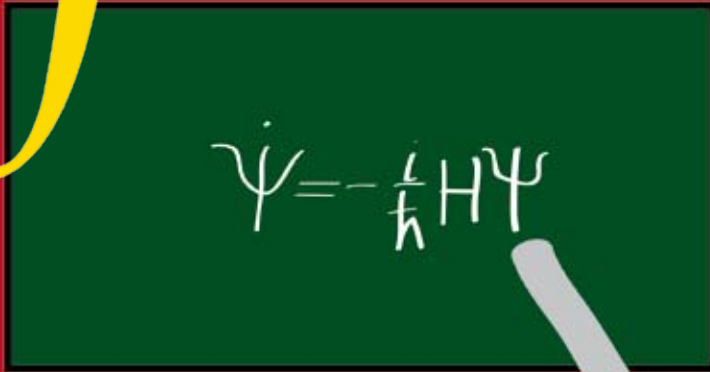


# fysikaktuellt

NR 4 • DECEMBER 2007



## Undervisning

sidan 20–25



ISSN 0283-9148

**Banbrytande  
radiovågor i  
skruvad form**

sidan 6

**Fasövergång  
skapar nya  
dimensioner**

sidan 14

**Minnesord  
över Kai  
Siegbahn**

sidan 26

# Svenska Fysikersamfundet

Svenska Fysikersamfundet har till uppgift att främja undervisning och forskning inom fysiken och dess tillämpningar, att föra fysikens talan i kontakter med myndigheter och utbildningsansvariga instanser, att vara kontaktorgan mellan fysiker å ena sidan och näringsliv, massmedia och samhälle å andra sidan, samt att främja internationell samverkan inom fysiken.

Ordförande: Anders Kastberg, Umeå universitet  
anders.kastberg@physics.umu.se  
Skattmästare: Hans Lundberg, Lunds tekniska högskola  
hans.lundberg@fysik.lth.se  
Sekreterare: Raimund Feifel, Uppsala universitet  
raimund.feifel@fysik.uu.se

Adress: Svenska Fysikersamfundet  
Fysiska institutionen  
Uppsala universitet  
Box 530  
751 21 Uppsala  
Postgiro: 2683-1  
E-post: kansliet@fysikersamfundet.se  
Webb: www.fysikersamfundet.se

Samfundet har för närvarande ca 850 medlemmar och ett antal stödande medlemmar (företag, organisationer). Årsavgiften för medlemskap är 250 kr. Studerande (under 30 år) och pensionärer 150 kr. Mer information om medlemskap finns på samfundets webbsida.

Inom samfundet finns ett antal sektioner som bland annat anordnar konferenser och möten inom respektive områden:

Atom- och molekylfysik	Mats Larsson • mats.larsson@physto.se
Biologisk fysik	Peter Apell • apell@chalmers.se
Elementarpartikel- och astropartikelfysik	Tommy Ohlsson • tommy@theophys.kth.se
Gravitation	Brian Edgar • bredg@mai.liu.se
Kondenserade materiens fysik	Sven Stafström • sst@ifm.liu.se
Kvinnor i fysik	Elisabeth Rachlew • rachlew@atom.kth.se
Kärnfysik	Per-Erik Tegnér • tegner@physto.se
Matematisk fysik	Imre Pázsit • imre@nephy.chalmers.se
Plasmafysik	Michael Tendler • tendler@fusion.kth.se
Undervisning	Mona Engberg • mona.engberg@telia.com

**Fysikaktuellt**  
Fysikaktuellt ger aktuell information om Svenska Fysikersamfundet och nyheter inom fysiken. Den distribueras till alla medlemmar och gymnasieskolor fyra gånger per år. Ansvarig utgivare är ordförande Anders Kastberg.  
Redaktör och annonskontakt är Ingela Roos, kontaktas på ingela.roos@gmail.com.  
Reklamation av uteblivna eller felaktiga nummer sker till sekretariatet.

**Kosmos**  
Samfundet utger årsskriften "Kosmos". Redaktör är Leif Karlsson, Fysiska institutionen, Uppsala universitet, Box 530, 751 21 Uppsala, leif.karlsson@fysik.uu.se

**Omslagsbilden**  
En stereotyp bild av fysikundervisning. Illustration: Ingela Roos.

Tryck: Trydells, Laholm 2007

## Aktuellt

- Nobelföreläsningar av bland andra fysikpristagarna ges den 8 december i Aula Magna, Stockholms Universitet. Programmet finns på [www.kva.se/KVA\\_Root/swe/events/prog\\_nobel\\_sv\\_071208.asp](http://www.kva.se/KVA_Root/swe/events/prog_nobel_sv_071208.asp)
- Öppet seminarium på Vetenskapsakademien 12 december 9.00–16.00: "Learning Science in the 21st Century – Building bridges between fundamental research and developmental areas of concern for education". En av talarna vid seminariet är Carl Wieman, Nobelpristagare i fysik 2001. Program kommer på [www.kva.se](http://www.kva.se)
- Lag- och kvalificeringstävling i Skolornas fysiktävling torsdagen 31 januari 2008. Alla gymnasieskolor kommer att få en inbjudan utskickad.
- Svenska Fysikersamfundets årsmöte hålls fredagen den 14 mars 2008 i lokal Planck i Fysikhuset i Linköping. Förutom mötet bjuder samfundet på högklassiga fysikföreläsningar. Hitills klara talare är:  
Börje Johansson  
Cecilia Jarlskog  
Magnus Herberthson  
Helen Dannetun  
Per-Erik Tegnér

## Ny sektionsordförande

Professor Mats Larsson har valts som ny ordförande i sektionen för atom- och molekylfysik efter Jan-Erik Rubensson. Mats Larsson jobbar vid Stockholms universitet där han leder avdelningen för molekylfysik.

## Stödande medlemmar

Samfundet har för närvarande följande stödande medlemmar:

- ALEGA Skolmateriel AB, Vasagatan 4, 532 35 Skara  
[www.alega.se](http://www.alega.se)
- Azpect Photonics AB, Balticvägen 3, 151 38 Södertälje  
[www.azpect.com](http://www.azpect.com)
- BFi OPTILAS, Box 1335, 751 43 Uppsala  
[www.bfioptilas.com](http://www.bfioptilas.com)
- Bokförlaget Natur och Kultur, Box 27323, 102 54 Stockholm  
[www.nok.se](http://www.nok.se)
- Gammadata Instrument AB, Box 15120, 750 15 Uppsala  
[www.gammadata.net](http://www.gammadata.net)
- Gleerups Utbildning AB, Box 367, 201 23 Malmö  
[www.gleerups.se](http://www.gleerups.se)
- Laser 2000 AB, Box 799, 601 17 Norrköping  
[www.laser2000.se](http://www.laser2000.se)
- Liber AB, 113 98 Stockholm  
[www.liber.se](http://www.liber.se)
- VWR International AB, Fagerstagatan 18A, 163 94 Stockholm  
[www.vwr.com](http://www.vwr.com)
- Zenit AB Läromedel, Box 54, 450 43 Smögen  
[www.zenitlaromedel.se](http://www.zenitlaromedel.se)

# Vice ordföranden har ordet

**EN KOMMENTAR** som jag ofta har hört angående bristen på kvinnor i fysik är: Tror du att kvalitén på fysik skulle bli bättre om det fanns en större andel kvinnor som forskare? Ja, varför skulle kvinnor behövas i fysikforskning och -undervisning eftersom det har gått bra hittills utan, eller nästan utan, kvinnor? Man kan naturligtvis lägga fram en motfråga: Hur vet vi att framgångarna inte hade varit ännu större om fler kvinnor hade varit med?

Det är inte en mänsklig rättighet att bli fysiker, men det är en mänsklig rättighet att utveckla och använda sin kapacitet till fullo, oberoende av kön och härkomst. När numera nästan 30 procent av fysikstudenterna i Sverige är kvinnor, och det inte finns belägg på att kvinnliga studenter skulle prestera sämre än manliga, måste det vara andra orsaker än ren kvalitetsbedömning som verkar mot kvinnor högre upp i karriärstegen. När duktiga kvinnor väljer att inte fortsätta en lovande karriär borde även kvalitén på fysikforskning och -undervisning bli lidande. Det finns konkreta belägg på detta, till exempel har danska Center for Forskningsanalys funnit att framgångsrika forskningsmiljöer präglas av heterogenitet vad gäller könsfördelningen, ålder och etnicitet.

**EN STUDIE VID** den naturvetenskapliga fakulteten vid MIT visar att andelen kvinnor inte ökar automatiskt med tiden, även om alla trodde att "kvinnofrågan" redan var utagerad. En närmare analys visade att diskriminering sällan är av den öppna typen, och förmodligen inte en medveten strategi på något sätt. I stället är det en subtil process, där kvinnor samlar på sig små nackdelar vid varje karriärsteg.

