kosmologiske prinsipp". Steady State-modellen tar utgangspunkt i det såkalte "perfekte kosmologiske prinsipp": likhet både i tid og rom. Singh forteller på en engasjerende måte om personene bak teoriene, særlig Hoyle, og rivaliseringen mellom både dem og teoriene.

Singh forteller også om forutsigelsen til George Gamow, Ralph Alpher og Robert Herman av den kosmiske bakgrunnsstrålingen produsert som en etterlevning av Big Bang-hendelsen. Oppdagelsen av denne var en stor seier til Big Bang-modellene av universet.

Forunderlig nok er den kosmologiske konstanten kommet til heder og verdighet igjen, men nå ikke som et uttrykk for en iboende egenskap ved rommet. Nei, den representerer vakuumenergi. Høsten 1998 ble det nemlig oppdaget at universets ekspansjon øker farten, og dette, sammen med andre observasjoner, kunne forklares som et resultat av frastøtende gravitasjon. Og vakuumenergi forårsaker ifølge den generelle relativitetsteorien, frastøtende gravitasjon. Så nå regner man med at 70 % av all energien i universet er vakuumenergi, matematisk representert ved den kosmologiske konstanten.

Det er ikke lett å legge fra seg denne boken til Simon Singh. Hans tema er stort, og hans måte å popularisere på fascinerer. Boken gir både innsikt og underholdning.

Øyvind Grøn

∞

Helge S. Kragh: Conseptions of Cosmos. Oxford University Press, 2007. ISBN 0-19-920916-2 (276 sider) $ 70,-

Beretning med innsikt, utsikt og oversikt

Mange høytstående kulturfolk og sivilisasjoner har eksistert gjennom menneskehetens historie. Alle har de hatt mytologiske skapelsesberetninger som foregir å forklare opphavet til den ganske verden. Disse fortellingene hevder også å besitte sannheten om hvordan det store universet er viselig innrettet. Det var mektige, men lunefulle guder som satte altet på plass og skilte orden fra kaos i begivenhetenes gang. Kosmologi som akseptert vitenskap er en nykommer på verdensscenen. Da må den totale verden være forpliktet av fornuften og holde seg til naturlover som erfaringen har funnet fram til.

Den eminente vitenskapshistoriker Helge S. Kragh har nå publisert en solid tekst som tar for seg både det tankegods vi har arvet fra fortidens skarpsindige grublere og de universmodeller som den moderne vitenskap er opptatt av. Den fulle tittelen til boka er: *Conceptions of Cosmos. From Myths to the Accelerating Universe: A History of Cosmology.* Boka er grundig og pålitelig, for skribenten er sprenglærd og kunnskapsrik og behersker sitt fag til det fullkomne. Her finner vi legendene til egypterne og babylonerne. Vi møter de greske filosofer som tror på en rasjonell verden uten behov for guders virketrang. Disse vismenn undrer seg over materiens innerste vesen og himmellegemenes evige og regelmessige vandringer.

Kragh viser at vitenskapens veg ikke er en enkel framgang der alt løper på skinner. Her er humper og farlige utforkjøringer, og de lærde snubler seg fram mot lyset i en verden preget av tåke og mørke. Her er triumferende framgang, men også tragisk retrett. Det gjelder middelalderen der kunnskapen hos de toneangivende skriftlærde var meget primitiv og overfladisk sammenliknet med innsikten til de beste blant de greske hedninger. Det er betegnende at Kirken stilte seg fiendtlig til den naturfilosofi som ikke kunne utledes fra Bibelen. En Augustin kunne frekt og freidig hevde at Bibelens forfattere nok kjente himmelens form, men Den hellige ånd ønsket ikke at menneskene skulle lære ting som ikke var nyttige for sjelens frelse. Egentlig representerer denne tankegangen en ganske utrolig forakt for skaperverket. Kirkens menn fortapte seg i skolastiske disputaser og sofistikerte tankeøvelser med umulige begreper uten rotfeste i virkeligheten. Kan den allmektige Guds gjerninger begrense seg til det logisk mulige? Der rådet knapt tvil om at når tolkningen av den hellige skrift stred mot fornuften, måtte vettet vike for den autoritære kristne tro.

Det var heller ingen enighet om Ptolemaios sin kompliserte modell for planetbevegelse bare var nyttige regneregler for å finne fram til planetposisjoner, eller om planeter faktisk rullet av sted på skall av roterende krystallkuler. Derfor kunne Kirken akseptere at den heliosentriske modellen til Kopernikus var brukbar for kalenderberegninger. Men det kunne ikke tåles at han reduserte Jorda til en ordinær planet. Da ble jo mennesket som selvsagt var Guds ypperste skapning med behov for sjelefrelse, straks fornedret til et vesen uten overordnet betydning.