Vi måste bli mycket bättre på att vara observanta på även de minsta lilla skillnader som kan finnas i systemet. Vi tror att vi är objektiva och går enkelt på meriter. Men till exempel har en studie vid Uppsala universitet (se Fysikaktuellt nr 2/2007) visat på slående skillnader i hur kvinnliga och manliga doktorander uppfattar stödet



Foto: Ulf Mjörnmark

PAULA EEROLA

de får från sina handledare, annan lärarpersonal och doktorandkollegor. Ofta är man blind mot sådana effekter inom sin egen omgivning, men det finns hjälp att få. Till exempel American Physical Society i USA och Institute of Physics i Storbritannien har tagit fram åtgärdsprogram som kan hjälpa universitets- och institutionsledningar att identifiera och åtgärda möjliga diskriminerande strukturer.

Fysikersamfundets nuvarande styrelse är inte heller ett ledande exempel på jämställdhet, och jag själv finner detta något beklämmande. Fysikersamfundet har annars varit stödjande för kvinnliga fysiker. Sektionen Kvinnor i fysik har varit aktiv i att mobilisera och utbilda de kvinnor som redan finns i systemet, samt kvinnliga studenter.

**HUR KAN VI** göra Fysikersamfundets medlemskap mera lockande och meningsfullt för både kvinnor och män, forskare och lärare, studenter och anställda? Fysikersamfundet borde och skulle kunna bli en mycket starkare aktör angående till exempel forskningspolitik i stort, och fysikens ställning i samhället. Det krävs dock en tillräcklig legitimitet för Fysikersamfundet för att åstadkomma detta, alltså en bättre täckning av fysikersamfälligheten.

Fysikersamfundet utgör en unik kommunikationskanal mellan svenska fysiker i olika forskningsinriktningar och olika arbetsmiljöer, men samfundet har kanske inte förvaltat den här möjligheten tillräckligt bra hittills. I många andra länder, till exempel i Tyskland, Italien och USA, betraktas nationella samfundets årliga möte som ett av de viktigaste. Som ett led i detta kommer samfundet att ordna årsmötet 2008 i ny tappning för att förstärka statusen på mötet och locka flera deltagare. Fysikdagarna är ett annat evenemang som ger medlemmarna möjlighet för att uppdatera sina kunskaper och knyta an nya kontakter. Idéer för att förnya samfundets verksamhet är alltid välkomna, så förslag mottages med tacksamhet!

## Innehåll

**5 NYHETER** Ett axplock av fysikrelaterade nyheter: kändisfysiker, skruvade radiovågor, med mera.

**8 KVANTGRAVITATION** Peter Larkin skriver om holografi för gravitation på kvantnivå.

**10 VETENSKAPSHISTORIA** Motståndet mot Einsteins relativitetsteori.

**12 RECENSION** Ingemar Bergström har läst en liten men god bok om fission.

**13 SÄKERHETSRISK** Staffan Yngve berättar om fysikläraren och högerextremisten Erik Waller.

**14 AVHANDLINGEN** Tomas Hällgren beskriver hur han skapar nya dimensioner.

**17 TSUNAMI** En elektronisk våg av studentuppsatser från Kristianstad.

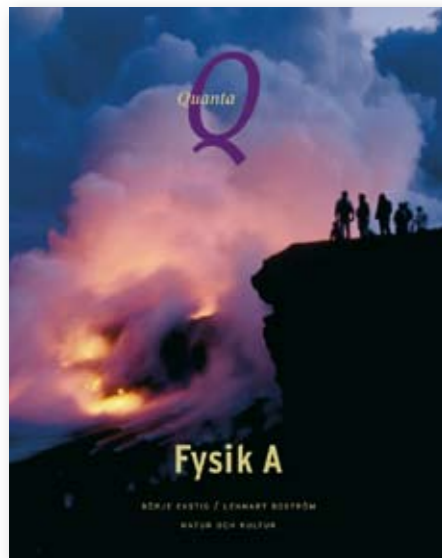
**18 FYSIKTÄVLINGEN** Fullständig lösning till den omdebatterade uppgift 1.

**20 TEMA: UNDERVISNING** Här ryms tankar om nyttan med fysik, ett exempel på god gymnasiefysik, samt forskningsområdet fysikens didaktik.

**26 MINNESORD** Kai Siegbahn, en centralgestalt inom svensk fysik tillika Sveriges senaste Nobelpristagare i fysik, har lämnat jordelivet.

**27 FYSIKALISKA LEKSAKER** Per-Olof Nilsson presenterar ett snurrande rör.





## Quanta fysik – sprakande och livfull

- Rikt illustrerad
- Visar på samband mellan fysik och vardagsliv
- Är en fysikbok man kan läsa

**Quanta innehåller:**  
läroböcker, lärarhandledningar  
**Författare:** Börje Ekstig,  
Lennart Boström

I Quanta fysik kan du lätt växla mellan lärarledda genomgångar och självstudier. Och det går även bra att samordna med matematiken. Eleverna finner intressanta historiska inslag, många lösta exempel och rikligt med övningar där ledtrådar ger tankearbetet en kick framåt.

Quanta tar ofta avstamp i historiska resonemang för att ge förståelse för olika begrepp. Upplägget ger sedan stor frihet att

välja mellan lärargenomgång eller självstudier.

Fysikens lagar är grunden för det mesta i samhället, inte bara inom teknik. Därför finns det speciella rutor som beskriver hur fysiken tillämpas i samhället och experiment där fysiken är hämtad från vardagslivet. Med enkla hjälpmedel kan man upptäcka samband och se hur tillämpningar fungerar.

Läs mer och beställ på [www.nok.se](http://www.nok.se)

## Satsning på Fysikaktuellt

Jag hoppas att många medlemmar har uppmärksammat att ambitionsnivån för Fysikaktuellt har ökat. Vad detta handlar om är att inte enbart förlita oss på ideella insatser, utan att också införa en professionalism i verksamheten.

DET SOM HITTILLS gjorts med Fysikaktuellt är ett första steg. Tanken är att vi ska gå vidare. Men, om vi ska kunna behålla den yrkesmässiga kompetensen som vi har tillfört redaktionen så kommer det att kosta pengar.

Årets Fysikaktuellt har inte varit så mycket dyrare än tidigare, men det ni har sett i 2007 års nummer av tidningen är något av en försöksverksamhet. Den helt övervägande delen av arbetet är fortfarande obetald.

Samfundets styrelse har nu beslutat att ta steg två i processen, vilket är att köpa en tjänst av den nuvarande redaktören, för ett pris som motsvarar kostnaden för en kvartstidstjänst under ett år. Alternativen var att kraftigt sänka ambitionsnivån, eller att lägga ner tidningen.

Vi hoppas att en ännu bättre Fysikaktuellt ska leda till fler medlemmar och större annonsintäkter och på så sätt finansiera sig själv på sikt. På kort sikt kvävs dock en mer säker finansiering.

EN DEL AV finansieringsplanen är bidrag till utgivningen som vi har bett fysikinstitutioner runt om i landet om. Vi är varmt tacksamma över att hittills fått stöd från institutionerna för fundamental fysik vid Chalmers, teknisk fysik vid Chalmers, fysik vid Göteborgs universitet, teoretisk fysik vid KTH, fysik vid Umeå universitet, tillämpad fysik vid KTH samt Fysikum vid Stockholms universitet.

En del andra institutioner hoppas vi är på gång. Det ska sägas att till exempel fysiska institutionen i Uppsala och institutio-



nen för fysik i Umeå stöder samfundet också på andra mycket värdefulla sätt.

DEN ANDRA VIKTIGA delen av finansieringen är en föreslagen höjning av medlemsavgiften; med 75 kronor för fullbetalande (till 325 kr), 50 kronor för studenter och pensionärer (till 200 kr) samt 1000 kronor för stödjande medlemmar (till 4000 kr). Formellt kommer beslut om dessa avgifter att tas av årsmötet 14 mars 2008 i Linköping.

Å styrelsens vägnar hoppas jag att vi får medlemmarnas stöd för denna handlingsplan. Kommunicera gärna med styrelsen om detta ifall ni har synpunkter.

ANDERS KASTBERG, ORDFÖRANDE

## Fysiker hetast i Nöjessverige



Patrik Norqvist, rymdfysiker i Umeå och hetaste nöjessvensk.

Det är ganska ovanligt att fysiker figurerar i mediala nöjessammanhang. Åtminstone bortsett från Nobelfesten. Men det finns en som strålar från kändishimlen: Patrik Norqvist, rymdfysiker vid Umeå universitet.

Patrik Norqvist har kammat hem titeln som "viktigaste nöjessvensk" i Aftonbladet. Det var den femte oktober som nöjesprofilen Alex Schulman placerade Patrik Norqvist i topp på sin lista över veckans tio viktigaste nöjessvenskar. Därmed fick bland andra Zlatan, Suzanne

Reuter och Idol-Amanda se sig brädade av en fysiker.

Det är Patrik Norqvists roll i panelen i Filip & Fredriks tv-program *Boston Tea Party* som gjort att Schulman fått upp ögonen för honom. Schulman motiverar första platsen med att Patrik Norqvist är "urnörden, nördarnas underbara fader" som dessutom äger en smurfsamling. "Han är fantastisk, jag älskar honom. Han är som en ung Bosse Bildoktorn", avslutar Schulman.

INGELA ROOS

# Radiovågor i korkskruvsform

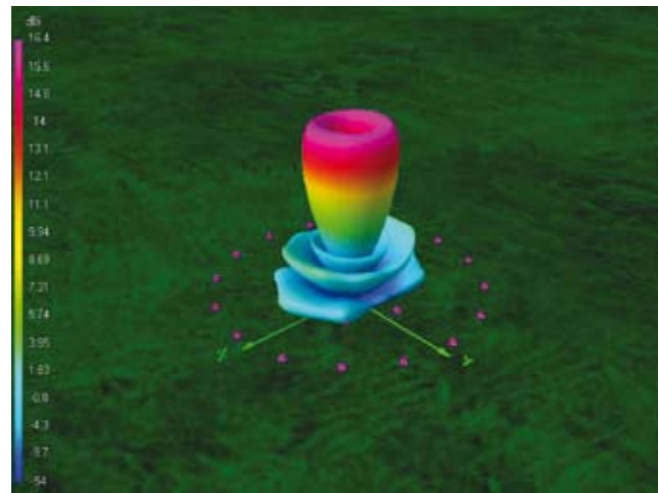
Många radiokanaler på samma frekvens och banbrytande möjligheter inom radioastronomi. Det är resultatet av Kristoffer Palmers och Johan Sjöholms examensarbete i teknisk fysik.

EN INTERNATIONELL grupp, ledd av svenska forskare, har visat hur man med metoder från laserområdet och med hjälp av relativt enkla radioantennor kan skapa radiostrålar med mycket intressanta egenskaper.

Upptäckten publicerades nyligen i den högt ansedda tidskriften Physical Review Letters. En betydande del av arbetet bakom artikeln har undertecknade gjort inom ramen för vårt examensarbete i teknisk fysik vid Uppsala universitet.

Metoden som vi utvecklat går ut på att fasförskjutna radiovågorna inom ett tvärsnitt av radiostrålen gentemot varandra. Denna förskjutning är beroende av ett godtyckligt heltal där varje heltal representerar ett, i strålen, unikt tillstånd. Teoretiskt sett finns det ett oändligt antal unika tillstånd, och i en och samma stråle kan flera av dessa tillstånd existera samtidigt.

En intressant egenskap hos strålarna är att deras energi inte går rakt fram i vågens utbredningsriktning, som i en vanlig



Det karaktäristiska strålningsmönstret som fås med tekniken. Detta utseende möjliggör flera intressanta applikationer inom radar-tekniken.

stråle, utan i en korkskruvsliknande rörelse runt strålens symmetriaxel.

GENOM ATT ANVÄNDA flera radioantennor, utspridda i exempelvis en cirkel, går det att sända och ta emot radiostrålar med dessa unika tillstånd. Konstellationen för sändar- och mottagarantennor behöver inte alls vara identiska. Det enda kravet är att mottagarantennorna är tillräckligt många och placerade i olika vinklar så att de kan lösa upp alla de utskickade tillstånden.

Med hjälp av datorer särskiljer man sedan tillstånden från varandra. Det betyder att man på en frekvens kan ha flera olika kanaler. I praktiken är det bland annat antalet antenner som avgör antalet kanaler. Med tio antenner kan man till exempel maximalt särskilja nio olika tillstånd (kanaler). Tekniken kan öppna för mycket intressanta kommunikationslösningar då informationsflödet ökar på ett begränsat frekvensintervall.

Många av idéerna i artikeln har uppkommit i samband med utvecklingen av det svenska radioteleskopet LOIS i Småland. Inom radioastronomi kan tekniken visa sig mycket användbar, bland annat för att särskilja radiokällor eller för att upptäcka tidigare icke-observerade egenskaper hos den radiostrålning som når jorden. Ett specifikt användningsområde skulle kunna vara studier av turbulens i plasmor.

Även internationellt har artikeln fått uppmärksamhet och den ansedda astronomen Martin Harwit har gratulerat gruppen med orden: "This is likely to be a paper that will start a new trend in radio astronomy." Redan nu finns det planer på att anpassa utländska radioteleskop enligt våra metoder.

KRISTOFFER PALMER & JOHAN SJÖHOLM

#### Läs mer:

Originalartikel:  
B. Thidé et al., Physical Review Letters 99, 087701 (2007)  
Allmänt tillgänglig via preprintserver:  
<http://www.arxiv.org/abs/0705.1208>

# Gigantiskt tomrum sprider kyla

Ett forskarlag vid universitetet i Minnesota har funnit ett enormt "hål" i universum när de räknade galaxer i en riktning där den kosmologiska bakgrundsstrålningen är kallare än någon annanstans på himlen. Bristen på galaxer och annan materia i volymen tycks förklara den låga strålningstemperaturen, men ingen förklaring finns ännu till hur tomrummet kunnat bli så stort.

ÅR 2004 UPPTÄCKTES i data från satelliten WMAP (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe) att ett område i stjärnbilden Floden Eridanus sydväst om Orion är ovanligt kallt. Strålningstemperaturen i det extrema köldhålet är 73 mikrokkelvin kallare än den genomsnittliga och mycket jämna bakgrundsstrålningens 2,725 K.

Lawrence Rudnick, Shea Brown och Liliya Williams vid Minnesotauniversitetets astronomiinstitution i Michigan beslöt att använda en stor himmelsmönstring av radiokällor för att få ledtrådar till varför strålningen är kallare därifrån än i någon annan riktning.

Radiomönstringen som gjordes på 1990-talet med radioobservatoriet Very Large Array i New Mexico täcker de 80 procent av himlen som kan ses från observatoriet och innehåller drygt 1,8 miljoner enskilda objekt, främst radiogalaxer och kvasarer. I det "kalla" området på himlen finner man knappt hälften så många galaxer som i andra lika stora fält. Preliminärt tycks där också vara ovanligt tomt på så kallad mörk materia som är cirka tio gånger vanligare än vanlig materia i universum.

"Materiebrist" tycks vara bästa förklaringen till att bakgrundsstrålningen där är extra kall.

"Galaxbristen" sträcker sig över omkring en miljard ljusår, vilket är ett mycket större tomrum än man tidigare observerat. Hålet är också mycket större än vad man förväntar sig baserat på simuleringar av universums utveckling, vilka väl beskriver de strukturer man observerar i andra riktningar.

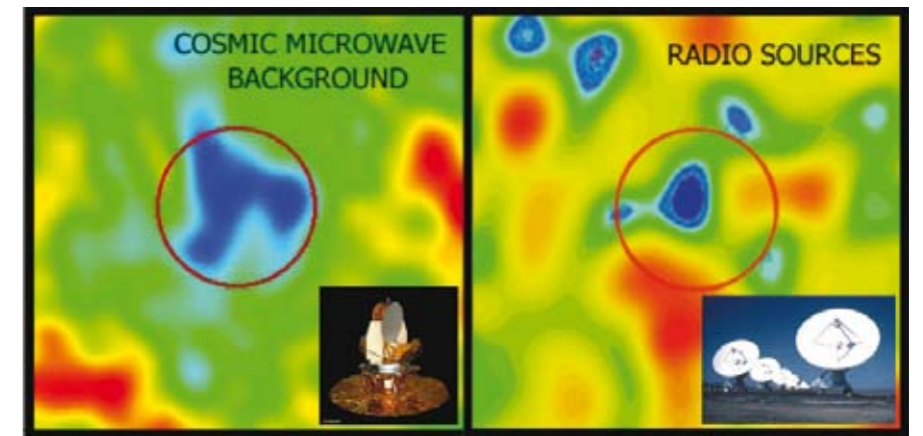


Bild: National Radio Astronomy Observatory, NRAO

Till vänster avbildas mikrovågsbakgrundsstrålningens temperatur i ett 25x25 grader stort område runt dess kallaste punkt på himlen. Kartan är skapad från data insamlade med NASAs satellit WMAP. Strålningstemperaturskillnaden mellan röda (varma) och blå (kalla) områden är bara några hundratusendelar av medeltemperaturen 2,725 K.

Till höger syns en utjämnad karta över yttheten av radiogalaxer som räknats i samma område från mönstringen med radioobservatoriet Very Large Array. Blå områden har cirka 20 procent färre radiogalaxer än genomsnittet. Om hänsyn tas till deras avstånd så saknas nästan helt galaxer i en volym med en diameter av omkring en miljard ljusår kring minimat i bakgrundstemperaturen.

RESULTATEN MÅSTE bekräftas av andra observationer, men "materiebrist" tycks vara den bästa förklaringen till att bakgrundsstrålningen där är extra kall. Strålningen är en rest från omkring 380 000 år efter Big Bang, då universums temperatur hade sjunkit till omkring 3000 K och gasen upphörde att vara joniserad. Dess nuvarande strålningstemperatur visar hur mycket universum vuxit sedan dess. Sedan omkring tio år är det också känt att expansionstakten stadig accelererar.

Att strålningsvåglängden är så stor i området med materiebrist beror på att området är extremt stort i kombination med att expansionstakten ökar. Bakgrundstrålning som kommer in i ett område med låg densitet förlorar energi vilken "fås tillbaka" när den lämnar området på andra sidan. Detta område är dock så

stort att universums expansionstakt hann ändra sig under den omkring en miljard år genomresan tog. Den förlorade energin kunde därför inte återvinnas i sin helhet och strålningen är därför kallare.