Descartes mente at naturen ikke var målrettet, men hans naturlære forble kvalitativ. Den virkelige revolusjon kom med Newtons mekanikk. Fra da av hadde vitenskapen det nødvendige redskap som kunne beregne framtidige hendelser. Men nye oppdagelser og ny teknikk ga også menneskene et langt mer omfattende verdensbilde. Kikkerten til Galilei avslørte hvordan solsystemet var innrettet, og lyset fra Melkevegen oppløste seg til et mylder av enkelte stjerner. Med sine kjempeteleskoper skuet Herschel lenger ut i verdensrommet enn noen hadde gjort. En oppdaget til og med at lyset fra stjernene hadde "fingeravtrykk" som fortalte om hva slags materie som var til stede på stjernene.

Den nye termodynamikken fra 1800-tallet fikk betydning for kosmologiske betraktninger. Et univers som har vært til fra evighet av, er vanskelig å forene med en lov som krever at den ganske verden vil utjevne seg fullstendig i en kjedelig og altomfattende varmedød. Men hvor stammer den opprinnelige orden fra hvis verden bare har eksistert i et øyeblikk sammenliknet med uendeligheten? Vi har ennå ikke et skikkelig svar på denne gåten.

Det var kjent at Newtons gravitasjonsteori ikke makter å beskrive et uendelig univers der materien stort sett er jevnt fordelt. Men Einstein sin generelle relativitetsteori viste at verden kunne være både endelig og ubegrenset. Einstein innførte et skjemmende ekstra ledd (den kosmologiske konstant) i likningene sine, for han trodde at universet måtte være i rolig likevekt. Men rødforskyvningen til lyset fra de fjerne galakser overbeviste til slutt kosmologene (og Einstein) om at selve rommet utvider seg og tar med seg stjernetåkene i ekspansjonen. Holdningen til den kosmologiske konstant var temmelig forskjellig. Einstein mente den var overflødig og så på den med forlegenhet. Eddington betraktet den som en uunnværlig nødvendighet. For Lematre forble den hans livs store kjærlighet. Nå mener kosmologene at gravitasjonen fra den vanlige materien ikke greier å bremse ekspansjonsfarten. Universet utvider seg raskere og raskere. I dag har den kosmologiske konstant fått en merkelig tolkning. Fysikerne skylder på en mystisk vakuumenergi. Når gravitasjonen tar fatt i slik energi, virker den frastøtende. I alle fall blir rødforskyvningen betraktet som en fast pilar for kosmologien.

Nå hviler kosmologien i tillegg på tre andre faste pilarer som heller ikke lar seg rokke:

1. Universet inneholder nesten 75 % hydrogen og 25 % helium, mens det er svært lite av de tyngre grunnstoffene.
2. Det finnes en ensartet og svak bakgrunnsstøy av radiostråling i verdensrommet karakterisert av en temperatur på omtrent 2,73 K. Men en har greidd å måle ørsmå ujevnheter i denne strålingen.
3. Lyset fra stjernene er mye svakere enn lyset fra Sola. Dette tyder på at vi lever i et ungt univers der lyset fra det fjerne univers ennå ikke har nådd fram til oss.

Helge Kragh forklarer godt og overbevisende om hvordan forskerne har funnet fram til dette viktige fundamentet.

I siste kapittel tar han for seg forskningsfronten fra de siste tre tiår. Her blir leseren kjent med forbindelsen mellom høyenergetisk partikkelfysikk og kosmologi. Han møter inflasjonsideen som "løser" horisontproblemet og flathetsproblemet. Hvordan kan det nemlig ha seg at områder i forskjellige himmelretninger som aldri har vært i kausal forbindelse, er så ganske like? Det er også rart at geometrien av vårt tre-dimensjonale rom synes å være slik vi intuitivt forestiller oss. Den burde besitte en vanskelig indre krumning som vi ikke engang makter å lage oss noe skikkelig bilde av. Men et "flatt" univers krever en helt mirakuløs finjustering av tettheten i det tidlige univers.

Kragh gir oss også glimt av det såkalte antropiske prinsipp, der menneskets eksistens synes å ha stor betydning for selve universet.

Nå opplever muligens kosmologien sin gullalder, for moderne teknikk gir observasjoner av en helt utrolig kvalitet. Dette er fasiten som trengs for å forkaste eller beholde forslag fra teoretikerne. For det er ingen mangel på matematiske modeller for de grunnleggende byggesteiner og virkningene dem i mellom som må gjelde om gravitasjon og kvanteteori skal forenes. Men ingen vet om disse matematiske fantasifostre har noe med vår egen verden å gjøre. En håper at de vil gi en teori for det hele. Men kanskje forblir de matematiske rariteter og representerer en teori for ingen ting.

Boka til Helge Kragh gir historisk perspektiv, sunn skepsis og nyfiken forventning.

Henning Knutsen

∞

Nye Doktorer

Marc Avice

M.Sc. Marc Avice forsvarte 15. mai sin avhandling *Al_2O_3 as a gate dielectric for Silicon Carbide MOS,* for PhD-graden ved Universitetet i Oslo.

Selv om silikon (Si) har vært den dominerende halvlederen innenfor mikroelektronikk de siste 50 årene, så er det ikke et gunstig materiale ved høye temperaturer, høy kraft eller høye frekvenser.

Vide bandgaphalvledere som silikonkarbid (SiC) har derfor fått mer oppmerksomhet innenfor det vitenskapelige miljøet de seneste 15 år. Men fordi SiC sitt oksid, SiO_2, degraderes raskt når det blir eksponert for høye temperaturer eller høye elektriske felt, har man også begynt å se på alternative oksider, som Al_2O_3, innenfor SiC-basert forskning.

I dette arbeidet er elektriske og strukturelle måleteknikker brukt for å studere egenskapene til $Al/Al_2O_3/SiC$ metalloksid-halvleder (MOS) kondensatorer og for å sammenligne med $Al/SiO_2/SiC$ MOS-kondensatorer. Resultatene viser en lav tetthet av defekter (som er ansvarlige for de dårlige egenskapene til SiC-basert MOSFETs) ved interfasen mellom Al_2O_3/SiC etter varmebehandling, slik at det er et godt potensiale for å oppnå høy elektronkanalmobilitet i SiC-basert MOSFETs ved å bruke Al_2O_3 som et gate-oksid. Det er også vist at aluminumoksid (Al_2O_3) har et godt potensiale til å bli et alternativ til silikondioksid (SiO_2) for å oppnå høy elektronkanalmobilitet i SiC-basert metalloksid halvledende felteffekttransistorer (MOSFETs) og for framtidig bruk i miljøer med høy temperatur.

Forskningen er gjort på Mina-Lab ved Forskningsparken og ved Fysikk institutt, UiO. Bengt G. Svensson og Ulrike Grossner har vert veiledere.

∞

Thomas Moe Børseth

Siv.ing. Thomas Moe Børseth forsvarte 25. mai sin avhandling *Annealing of Ion-Implanted and As-Grown Zinc Oxide* for PhD-graden ved UiO.

Sinkoksid anvendes i lasere og lysdioder som ideelt sett avgir blått lys, men ofte også et uønsket grønnlig lys. Vi har funnet at årsaken til dette grønnlige lyset er en kombinasjon av sink- og oksygenvakanser og har vist hvordan man kan fjerne disse. Vi har også påvist hvordan vakansene samler seg i små klynger når materialet varmes opp. Disse klyngene er ustabile, men har vist seg å ha god effekt på sinkoksidets evne til å lede elektrisk strøm.

Sinkoksid er vanligvis i krystallinsk form med endeløse rekker av vekselvis sink- og oksygenatomer. Rekkene er aldri perfekte, slik at en for eksempel kan få sink, oksygen, ingenting, oksygen. Slike defekter hvor atom mangler er årsak til det grønne lyset. Brukspotensialet for sinkoksid vil være enormt hvis en klarer å utvikle gode lysdioder som kan erstatte tradisjonelle lyspærer.

For å manipulere sinkoksidbitenes egenskaper varmet vi dem opp til temperaturer over 1000 °C på under 20 ms. Langsommere oppvarming fører til at vakansklyngene brytes opp. Det er typisk bare ca. 1 vakansklynge per 1 million sink- og oksygenatomer, så det stilles store krav til følsomhet når man skal studere klyngene. Vi brukte positronanalyse.

Arbeidet er primært utført ved Mikro- og nano teknologilaboratoriet, UiO, men er like mye et resultatet av samarbeid med forskere ved en rekke institusjoner i inn- og utland. Professorene Andrej Yu. Kuznetsov og Bengt G. Svensson var veiledere.

∞

Asta Juzeniene

M.Sc. Asta Juzeniene forsvarte 12. januar sin avhandling *Fotodynamisk behandling og fluorescensdiagnose basert på 5-aminolevulinsyre: veier til optimalisering*, for graden dr.philos. ved UiO.

Tilførsel av 5-aminolevulinsyre (ALA), eller en av dens derivater, til hud eller annet vev gir *in vivo* syntese av det fotosensibiliserende stoffet protoporfyrin IX (PpIX). Syntesen foregår med betydelig selektivitet i visse typer vev, deriblant kreftvev. Dette er grunnlaget for både fluorescensdiagnose og fotodynamisk behandling (PDT) av kreft. Bestråling av PpIX med lys fører til dannelse av singlet oksygen som dreper celler og vev. Den kliniske anvendelsen av ALA-PDT øker raskt, til tross for at virkningsmekanismene ikke er kjent til bunns, og at behandlingen ikke er optimalisert ennå.