BENGT EDVARDSSON

#### Läs mer:

Originalartikel:  
L. Rudnick, S. Brown, L.R. Williams.  
2007, Astrophysical Journal (under tryckning)  
Allmänt tillgänglig via preprintserver:  
<http://arxiv.org/abs/0704.0908>  
Pressreleaselänk:  
[http://www1.umn.edu/umnnews/news\\_details.php?release=070823\\_3456&page=NS](http://www1.umn.edu/umnnews/news_details.php?release=070823_3456&page=NS)

## Ny fysik – nya tillämpningar

Nyheter från forskningsfronten

31 januari–1 februari 2008 i Uppsala

Astrofysik  
Kosmologi  
Rymdforskning  
Elementarpartikelfysik  
Energi- och nanoteknik

Ytterligare upplysningar  
[www.kompetens.uu.se](http://www.kompetens.uu.se)



UPPSALA  
UNIVERSITET

Sekretariatet för kompetensutveckling



## Röster från Fysikdagarna

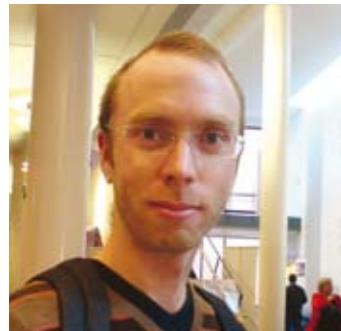
I slutet av oktober gick Fysikdagarna av stapel i Uppsala. Vi pratade med två av de cirka 230 deltagarna.



Diana Kinnsund, fysiklärare på Fredrika Bremergymnasiet i Haninge  
Tredje gången på Fysikdagarna

Varför åker du på Fysikdagarna?  
– För att träffa andra lärare, lära mig nya saker och titta på utrustning.

Vad är den största behållningen i år?  
– Det har varit hög klass på föreläsningarna, speciellt den om kosmologi. De valbara delarna har varit bäst.



Henrik Pihlemark, fysiklärare på Katedralskolan i Lund  
Fjärde gången på Fysikdagarna

Varför åker du på Fysikdagarna?  
– Det är ett enkelt sätt att få bra fortbildning. Och så vill jag träffa utställarna eftersom jag är materialansvarig på min skola. Sedan är det en extra bonus att få besöka ett universitet.

Vad är den största behållningen i år?  
– Att få se Ångströmlaboratoriet!

INGELA ROOS

## Kan hologram förklara kvantgravitation?

Ett stort och angeläget problem inom fysiken är att formulera en kvantmekanisk beskrivning av gravitation. Ett verktyg för att försöka lösa gåtan är holografi.

MAN BEHÖVER INTE vara en stor vetenskapsman för att inse att vi har tre rumsdimensioner: upp-ner, höger-vänster, och bakåt-framåt. Lägg till tiden och vi får totalt fyra dimensioner i vad fysiker kallar rumtiden. Tid och rum är emellertid inte absoluta kvantiteter – hastigheten som vi rör oss med relativt varandra och hur mycket gravitation vi utsätts för spelar en avgörande roll när vi mäter tiden och rummet! En klocka i rörelse tickar långsammare än en klocka som ligger stilla, och en klocka på Kebnekaises topp tickar snabbare än en klocka på ett studentkafé i Lund.

Konceptet rumtid är en del av (allmän) relativitetsteori. En oundviklig konsekvens av denna teori är svarta hål. Ett svart hål är en rest efter en stor, kollapsad stjärna. Dess gravitationsfält är så starkt att inte ens ljus kan slinka ut därifrån. Kommer du tillräckligt nära ett svart hål, förbi den så kallade händelsehorisonten, drar gravitationskraften så kraftigt i dig att det är omöjligt att vända om. Ingen-ting som befinner sig innanför händelsehorisonten kan nå utifrån.

Svarta hål är kanske de mest mystiska objekt mänskligheten känner till. För science fiction-författare är svarta hål en del av brödfödan, och för fysiker är svarta hål bra studieobjekt för att lära sig mer om gravitation, i synnerhet om kvantgravitation (det vill säga på mycket liten skala). Fysiker hoppas att svarta hål kan ge oss ledtrådar om hur gravitationen fungerar på den mest grundläggande nivån.

EN ÖVERRASKANDE egenskap hos svarta hål är att informationen (man kan också se det som entropin) som lagras i hålet växer proportionellt med ytan på händelsehorisonten, och inte proportionellt med volymen innanför den, vilket våra erfarenheter från termodynamiken förutsäger. Den här egenskapen antyder att svarta hål kan undvara en av dimensionerna, och ändå förse oss med all information!

I början av 1990-talet föreslog den holländske Nobelpristagaren Gerardus 't Hooft att den här egenskapen är fundamental för kvantgravitation. Han förklarade det genom att anta att den minsta möjliga arean (Planck-arean) på händelsehorisonten till ett svart hål innehåller en enhet av information. På grund av den här dimensionella reduktionen lånades uttrycket "holografi" in från optiken. Ett hologram (inom optiken) är nämligen en tredimensionell bild som konstrueras från tvådimensionell data. All information i ett optiskt hologram är alltså kodad i en dimension mindre. Och samma sak verkar gälla inom det heta området kvantgravitation.

Svarta hål kan ge oss ledtrådar om hur gravitationen fungerar på grundläggande nivå.

I SLUTET AV 1990-talet försåg oss den argentinske fysikern Juan Maldacena med ytterligare ett exempel på när kvantgravitation uppför sig holografiskt, men utan anknytning till svarta hål. Han la fram följande hypotes: en särskild typ av strängteori i anti-de-Sitter-rummet är likvärdig med en särskild typ av konform, det vill säga vinkelbevarande, fältteori (CFT) på sin gränssyta – alltså en dimension mindre! Hypotesen kallas AdS/CFT-dualiteten. Den har välkomnats varmt av många strängteoretiker och citerats tusentals gånger.

Karl-Henning Rehren från Göttingen, Tyskland, bevisade senare att gravitationen inte nödvändigtvis måste vara av kvantnatur för att det ska finnas en överensstämmelse mellan en typ av fysik på anti-de-Sitter-rummet och en annan typ av fysik på dess gränssyta. Det lämnar dörren öppen för en diskussion om huruvida kvantgravitation verkligen fungerar på det här holografiska sättet, men det kommer troligtvis att vara ett ledljus för teoretiska fysiker under många år framöver.

PETER LARKIN

Doktorand i matematisk fysik vid universitetet i York



# LASER 2000

The Future of Photonics

## Simply better™

Tunable Laser Sources, Optomechanics, Motorized Components, Modulators and Detectors from New Focus™

### News from New Focus™

10 new and improved models of the Stable Way Tunable Laser

- Plug & Play laser
- Less than 1 pm drift in wavelength stability
- Up to 150 GHz fine tuning
- Less than 500 kHz line width
- Exceptionally rugged patented laser cavity with no adjustable components

### The Integral Single Wavelength Laser

- No mode hops
- Excellent long term wavelength and power stability
- Small footprint
- Can be customized with any Stable Way laser wavelength

### Position Sensitive Detector

- Less than 0.25 μm resolution
- Accuracy of less than ±15 μm
- Both analog and 16-bit digital outputs
- Adjustable gain settings and switchable output normalization

### Vacuum Tiny Mounts

- Very small (23.9 × 23.9 × 11.2 mm)
- Over 2 mm pure translation and ±4° of tilt
- Vacuum compatible to 10<sup>-6</sup>Torr
- Fabricated from stainless steel with no epoxy

### Vacuum Tiny Picomotor Actuators

- Vacuum compatible to as low as 10<sup>-9</sup>Torr
- Less than 30 nm incremental motion in a compact package
- Set-and-forget long-term stability



# LASER 2000

Laser 2000 AB  
P.O.Box 799  
SE-601 17 Norrköping

[www.laser2000.se](http://www.laser2000.se)

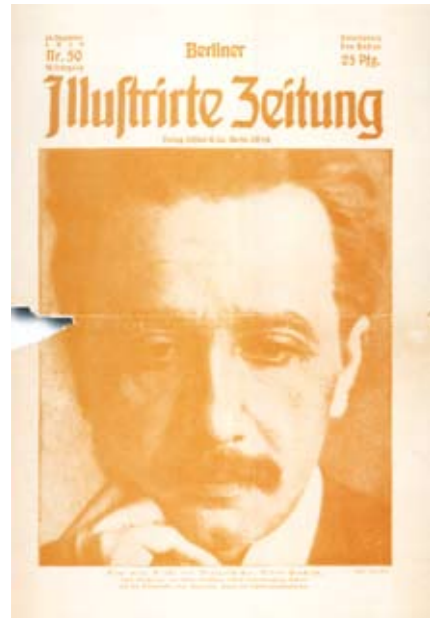
Tel. +46 11 369680  
Fax +46 11 369689  
info@laser2000.se



Relativa bekymmer:

# Motståndet mot Einstein i Tyskland och Sverige

Albert Einsteins arbeten var länge bara en angelägenhet för ett litet antal specialister, men nu vet nästan alla att han gjort något lika märkvärdigt som svårförståeligt. Hur och varför blev det så?