Juzeniene har forsøkt å belyse fundamentale prosesser bak behandlingen. ALA og fire av dens derivater ble undersøkt *in vitro* og *in vivo*. Flere av funnene er viktige for klinisk anvendelse. PDT er temperaturavhenging; høy temperatur før lysbehandlingen og lav temperatur etterpå dreper kreftcellene mest effektivt. ALA-PDT gir morfologiske forandringer av overlevende celler; de endrer form, skjelettstruktur og adhesjon til omgivelsene. Jernchelatorer, uten ALA, kan også benyttes i PDT siden de forårsaker opphoping av PpIX. Forsøk med dyr gir ikke alltid data som er relevante for mennesker. Spekteret til lyskilden er av stor betydning for dybden av celledestruksjonen.

Doktorgradsarbeidet er utført ved avdeling for strålingsbiologi, Rikshospitalet–Radiumhospitalet HF, med professor Johan Moan som veileder. Asta Juzeniene ble lønnet av Radiumhospitalets Forskningsstiftelse og Kreftforeningen.

∞

Mads Mikelsen

Cand.scient. Mads Mikelsen forsvarte 22. mai sin avhandling *Thermal evolution of irradiation-induced defects in Silicon and Silicon Carbide*, for PhD-graden ved UiO.

Halvlederkomponenter er nødvendige i moderne elektronikk. Silisium (Si) er det mest brukte materialet, men SiC er et nytt materiale med lovende egenskaper. Disse halvlederne har krystallstruktur, og defekter på atomnivå i denne strukturen kan forandre materialenes egenskaper drastisk. Slike defekter kan dannes av radioaktiv stråling og er et stort problem for elektronikk i strålingsmiljøer. Kunnskap om slike defekter er viktig for å kunne lage mer strålingsresistente materialer.

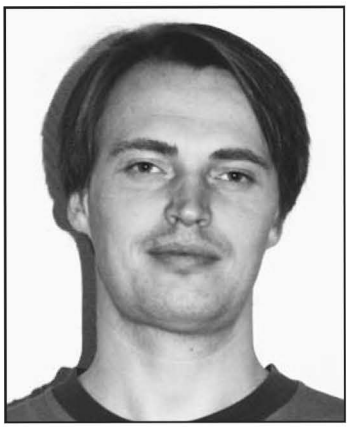
Funn (Si): Divakansen (V_2) i silisium dannes i store mengder av stråling. Diffusjonsegenskapene til V_2 er kartlagt ved målinger ved ulike temperaturer. Det er påvist at V_2 kan bli fanget av oksygen under migrasjon, noe som resulterer i divakans-oksygenkomplekset (V_2O). Tidligere studier har konkludert med at V_2O har hovedansvaret for degradering av Si ved bestråling. Dette er tilbakevist her. Videre er det funnet at V_2O dissosierer ved temperaturer over 260 °C. En modell for alle viktige defektreaksjoner i Si under oppvarming er laget, noe som gir bedre innsikt i hvordan ulike defekter interagerer.

Funn (SiC): Et viktig funn er at dopingen i n-type SiC reduseres ved bestråling, og kan nå null ved høye doser. Konsentrasjonen av defekter blir høyere i SiC enn i Si for tilsvarende strålingsdoser. SiC er derfor mindre egnet enn Si til bruk i komponenter som utsettes for høyenergetisk stråling i store doser.

Arbeidet er utført ved Mikro- og nanoteknologilaboratoriet, UiO, i samarbeid med SINTEF. Bengt G. Svensson og Edouard V. Monakhov har vært veiledere.

∞

Åge Andreas Falnes Olsen



Cand.scient. Åge Andreas Falnes Olsen fosvarte 1. juni sin avhandling *Fast and Slow Flux Dynamics in Superconductors: A Magneto-optical imaging study*, for PhD-graden ved Universitetet I Oslo.

I avhandlingen studeres magnetiske ras i superledende ringer. Den ledende teorien er at slike ras ledsages av en temperaturøkning som er svært krevende å måle direkte siden rasene foregår i små områder og varer i ekstremt korte tidsrom. Å forme superlederne som ringer gir en unik mulighet til å anslå temperaturen inne i kjernen av rasområdene. I avhandlingen presenteres det første temperaturanslaget basert på faktiske målinger som viser at temperaturen er relativt høy i rasene.

Superledere leder strøm helt uten motstand. Flere materialer, som bly og aluminium, blir superledende ved lave nok temperaturer. Fra et praktisk ståsted er utfordringen nettopp kravet om lave temperaturer; for bly må temperaturen under -265 °C for å bli superledende. På grunn av de ekstreme kravene til kjøling er superledere stort sett i bruk bare der en ønsker svært kraftige magnetiske felt, som i partikkelakseleratorer og i magnetresonansmaskiner (MR). Her er en god forståelse av magnetiske ras viktig, fordi rasene begrenser strømkapasiteten til superlederne som igjen begrenser hvor kraftige felt man kan lage.