Genombrotter: "En ny världshistorisk storhet: Albert Einstein, vars forskning betyder en fullständig omvälvning för vår syn på naturen och vars vetenskapliga rön är likvärdiga med Kopernikus', Keplers eller en Newtons." Berliner Illustrierte Zeitung 14 december 1919.



Carl Wilhelm Oseen (1879–1944) var från 1909 professor i mekanik och matematisk fysik i Uppsala. Gjorde flera viktiga arbeten främst inom hydrodynamik, men även elektrodynamik och teorin om flytande kristaller. Han var Fysikersamfundets förste ordförande. I Nobelkommittén för fysik från 1922.

DET BÖRjade MED en brittisk solförmörkelseexpedition som på våren 1919 mätte avböjningen av stjärnljus vid solskivans rand och vars resultat presenterades under stor medial uppmärksamhet senare under året. Einsteins teori var bekräftad, Newtons teori var detroniserad lät det. Att brittiska forskare hade bekräftat den i Berlin verksamme forskarens teorier alldeles efter krigsslutet signalerade att vetenskapen stod över politiken, men resultatet av uppmärksamheten skulle även få motsatt innebörd.

Relativitetsteorierna blev genast mycket debatterade runtom i världen några år framöver. Få var det som kunde bemästra innehållet, men desto fler var intresserade och många tog ställning, för eller emot. Inte oväntat var vänsterradikaler entusiastiska och menade sig ha fått vetenskaplig sanktion för en samhällssyn där inga strukturer var fasta, där inget givet centrum fanns. Och ställda inför detta kom konservativa ofta att inta en tvivlande inställning till teoriernas riktighet.

I det besegrade Tyskland blev dessa konflikter mer akuta än på andra håll, den bräckliga Weimarrepubliken hem-söktes av konflikter där något så abstrakt som fysikaliska teorier blev tillhyggen i de politiska striderna.

Vid det 100-årsfirande tyska naturforskar- och läkarmötet i Leipzig i september 1922 var det meningen att Einstein skulle hålla en huvudföreläsning om relativitetsteorierna, men han ställde in sin föreläsning efter att han hade utsatts för mordhot av högnationalister. Max Planck blev mycket upprörd över att extremister kunde utöva inflytande över vetenskapen och det blev istället Max von Laue som föreläste om relativitetsteorierna.

Saken uppmärksammades mycket i tidningarna. De röster som var för Weimarrepublikens bräckliga demokrati försvarade Einstein, medan högnationalister angrep honom och menade att han inte vågade försvara sina teorier. Men

Einsteins oro var berättigad – i slutet av juni samma sommar hade den tyske utrikesministern Walther Rathenau mördats av antisemitiska högnationalister – ett bland flera politiska mord.

Även några fysikerkollegor ställde sig starkt kritiska till Einsteins relativitetsteorier. Den tyske experimentalfysikern Ernst Gehecke började redan 1911 publicera uppsatser som ifrågasatte Einsteins teorier. Började man relativisera begrepp i fysiken skulle hela mänsklighetens världsbild bli relativiserad med förskräckande följder, menade han.

ÄVEN I SVERIGE fanns motståndare och anhängare bland fysikerna. Strax innan naturforskar-mötet i Leipzig hölls det andra Nordiska fysikermötet i Uppsala. Där handlade de två sista föredragen om relativitetsteorierna.

Det var den norske fysikern Thorstein Wereide som talade om "Relativitetsprincipen och atomfysikken" utgående från Paschens bekräftelser av Sommerfelds relativistiska modifiering av Bohrs atommodell. Hans föredrag emotsades direkt av Harald Nordenson med "Einsteins relativitetsteori och den fysikaliska verkligheten" som kritiskt granskade Einsteins grundantaganden för att se vilken "fysikalisk betydelse [som] kan inläggas i Einsteins formler." Debatten hade dock börjat redan några år tidigare.

Dåvarande hovrättsnotarien Sten Lothigius hade läst den teoretiske fysikern C.W. Oseens uppsats *Sambandet mellan ljus och elektricitet* i den populära tidskriften *Vetenskapen och livet*. Han skrev därför ett brev i maj 1918 till Oseen och presenterade sin egen "strålbands-teori", denna teori försakade visserligen etern men innehöll "kvalitetsstrålar" och "kvantitetsstrålar" i stället. Lothigius bad professorn om kritik samt om litteraturtips, vilket tydligen Oseen bistod honom med för i senare brev kommenterar juristen vad han läst.\*

Lothigius var upprörd över Einsteins



Sten Lothigius (1877–1959) var yrkesverksam som jurist men starkt intresserad av fysik. Initiativtagare till Fysikersamfundet och dess förste skattmästare. Han valdes 1949 till hedersledamot av Fysikersamfundet.

teorier, "hvad som är riktigt däri, är ej nytt och det som är nytt är ej riktigt." Deras diskussion fortsatte men Lothigius blev eftersom allt mer förargad över relativitetsteorierna, men i de flesta breven avhöll han sig från sina utfall och tog i december 1919 istället upp idén om att bilda en nationell fysikförening i Sverige med avsikten "att sammanföra amatörer och vetenskapsmän på området."

Oseen gillade idén och Svenska fysikersamfundet bildades hösten 1920. Oseen valdes till samfundets ordförande och Lothigius blev dess skattmästare. Arbetet inleddes entusiastiskt och Oseen kontaktade genast förlag för att publicera en årsbok – Kosmos – och drog igång föreläsningar.

LOTHIGIUS FORTSATTE emellertid i andra brev att deklarerar sig som "motståndare till Einstein" och jämföra "Hvad kubismen är inom konsten, är Einstein inom vetenskapen." Dessutom innehöll några av hans brev rena personangrepp på Einstein och otäcka antisemitiska utfall. Han

\* Det är således inte som Lothigius skriver i artikeln om "Svenska Fysikersamfundet 25 år" (Kosmos 1945) att deras brevkorrespondens initierade Oseens uppsats i *Vetenskapen och livet*, tvärtom, uppsatsen var anledningen till att Lothigius skrev till Oseen.



Allvar Gullstrand (1862–1930) var professor i ofthalmiatrik från 1894 senare professor i fysikalisk och fysiologisk optik i Uppsala. Gjorde viktiga arbeten om ögats optik särskilt om astigmatismen. Erhöll 1911 års Nobelpris i medicin. I Nobelkommittén för fysik från 1911.

skrev: "Alla judar försöka göra sina läror till religion, på vilka alla skola tro och ingen tvivla och för vilkas riktighet vanliga bevis ej höfvas; så Einstein inom fysiken, Marx inom nationalekonomien (socialismen)."

Lothigius förklarade i ett brev 1923 att Einstein skulle ha lyckats suggerera pressen – ett återkommande argument bland Einsteins motståndare – efter att Oseen bett honom förklara anledningen till sin animositet.

Vad Oseen svarade Lothigius vet vi inte, men i ett annat fall kan vi följa hur Oseen försvarade Einsteins teorier med torr saklighet. Det gäller en annan av Einsteins svenska kritiker, Allvar Gullstrand. Oseen hyste stor respekt för sin kollega och kommenterade att denne, "skrivit en uppsats om Einsteins allmänna relativitetsteori. De resultat, som han framlade i denna uppsats, ha icke blivit någon stötesten för Einsteins teori. Men de stå som ett vittnesbörd om en sällsynt intellektuell kraft hos dess upphovsman."

Gullstrand var annars den expert

inom Nobelkommittén som utredde relativitetsteorierna, men avvisade dem med kommentaren att det var en trossak om man trodde på dem eller inte. Utifrån sin optiskt-geometrisk specialkunskap menade han sig kunna besluta Einsteins teorier med fel. Hans försök i den vägen avvisades dock ett efter ett av Oseen i en mycket intressant brevväxling dem emellan.

Både Gullstrand och Lothigius hade varit mycket intresserade av matematik och fysik i ungdomen, men tvingades att följa i sina fäders fotspår; i Gullstrands fall blev det medicin i Lothigius fall blev det juridik. Möjligen bidrog dessa försakelser till deras starka känslor för fysiken?

Relativitetsteorierna kom att bli etablerade bland fysiker i Sverige mot slutet av 1920-talet, åtminstone den speciella. Lothigius däremot gav sig aldrig, han publicerade 1952 *Tragikomiken inom optiken: Pudelnas kärna sonderad av Sten Lothigius*, där han anförde Lenard, Stark och Gehecke mot relativitetsteorierna.

Och fortfarande lyckas relativitetsteorierna engagera många, som gärna anför olika konspiratoriska förklaringar till att deras kritik inte uppmärksammas. Argumenten känns igen sedan snart 90 år.

KARL GRANDIN  
VETENSKAPSHISTORIKER

## Litteratur:

Aant Elzinga, *Einstein's Nobel Prize: A glimpse behind closed doors – The archival evidence* (Sagamore Beach, 2006).

Thomas Kaiserfeld, *Vetenskap och karriär* (Lund, 1997).

C.W. Oseen, *Atomistiska föreställningar i nutidens fysik: Tid, rum och materia – Femton föreläsningar* (Uppsala, 1919).

C.W. Oseen, "Omkring relativitetsteorien", *Kosmos*, 1 (1921).