Studier av rasene har også en videre interesse. De er eksempel på en komplisert oppførsel som vokser ut av relativt enkle grunnprinsipper, og er i seg selv fascinerende fenomener. Rasene fremstår som vakre, tre-liknende strukturer når de observeres ved hjelp av magneto-optisk avbildning, som er en spesiell mikroskopiteknikk for avbildning av magnetiske felter, og er den metoden avhandlingen bygger på. Tom Henning Johansen har vært veileder.

∞

Eirik Ovrum

Cand.scient. Eirik Ovrum forsvarte 1. juni sin avhandling *Geometry of Entanglement and Quantum Simulators* for PhD-graden ved Universitetet i Oslo.

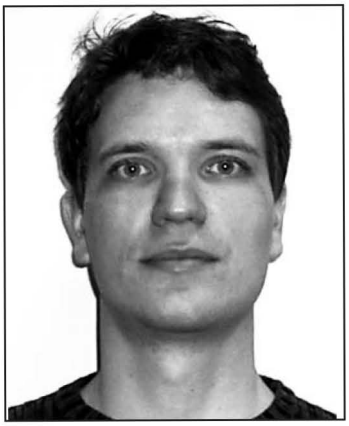
Ovrum har laget en simulering av en kvantedatamaskin som bruker naturens minste bestanddeler til å gjøre beregninger, og brukt denne til å simulere andre kvantesystemer. Slike datamaskiner kan komme til å prege framtida når dagens datamaskiner når sine begrensninger. Kvantedatamaskiner kan i prinsippet bli mye mer effektive til å gjøre beregninger på kvantesystemer, eksempelvis elektroner, nanomaterialer, elementærpartikler etc. Han har også utvikla en kompilator som kan ta et hvilket som helst fermionsystem, dvs. et system som er bygd opp av de vanlige stoffene vi mennesker er bygd opp av, og spytte ut hvilke operasjoner en kvantedatamaskin må utføre for å simulere slike systemer. Dette vil være nyttig når man får kvantedatamaskiner i framtida og kan kanskje ligge inne som grunnkode i programvaren til slike maskiner.

Parallellt med dette har Ovrum også forska på sammenfiltring (entanglement) i kvantemekanikken. Det er blitt utvikla metoder for å studere fenomenet numerisk, deriblant en metode for å undersøke hvorvidt en generell kvantetilstand er sammenfiltra. Den første metoden for å finne tilfeldige bundne sammenfiltringer, er også utvikla. Dette er tilstander som man ikke kan bruke til å utvinne sammenfiltring til bruk i kvantedatamaskiner.

Under doktorgradsarbeidet Eirik Ovrum jobbet med kvanteinformasjonsteori ved Centre for Mathematics for Applications og ved gruppen for teoretisk fysikk på Fysisk institutt, UiO. Professorene Jon Magne Leinaas og Morten Hjort-Jensen har vært veiledere.

∞

Audun Pedersen



Cand.scient. Audun Pedersen forsvarte 30. mars avhand lingen *Effects of nonlinear sound propagation in fisheries research* for PhD-graden ved UiB.

Metoder for å kartlegge og overvåke livet i havet blir stadig videreutviklet og forbedret. Akustiske metoder har vist seg å være særlig nyttige fordi lyd kan forplante seg langt gjennom vann. Ved behandling av akustiske data er det vanlig å bruke en lineær beskrivelse av lydsignalenes forplantning gjennom vannet. Når denne lineære modellen ikke anses som nøyaktig nok til formålet, er det vanlig å kalle lydforplantningen ikkelineær.

Avhandlingen vurderer hvilke konsekvenser ikkelineær lyforplantning får for målinger gjort med ekkolodd for havforskning. Det er lagt særlig vekt på størrelses- og bestandsestimering av fisk og plankton. Den såkalte Bergen-koden, utviklet ved UiB, er blitt brukt til å gjøre nøyaktige beregninger av ikkelineær lydforplantning. Disse teoretiske resultatene blir holdt sammen med måleresultater fra innendørs laboratorier og fra eksperimenter utført i sjøen. Avhandlingen foreslår en fremgangsmåte for å kompensere for ikkelineær lydforplantning i tilfeller der dette er nødvendig.

Arbeidet har vært utført som en del av et samarbeidsprosjekt mellom Chr. Michelsen Research AS, UiB, Havforskningsinstituttet og Simrad AS. Prosjektet er finansiert av Forskningsrådet. Førsteamanuensis Magne Vestrheim ved Institutt for fysikk og teknologi og seniorforsker Per Lunde ved Chr. Michelsen Research AS var veiledere. Pedersen er nå ansatt som forsknings- og utviklingsingeniør ved ClampOn AS i Bergen.

∞

Geir Pedersen

Cand.scient. Geir Pedersen forsvarte 13. april sin avhandling *Methodology for in situ target strength measurement of fish* for PhD-graden ved UiB.

Akustikk har i lang tid blitt benyttet for å observere og mengdemåle fisk. Denne metoden er godt egnet til formålet siden akustiske bølger kan forplante seg over store avstander i havet. Avhandlingen er en del av programmet "Absolutt mengdemåling av fisk" ved Havforskningsinstituttet i Bergen, og er delfinansiert av Forskningsrådet. Mengdemåling av fisk gir vanligvis mengdeindekser og sjelden absolutte mengder. Målet med instituttprogrammet er å belyse grundig og korrigere for alle målefeil i metoden. Programmet har fokusert spesielt på mengdemåling av sild, men har også inkludert arbeid på kolmule, lodde og bunnfisk.

I avhandlingen fokuseres det på akustisk tilbakespredning fra enkeltfisk som er en viktig parameter for å konvertere akustiske verdier til biomasse. Arbeidet omhandler først og fremst forbedret måling av tilbakespredning fra enkeltmål, samt forbedrede rutiner for kalibrering av vitenskapelige splittstråle-ekkolodd. En metode for å skille mellom ulike fiskeslag basert på akustisk frekvensrespons for enkeltfisk er utviklet og testet. I tillegg er det utviklet en metode for å kunne måle og beregne den "akustiske dødsonen" ved havbunnen hvor dagens ekkolodd ikke har mulighet for å registrere fisk.

Geir Pedersen har arbeidet med doktorgraden ved Havforskningsinstituttet i Bergen. Professor Egil Ona ved Havforskningsinstituttet og professor Halvor Hobæk ved Institutt for fysikk og teknologi, UiB, var veiledere. Pedersen er nå engsjert som forsker ved Havforskningsinstituttet.

∞

Åsmund Sand

Sivilingeniør Åsmund Sand disputerte 12. januar i år for graden PhD ved NTNU, med avhandlingen *Applying the Internet to Instrumentation and Metrology.*

Bakgrunnen for arbeidet har vært Justervesenets ønske om å se på muligheten for å ta i bruk Internett innen kalibrering av måleutstyr. Man har ønsket å se om nøyaktigheten på kalibreringer kan bedres hvis Internett inkluderes i prosessen.

Utfordringene ved å ta i bruk Internett på dette området omfatter blant annet sikkerhet, tilgjengelighet og transport av referanseinstrumenter. Sand har utviklet løsninger for generelle tilnærminger til hvordan et instrumenteringssystem automatisk kan tilegne seg støtte for nye måleprosedyrer og ny maskinvare. Visjonen har vært å tillate en operatør potensielt å styre ethvert instrument uavhengig av hvor instrumentene befinner seg. Forskjellige instrumenteringssystemer er utviklet og testet.

Doktorgradsarbeidet kan i første omgang resultere i kostnadsbesparelser og bedre kalibreringer. På lengre sikt kan det føre til en dreining fra IKT-støttet til IKT-basert metrologi.

Arbeidet er utført ved Justervesenet og ved Institutt for elektronikk og telekommunikasjon, NTNU, med professor Tor Fjeldly ved Universitetsstudiene på Kjeller (UniK) som hovedveileder og sjefingeniør Harald Slinde, Justervesenet, som medveileder. Arbeidet er finansiert av UniK og Justervesenet. Åsmund Sand er ansatt som overingeniør i Justervesenet.

∞

Jan Ludvig Vinningland

Cand.scient. Jan Ludvig Vinningland forsvarte 10. januar 2007 si avhandling *Granular Rayleigh-Taylor instability: a numerical and experimental study*, for graden Doctor scientiarum ved Universitetet i Oslo.

I ein liten tank fylt halvt om halvt med vatn og olje vil grensa mellom dei to væskene vera vassrett så lenge vatnet er nedst og olja er øvst, sidan olja er lettast. Om vi snur tanken opp ned vil vatnet pressa seg gjennom olja og danna "fingrar" som peikar nedover, og "fingrar" av olje peikar oppover. Dette har vore kjent i over hundre år (Rayleigh-Taylor instability). Byter vi ut olja med luft og vatnet med sand (små glaskuler i vårt system), samlar sanden seg i tynne fingrar som liknar dei vi ser for to væsker. Ved å studera dette systemet kan vi læra mykje om korleis sand og pulver, granulære materiale, oppfører seg. Ein eigenskap til slike materiale er at overgang frå fast til flytande form skjer uten temperaturendring. Jordras er eksempel på ein slik overgang. Dei grunnleggjande prossessane som styrer slike fenomen er enno dårleg forstått. Denne avhandlinga er eit bidrag til betre forståing av granulære prossessar. Når lufta under "sanden" t.d. vert pressa opp dannar det seg spesielle mønster av sandfingrar og luftbobler som endrar karakter med storleiken til kulene. Avhandlinga viser at om vi doblar diameteren til kulene doblar vi og den typiske diameteren til boblene.