Thord Silverbark, *Fysikens filosofi: Diskussioner om Einstein, relativitetsteori och kvantfysiken i Sverige 1910–1970* (Stockholm/Stehag, 1999).

Carl-Olov Stawström, "Hur mottogs relativitetsteorierna av svenska fysiker?", *Kosmos*, 64 (1987).

# Väldokumenterat om kärnklyvningens

## RECENSION

Nhu-Tarnawska Hoa Kim-Ngan och Imre Pázsit  
"The discovery of nuclear fission –  
Women scientists in highlight"  
Chalmers Reproservice

DET HAR SKRIVITS ett mycket stort antal artiklar och böcker som har anknytning till upptäckten av urankärnans klyvning, onekligen en av de största och mest oväntade i fysiken under 1900-talet. Varför då ytterligare en liten bok om 64 sidor?

Boken har först en del om själva upptäckten. Sedan följer en redogörelse för Nobelpriset i kemi 1945 och relevanta nomineringar, information som nu är tillgänglig i Vetenskapsakademiens arkiv då mer än 50 år förflutit. Därpå kommer ett avsnitt om fysiken bakom kärnreaktioner och fissionsprocessen samt kedjereaktioner, ett avsnitt som de flesta av Fysiaktuells läsare är bekanta med. Därpå kommer intressanta biografier om de ledande personligheterna, väsentliga för dagens unga fysiker eftersom pionjärerna verkade för 70 år sedan. Och därefter naturligtvis en omfattande referenslista till relevanta originalarbeten och andra informationskällor.

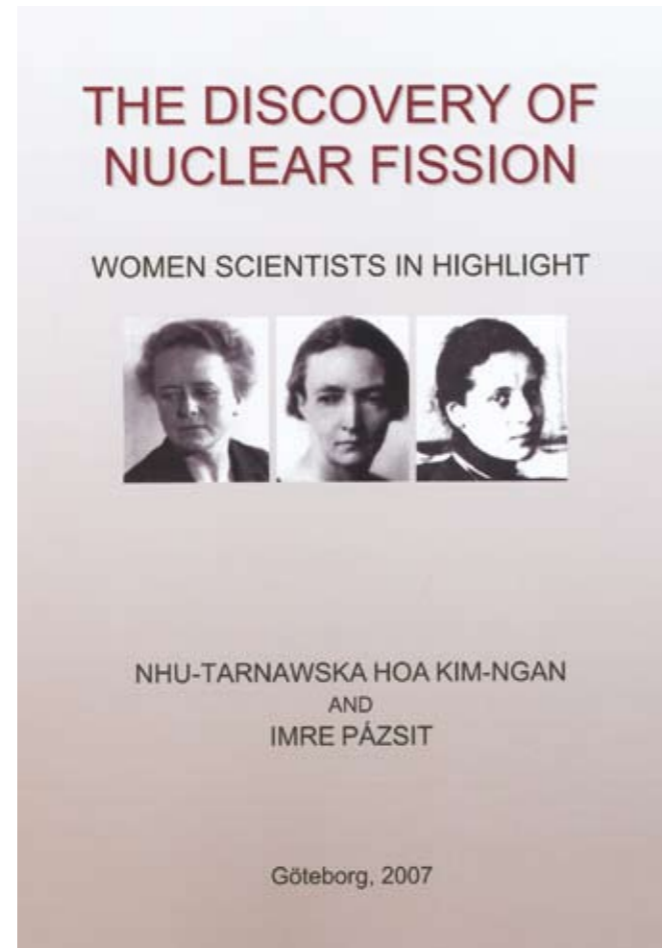
Låt mig med en gång säga att bokens styrka är den omfattande presentationen av dokument som till exempel kopior av patent (Szilard och kedjereaktion) artiklar samt utdrag från brev. Detta berättargrepp ger boken en charm som skapar närhet till händelserna och styrker författarnas målsättning med boken.

Det finns en liten feministisk underton som framgår av bokens undertitel och av omslaget som har porträtt av Ida Noddack, Irène Joliot-Curie och Lise Meitner. Jag förlåter gärna avsaknaden av porträtt av Otto Frisch, Otto Hahn, Fritz Strassman och Willybard Jenschke som alla fyra på olika sätt bidrog till upptäckten av fissionen; Frisch och Jenschke med mätningar av fissionsfragmentens enorma pulshöjder i en proportionalräknare, Strassmans med sin enastående förmåga att hantera analytisk kemi och Hahn som skicklig arbetsledare och institutionschef.

Boken börjar med Ernest Rutherfords pionjärböcker med det radioaktiva sönderfallet för vilket han – en fysiker – något oväntat för honom själv, fick Nobelpriset i kemi redan 1908. Varför i kemi och varför gå så långt tillbaka i tiden?

Under 1800-talet skapades det periodiska systemet och ett stort antal element, många av dem upptäckta av svenska kemister, lät sig placeras i en tvådimensionell tabell på ett logiskt sätt, där element som hamnade i vertikala kolumner hade i stort liknande kemiska egenskaper. Alla elementen satt där stadigt där de satt.

Men i och med Rutherfords upptäckt av isotoper som sönderföll med emission av beta- och alfapartiklar blev lugnet i det periodiska systemet snabbt ett minne blott. Vissa elements oroliga isotoper förflyttade sig både ett och två steg. Ännu värre var det med fissionen, en process där atomnumret kunde ändras med åtskilliga tiotals enheter. Denna uppenbara begränsning i det periodiska systemet förklarar varför upptäckterna av radio-



aktivitet, fission och de transurana elementen ansågs tillhöra kemien, medan många av oss idag anser att dessa upptäckter bättre hör hemma i fysiken.

JAG ÄR SÄRSKILT imponerad av att författarna lyckats rehabilitera Ida Noddack och Irène Joliot-Curie med så övertygande dokument. Idén om urankärnans klyvning var Idas och författarna har lyckats få fatt i brev från deltagare i Fermis grupp som lite skamsna medger att de borde tagit hänsyn till hennes förslag, det vill säga att de observerade radioaktiva substanserna kunde vara klyvningsprodukter och inte transuraner.

Upprättelsen av Irène är också intressant. Hon observerade ju grundämnet lantan i försök där uran bombarderades med långsamma neutroner. Strassman och Irène borde fått dela Nobelpriset i kemi 1945 med Hahn, om man accepterar att upptäckten skulle kunna belönas med ett kemipris.

Författarna gräver fram ett annat fall i garderoberna, nämligen den ungerske kemistens Szilard patenterade förslag om klyvning och kedjereaktioner redan år 1934, det vill säga fyra år före upptäckten av fissionen.

I avsnittet om Lise Meitner visar författarna en del av den sida om förklaringen till fissionen som Meitner och Frisch publicerade i Nature i början av 1939. Det hade varit intressant för läsarna att se hela artikeln som faktiskt är mycket kvalitativ och inte når upp till den standard som Nobelkommitteerna förvänt-

# upptäckare

tar sig av en artikel om en upptäckt som tveklöst vore värd ett Nobelpris. Man lägger också märke till att de inte refererar till Weizsäckers massformel utan vilken förklaringen till fissionsprocessen inte skulle varit möjlig. Meitner och Weizsäcker var ju kolleger vid universitetet i Berlin

Författarna undviker tämligen konsekvent att ha egna värderingar, vilket ofta är en styrka men ibland en svaghet, som till exempel i avsnittet om Nobelpriset. De visade ju i avsnittet om Noddack och Joliot-Curie sin stora respekt för dessa kvinnors insatser, som med dagens inställning skulle ha ansetts vara prisvärda. Men detta till trots skulle det vara svårt att finna en kombination av prisvärda forskare till antalet inte större än tre.

DET EGENDOMLIGA i hela denna fascinerande följd av vetenskapshistoriskt intressanta händelser är att både Hahn och Meitner vid ett par tillfällen, dels i brev till Noddack och Joliot-Curie, med nog så tuffa ord bestämt avrådde dem att publicera sådant nonsens som kärnklyvning. Dessa brev har författarna tydligen inte funnit.

Till sist ett par ord om etnisk och politisk bakgrund. Ida Noddack var medlem i nazistpartiet. Kunde man lita på en så omdömeslös kvinnlig forskare? Var det därför hon avsiktligt glömdes bort? Meitner var av judisk börd och ett offer för en galen diktator. Hon mårde mycket illa av uttalanden av judar i USA som utnämnde henne till atombombens moder. I själva verket var Meitner kosmopolit och kände sig mycket främmande till det hon kallade judism.

Jag rekommenderar gärna boken till alla Fysiaktuells läsare som är intresserade av kultur- och vetenskapshistoria. Kultur därför att denna spektakulära upptäckt kom att på kort tid förändra vårt samhälle på gott och ont. Ont därför att mycket av de politiska spänningarna i dagens värld har att göra med vissa länders ambitioner att skaffa kärnvapen. Gott därför att så mycket av världens energiproduktion fortfarande vilar på kärnenergi – ett ovedersägligt faktum, vare sig vi tar avstånd från denna energiform eller ej.

INGMAR BERGSTRÖM

# Erik Waller – fysiklärare och säkerhetsrisk

En bok om jazz var en av orsakerna till att säkerhetstjänsten riktade ögonen mot Erik Waller.