Dette systemet er studert både ved eksperiment og simulering der datamodellen beskriv korleis kvar enkelt av i alt 160 000 små kuler rører seg når luft vert pressa gjennom dei. Arbeidet er utført ved gruppa for avanserte materialer og komplekse systemer ved Fysisk institutt, UiO, under leiing av Eirik Grude Flekkøy og Knut Jørgen Måløy.

∞

Nytt fra NFS

Fysikermøtet 2007

Fysikermøtet 2007 ble arrangert 8. –10. august på Rica Ishavshotell i Tromsø. Arrangementskomiteen som hadde medlemmer fra Institutt for fysikk og teknologi, UiT, Kongsbakken videregående skole og NAROM (Nasjonalt senter for romrelatert opplæring), hadde satt sammen et spennende og variert program for de drøyt 100 deltagerne.

Møtet begynte etter lunsj onsdag 8. august med spennende lokal musikk på egenproduserte instrumenter og velkomsttaler fra arrangmentskomiteens leder, professor Asgeir Brekke, og rektor ved UiT, professor Jarle Aarbakke. Programmet som fulgte besto av 3 interessante og varierte foredrag: "Med radar i forskningsfronten – Minneord om Tor Hagfors" ved Olav Holt, "Fusjonsenergi og plasmafysikk" ved Odd Erik Garcia og "Bærekraftig kjernekraft" ved Jon Samseth. Resten av ettermiddagen ble benyttet til parallellsesjoner før båttur ventet. I strålende vær ble konferansedeltagerne fraktet i hurtigbåt langs sørsida av Kvaløya ut til idylliske Sommarøy hvor en strålende grillmiddag ventet. På hjemreisen gikk båtturen rundt nordsida av Kvaløya – en virkelig opplevelse i storslått nordnorsk natur!

Torsdagens program startet med 4 underholdende og svært varierte plenumsforedrag: "Networks in Physics and Biology" ved Maya Paczuski, "Fine Stucture of the Aurora" ved Betty Lanchester, "The History of Noise" ved Leon Cohen og "Theory and experiements in physics education" ved Verner Schilling. Tiden etter lunsj ble benyttet til flere parallellsesjoner. Det faglige programmet ble avsluttet med årsmøtet i Norsk Fysikklærerforening og møter i Norsk Fysisk Selskaps faggrupper. Dagen ble rundet av med festmiddag i tradisjonell stil, hvor president Anne Borg benyttet anledningen til å takke for seg etter 4 år med presidentklubben. Hun ønsket sin etterfølger lykke til med vervet.

Fredag morgen var reservert til årsmøtet i Norsk Fysisk Selskap. Professor Gunnar Løvhøiden, Fysisk institutt, UiO, ble valgt til Selskapets nye president, og førsteamanuensis Øyvind Frette, Institutt for fysikk og teknologi, UiB, ble valgt til visepresident. Etter årsmøtet ble Selskapets nye æresmedlemmer, Finn Ingebretsen, Øivin Holter og Karl Måseide, hedret. De tre er blitt utnevnt til æresmedlemmer av Norsk Fysisk Selskap for sin mangeårige og utrettelige innsats som redaktører og redaksjonssekretær for "Fra Fysikkens Verden". En stor takk rettes til de tre for deres imponerende innsats. Programmet ble avsluttet med utdeling av Selskapets tre priser. Professor Alex Hansen, Institutt for fysikk, NTNU, ble tildelt Norsk Hydros Birkelandpris i fysikk 2007 for sin fremragende forskning innen statistisk fysikk. SIMRAD Optronics pris i elektro-optikk 2007 ble tildelt professor Jakob J. Stamnes, Institutt for fysikk og teknologi, UiB. Stamnes ble tildelt prisen for sin forskning innen lysspredning og propagering av lys i ulike medier. Både Hansen og Stamnes holdt underholdende og spennende foredrag som ga innblikk i deres mangeårige forskningsaktiviteter. Norsk Fysisk Selskaps Undervisningspris 2007 ble tildelt førsteamanuensis Carl Angell, Fysisk institutt, UiO,og førsteamanuensis Anders Isnes, Naturfagsenteret, UiO, for deres innsats for fysikkfaget og norsk fysikkundervisning. Angell og Isnes holdt et morsomt prisforedrag krydret med flyvende muffinsformer og andre fysikkeksperimenter som trollbandt forsamlingen.

Rammen rundt årets Fysikermøte var den aller beste. En stor takk rettes til arrangementskomiteen som hadde lagt seg i selen for å skape et minneverdig møte!

Referat fra årsmøtet samt Selskapets årsmelding finnes på Internett:
http://www.norskfysikk.no/nfs/nfs/referater/

Anne Borg
president, Norsk Fysisk Selskap

∞

Nye medlemmer 9. august 2007

Erik Adli, stipendiat, CERN

Ana Borissova, stipendiat, IFE

Sigrun Danielsen, lærer, Askim vgs.