FÖR FEM ÅR sedan kom den statliga utredningen Säkerhetstjänst, nazism och högerextremism, SOU 2002:94. Den är en senkommen redogörelse för det betydande inslaget av säkerhetsrisker inom framför allt uniformsyrkena. Ett par generaler, som fick lämna sina höga poster på grund av uttalat stöd för nazismen, nämns vid namn i utredningen. En av dem, som enligt sidan 109 i utredningen var föremål för säkerhetstjänstens uttalade intresse utan att tillhöra de uniformerades skara, var fysikläraren Erik Waller.

Han föddes 1903 i Malung, tre år efter det att fadern Jonas Waller i Uppsala lagt fram sin doktorsavhandling i teologi. Efter studier i matematik, fysik och kemi kom Erik Waller att i slutet av 1920-talet arbeta med experimentalfysik, vilket 1929 resulterade i två publikationer: "Versuche zum Nachweis von Atomtrümmern nach der Ionisationsmethode" och "Bestimmung der Eveschen Zahl mit einer Seifenblase als Ionisationsgefäß". Efter att ha avlagt filosofie licentiatexamen genomgick han så kallat provår och valde pedagogisk verksamhet i Stockholm och senare i Falun som sin huvudsakliga yrkesbana.

Erik Waller gick tidigt med i Nationalsocialistiska Arbetarpartiet, vars medlemmar från 1938 efter namnbyte kallade sig svensksocialister. En period var Waller ställföreträdande partiledare.

År 1948 gjorde polisen en razzia mot svensksocialisternas partilokal i Stockholm.aktionen resulterade dock inte i några bevis på direkt landsförräderi.

Waller hade vid krigsslutet sökt en



Möte med svensksocialisterna 1942.

tjänst som adjunkt vid Falu Högre Allmänna Läroverk. En utdragen tillsättning mellan 1945 och 1947 bidrog förmodligen till att Waller fick tid att 1946 ge ut den beryktade boken *Jazzen anfaller*. Där skriver han bland annat: "Man kan inte förstå jazzens utan att taga hänsyn till trenne betydelsefulla fakta beträffande dess tillkomst.

Den har skapats av negrer.

Den har skapats av berusade negrer.

Den har skapats av berusade negrer i bordellmiljö."

REGERINGEN ERLANDER befordrade 1951 Erik Waller till lektor. Valter Lannermark, som under en lång period var rektor, hade bara gott att säga om Waller som lärare.

Efter sin pensionering 1969 föresatte sig Erik Waller att läsa in grundkursen i teoretisk fysik. Han hyrde ett studentrum på Sernanders väg i Uppsala, och gjorde sig känd för att utföra morgongymnastik med vidöppet fönster oavsett utomhustemperatur.

Waller sökte sig på sjuttioalet till forskarutbildningen i teoretisk fysik. Han avlade doktorsexamen 1980 vid 77 års ålder, drygt 80 år efter fadern.

1989 medverkade Waller med fyra helsidor i Sverigedemokraternas tidning, där han hävdade att svensksocialisterna inte var landsförrädare under kriget.

I ett hus i Malung, som Waller blivit ägare till genom arv, återfanns efter Waller död 1991 delar av ett juderegister, som av någon anledning hade sparats för eftervärlden. Arkivet innehåller cirka 3 000 namn och omfattar bokstäverna L till Ö. Arkivet är noggrant fört med namn, uppgifter om anhöriga, tillgångar och jämförbara uppgifter.

Man kan fråga sig vad som kunde ha skett med dem som var upptagna i juderegistret i händelse av en tysk invasion under kriget. Hur skulle Erik Waller och andra ledande svensksocialister ha betett sig i denna hypotetiska situation?

STAFFAN YNGVE

En mer utförlig artikel om Erik Waller kommer i årsboken Kosmos.



# Fasövergång skapar nya dimensioner i rummet

Vi tar ofta rummet och tiden för givet. Men har de alltid existerat, och om inte, hur blev de till? I min doktorsavhandling har jag studerat hur rumsdimensioner kan skapas genom en fasövergång i det tidiga universum.

**VI UPPLEVER BARA** tre rumsdimensioner, men det är möjligt att extra dimensioner gömmer sig vid höga energier, ihoprullade och med mycket liten utsträckning. Kanske kommer vi kunna se dessa dimensioner i nästa generations partikel-experiment, exempelvis vid den stora acceleratoren Large Hadron Collider (LHC) som är under uppbyggnad på CERN i Schweiz.

Idén med extra dimensioner har ungefär hundra år på nacken och går tillbaka till arbeten av tysken Theodor Kaluza och svensken Oskar Klein.

Numera är extra dimensioner ett vanligt förekommande begrepp i teoretisk fysik. Exempelvis så förutsäger den berömda strängteorin existensen av sex eller sju nya dimensioner. Även inom "vanlig" partikelfysik visar sig extra dimensioner vara mycket användbara för att förstå olösta problem, till exempel neutriner och små massor och universums mörka materia.

Man kan tillåta dessa dimensioner att vara större än man naivt skulle tro utan att bryta mot några kända experimentella data. Dimensionernas maximala storlek kan vara från en atometer till en mikrometer, beroende på vilken typ av extradimensionell modell man betraktar.

**NÄR MAN KONSTRUERAR** en partikelfysikmodell så vill man gärna att den ska vara

vad som kallas renomerbar. Det betyder grovt sett att den formuleras på ett sådant sätt att man i slutändan får ut ändliga och meningsfulla resultat för partikelmassor, laddningar och andra fysikaliska observabler.

Vid låga energier kan man betrakta en icke-renomerbar modell som en approximation av en mer fundamental och väldefinierad modell. Så länge energinivåerna är låga kan man ändå få ut meningsfulla resultat som kan jämföras med experiment. Men vid tillräckligt höga energier blir den icke-renomerbara modellen oanvändbar. Man kallar den kritiska energin för cut-offenergi.

Det visar sig att partikelfysikmodeller i fler än tre dimensioner är just icke-renomerbara. Man kan alltså endast betrakta

**Extra dimensioner visar sig mycket användbara för att förstå olösa problem, till exempel neutriner och små massor.**

dem som lågenergiapproximationer, giltiga upp till cut-offenergin. I denna mening är de alltså ofullständiga.

**MEN OM VI** vill förstå skeendena i det tidiga universum måste vi kunna beskriva



Illustration av hur extra dimensioner skapas via en fasövergång. "Dimman" får representera Higgsfälten som "frysar" till konstanta värden vid låga energier. När energin minskar växer extra dimensioner gradvis fram, i detta fall en diskretiserad tvådimensionell torus.

vad som försiggår vid högre energier. Därför måste vi komplettera de extradimensionella modellerna och det är här som fasövergångar i det tidiga universum kommer in i bilden.

Idén, som framfördes av forskare vid Harvard och Fermilab kring milennieskiftet, kallas för dimensionell (de)konstruering. Om man går uppifrån och neråt i energi, konstrueras en dimension. Om man tittar från andra hållet, nerifrån och upp, så dekonstrueras dimensionen.

Modellen som bygger på den här idén är renomerbar och väldefinierad. Vid höga energier beskriver den ett universum bestående av tre rumsdimensioner. I den dimensionella (de)konstrueringen skapas sedan de extra dimensionerna i samband med att en intern symmetri, en så kallad gaugesymmetri, bryts vid en fasövergång. Vid medelhöga energinivåer beskriver

alltså modellen ett universum med extra dimensioner.

Vid de mycket låga energier vi är vana vid i det dagliga livet kan vi inte se de extra dimensionerna, eftersom de är för små. Sammanfattningsvis gäller för (de)konstruering att:

1. Man har en väldefinierad modell för extra dimensioner, som är giltig vid högre energier än normalt.
2. Man har en mekanism för att skapa rumsdimensioner, vilket är ett konceptuellt intressant fenomen.

**HUR SKAPAS DÅ** de extra dimensionerna? Låt oss börja vid höga energier och stega oss ner till låga energier. Vid höga energier beskrivs modellen av en stor gaugesymmetri. Mer precist är denna symmetri en kombination av flera delsymmetrier. För varje delsymmetri svarar ett så kallat gaugefält. Dessa fält är av samma typ som exempelvis det elektromagnetiska fältet.

Utöver gaugefälten beskriver modellen en uppsättning så kallade Higgsfält. Dessa fält har egenskapen att de kan anta ett så kallat vakuumvärde vid låga energier. Det innebär att de antar ett konstant värde i hela rummet. Detta tillstånd respekterar inte symmetrin vilken då bryts ned till en mindre symmetri. Det här symmetribrottet karakteriserar en fasövergång, analogt med vattens fasövergång till is.

Samtidigt som symmetrin bryts skapas de extra dimensionerna. Det som ger

upphov till detta är att Higgsfälten kopplar samman de olika gaugefälten på ett kedjeliknande sätt. Man kan visa att det matematiska uttrycket för modellen efter symmetribrottet blir ekvivalent med en modell med extra dimensioner. Kedjan övergår då till en fysikalisk dimension.