Matylda N. Guzik, stipendiat, IFE

Smagul Karazhanov, forsker, Kjemisk institutt, UiO

Arne Klaveness, stipendiat, Kjemisk institutt, UiO

Anders Nermoen, stipendiat, Fysisk institutt, UiO

Kieran Russell Parrett, industriarbeider, Lierskogen

Bjørn Anders Pettersson Reif, forsker, FFI

∞

B-BLAD

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

Retningslinjer for forfattere

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

FORMÅLET MED FFV er å gi informasjon om aktuelle tema og hendinger innen fysikk, og å bygge bro mellom forskere, fysikklærere, studenter og andre interesserte. Ikke minst ønsker FFV å være til hjelp for elever og lærere i videregående skoler og andre undervisningsinstitusjoner. Dette krever at artikler og annet stoff er skrevet på norsk og på en lett forståelig måte. Faguttrykk må defineres. En verbal form er oftest å foretrekke fremfor matematikk. Men det må brukes standard begreper og enheter. Matematikken må være forståelig for vanlige fysikkstudenter. Artiklene i FFV skal primært gi informasjon til dem som er utenfor det aktuelle fagfeltet. Artikler som bare forstås av en liten faggruppe har ingen plass i bladet. Alt stoff blir vurdert redaksjonelt, og redaksjonen forbeholder seg rett til å foreta mindre endringer.

MANUSKRIPTER leveres i en form som forfatteren mener er direkte publiserbar. De skal leveres elektronisk, helst som e-post. Dersom formatet ikke er ren tekst (helst LATEX) eller i Microsoft Word, må det merkes med hvilket tekstbehandlingsprogram som er brukt. Under alle omstendigheter må redaksjonen kunne forandre teksten direkte.

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

SMÅSTYKKER: Gratulasjoner, nekrologer, bokomtaler, skolestoff, møtereferater etc. mottas gjerne, men de må ikke være lengre enn 1–2 sider. Bokkronikker kan være noe lengre. Doktoromtaler begrenses til en halv side inkludert bilde.

ILLUSTRASJONER er en viktig del av en artikkel. Legg derfor mye omtanke i figurene. All tekst skal være på norsk. Figurene vil som regel bli trykt i svart/hvitt med en spaltebredde på 8,6 cm. Av økonomiske grunner vil bilder bare i spesielle tilfeller trykkes i farger. Figurene bør være på elektronisk form i et standard grafisk format og med god oppløsning. Vi kan unntaksvis motta figurer eller bilder som urastrerte kopier. Figurer og tabeller skal være referert i den løpende teksten, og ønsket plassering må markeres. Hvis forfatterne selv ikke har laget figurene, skal opprinnelsen oppgis. Forfatterne må selv innhente tillatelse til bruk av slike illustrasjoner.

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

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

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

Norsk Fysisk Selskap

STYRE

President:
Professor Anne Borg
Institutt for fysikk, NTNU
e-post: anne.borg@phys.ntnu.no

Visepresident:
Professor Gunnar Løvhøiden
Fysisk institutt, UiO.
e-post: gunnar.lovhoiden@fys.uio.no

Styremedlemmer:
Professor Øystein Elgarøy
Inst. for teoretisk astrofysikk, UiO
Professor Ulf Kristiansen
Inst. for elekronikkk og telekom. NTNU
Forsker Ole Martin Løvvik
Senter for materialvitenskap og nanoteknologi, UiO
Førsteaman. Kjartan Olafsson
Inst. for fysikk og teknologi, UiB
Professor Einar Sagstuen
Fysisk institutt, UiO
Professor Jon Samseth
Høgskolen i Akershus, Nordbyhagen
Lektor Morten Trudvang
Asker videregående skole

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

Fra Fysikkens Verden

Redaktører:
Professor Øivin Holter
Professor Finn Ingebretsen
Fysisk institutt, UiO

Redaksjonssekretær:
Overingeniør Karl Måseide
Fysisk institutt, UiO

Redaksjonskomité:
Professor Åshild Fredriksen
Institutt for fysikk, UiT
Professor Per Osland
Institutt for fysikk og teknologi, UiB
Professor Per Chr. Hemmer
Institutt for fysikk, NTNU
Førstelektor Ellen K. Henriksen,
Fysisk institutt, UiO

Ekspedisjonens adresse:
Fra Fysikkens Verden
Fysisk institutt, Universitetet i Oslo,
Boks 1048 Blindern, 0316 Oslo.
Tlf.: 22 85 64 28 / 22 85 56 68
Fax.: 22 85 64 22 / 22 85 56 71
e-post: oivin.holter@fys.uio.no
e-post: finn.ingebretsen@fys.uio.no
e-post: k.a.maseide@fys.uio.no
Postgiro: 0532 1448307
Bankgiro: 6094.05.40227

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