Ett konkret exempel skulle kunna se ut så här:

- Vid energier upp till 1 TeV beskrivs universum väl med tre rumsdimensioner och de partiklar vi är bekanta med.
- Vid energier kring 1 TeV kan vi se de ihoprullade, extra dimensionerna.
- Vid energier kring, säg, 100 TeV försvinner de extra dimensionerna (de dekonstrueras) och universum får återigen tre rumsdimensioner, men med nya partiklar och symmetrier.

Värdena på de kritiska energierna ovan är förstås modellberoende. Exempelvis skulle den övre gränsen kunna ligga mellan 1 TeV och  $10^{18}$  GeV.

Mer precist är den extra dimensionen diskretiserad. Antalet gitterpunkter är en fri parameter och man kan välja sin modell så att dimensionen blir så mjuk och kontinuerlig som man önskar.

Gitteravståndet bestäms av relationen mellan Higgsfältens massor och inbördes kopplingar. Genom att välja olika typer av massor och kopplingar för Higgsfälten är det möjligt att skapa olika geometrier och storlekar för de extra dimensionerna.

**I MIN FORSKNING** har jag bland annat studerat dimensionell dekonstruering i anknäring till olika fenomenologiska aspekter, i synnerhet neutrinfysik. Här gäller det att förstå hur neutriner kan ha så små massor på ett naturligt sätt.

Eftersom neutriner har massor så kan de också oscillera mellan olika neutrinosmaker. Om en viss typ av neutrino rör sig i en dekonstruerad extra dimension så kan den ge upphov till ett speciellt oscillationsmönster. Speciellt skulle man kunna observera aperiodiska svängningar för en modell med ett litet antal gitterpunkter.

Detta skulle eventuellt kunna observeras i framtida neutrinoexperiment såsom Double Chooz experimentet vid fransk-tyska gränsen.

**TOMAS HÄLLGREN**

## BEGREPP

### Modell

En teoretisk konstruktion som syftar till att beskriva en viss aspekt av universum. I denna artikel avser jag partikelfysikmodell, det vill säga en modell som beskriver de minsta beståndsdelarna i naturen.

### Gaugefält

Det kvantfält som svarar mot en gaugepartikel. Ett exempel är det elektromagnetiska fältet, där gaugepartikeln är fotonen.

### Gaugesymmetri

I kvantfältteori beskrivs partiklar som exciteringar av fält. Det finns alltså leptonfält, kvarkfält, fotonfält (det elektromagnetiska fältet) och så vidare. Fysikaliska observabler ändras inte om man multiplicerar fälten med en komplex fasfaktor för varje position i rummet och tiden (grov beskrivning). Denna interna symmetri kallas ofta för gaugesymmetri.

### Higgsfält

Kvantfältet som hör till en Higgspartikel. En Higgspartikel är en partikel som har en speciell potential vilken kan ge upphov till ett symmetribrott vid låga energier. Det klassiska exemplet är Higgspartikeln som förutsågs av standardmodellen för partikelfysik.

Tomas Hällgren har doktorerat vid avdelningen för teoretisk fysik vid Kungliga tekniska högskolan. Han försvarade sin avhandling den 19 september i år med Stephan J. Huber från University of Sussex som opponent.

### Läs mer:

Hela Tomas Hällgrens avhandling "Aspects of dimensional deconstruction and neutrino physics" finns att läsa på [www.diva-portal.org/kth/theses/abstract.xsql?dbid=4480](http://www.diva-portal.org/kth/theses/abstract.xsql?dbid=4480)

En personlig intervju med Tomas Hällgren finns på nästa uppslag.



## Han har gehör för relativitetsmusik

Du disputerade i september. Vad gör du nu?

Än så länge sitter jag kvar på KTH och knyter ihop lösa trådar. Jag har sökt och ska söka ytterligare postdoc-tjänster, men håller även dörrarna öppna mot industrin. En postdoc utomlands vore intressant, men det är mycket som ska passa, bland annat med tanke på min flickvän.

Hur kom du på att du ville doktorera om dimensionell dekonstruering?

Jag tyckte att det var intressant med teoretisk fysik och inriktade mig mycket mot det. Dessutom gjorde jag mitt examensarbete inom ett liknande område.

Hur vill du beskriva din tid som doktorand?

Kul! Det gick lite långsamt i början, men ju mer jag kom in i ämnet och kände att jag behärskade det och kunde komma med egna förslag, desto mer intressant blev det. Jag har försökt hålla ganska regelbundna arbetstider, men mentalt har jag ofta tagit med mig mina saker och funderat på dem lite var som helst.

Vad är det viktigaste du tar med dig vidare i livet?

Rent allmänt hur man arbetar som forskare. Hur man lägger upp projekt med hypoteser, diskussioner och sedan går vidare med publikationer och konferenser.

Vad gör du när du inte håller på med fysik?

Mitt största intresse är musik. Jag spelar gitarr och piano, mest

**Tomas Hällgren**

**Ålder:** 29 år

**Familj:** Flickvän till-  
lika sambo.

**Bakgrund:** Kom-  
mer från Uppsala.  
Pluggade fysik på  
matnat vid Uppsala  
universitet.

**Intressen:** Musik  
och bollsporter.

**Forskning:** Dimen-  
sionell dekonstru-  
ering, se föregående  
upplag.



pop och rock på gehör. Jag har ingen direkt favoritlåt, men en roligt låt, som också passar lite speciellt, är Queens "39" från albumet "A night at the opera". Det är kanske den enda låten i världshistorien som handlar om speciell relativitetsteori. Den är skriven av Brian May (gitarrist i Queen), som nyligen blev doktor i astrofysik!

INGELA ROOS



Azpect Photonics har jobbat med Newport / Spectra-Physics i dryga två år och det har blivit en riktig succé. Vi får hela tiden återkoppling från våra kunder att vi har ett komplett sortiment med allt som behövs i labbet.

Ett exempel på det lyckade samarbetet är att vi på dessa dryga två år levererat nära hundra optiska bord med varierande storlek och dämpning.

Vi kan erbjuda i stort sett vilken storlek och form som helst med marknadens bästa dämpning och vibrationsisolering.

Vill du ha hjälp med att hitta rätt lösning för just din applikation, så tveka inte att kontakta oss per telefon eller mejl. Mer information om hur du når oss hittar du på vår hemsida:

[www.azpect.com](http://www.azpect.com)



mikael.hell@azpect.com

## Elektronisk tidskrift sprider flodvåg av studentuppsatser

I Sverige produceras varje år ett stort antal uppsatser i form av examensarbeten och projektarbeten inom olika utbildningar. Många av dessa är mycket läsvärda men har av olika skäl svårt att nå en större publik.

NÄR STUDENTER lagt ned stor möda på att producera en uppsats, förtjänar de att ha möjlighet att sprida den. Genom internet är det lätt för dem att publicera sina arbeten, men det är inte alltid lätt för den som söker information att finna den.

Vid Högskolan Kristianstad har detta problem uppmärksammats och en elektronisk tidskrift skapats, dedikerad till publicering av studentarbeten. Syftet är att underlätta informationssökning, samt att fungera som en kvalitetskontroll. Liknande tidskrifter vid andra universitet, främst i USA, har visat sig fungera som kontaktskapare mellan studenter och företag. Detta ett sätt att popularisera naturvetenskap och teknik, till nytta för alla parter.

Tidskriften heter *Tidskrift för Studerande Uppsatser i Naturvetenskap, Matematik och Informatik* (TSUNAMI). Den startade i januari 2003 och är nu inne på sitt femte år. Inriktningen har främst varit mot lärarstudier och yrkesverksamma lärare, samt intresserad allmänhet, men en mycket flexibel attityd hos redaktionen gör att vi beaktar alla bidrag från studenter inom universitet och högskolor som faller inom tidskriftens ämnesområden i en vid bemärkelse. Till detta kommer dessutom att tidskriften dessutom publicerar gymnasieelevers projektarbeten. Hittills har två sådana arbeten publicerats (båda inom fysik), varför även bidrag från gymnasieelever välkomnas.

Majoriteten av publicerade bidrag har varit inom matematikdidaktik, där ett mycket gott gensvar har märkts från både forskare och yrkesverksamma lärare. Men även biologiska och ekologiska studier finns med bland dom mest nedladdade. I genomsnitt laddas det ner cirka 1000

artiklar i månaden under terminstid. Då vi inte har någon annan besöksstatistik uppskattas antalet besökare till tre till tio gånger antalet nedladdade artiklar.

Exempel på artiklar är *Geometri i gymnasiematematiken – En jämförande studie av svenska och finländska matematikböcker* (TSUNAMI 3/2005), *Ljuset – svindlande snabbt, obegripligt att förstå* (Gymnasiearbete, TSUNAMI 2/2005) och *Extramuralt lärande – Elevers attityder och lärande i samband med "Tema Energi" på Navet, ett science center i Borås* (TSUNAMI 1/2004).

HELA KONCEPTET bygger på frivillighet, där författarna sänder in sina arbeten till redaktionen, som ser till att arbetena granskas och bedöms anonymt. Genom att publiceringen sker digitalt finns egentligen ingen gräns för hur mycket som kan publiceras, annat än arbetsbelastningen på redaktionen och granskarna.

Sedan 2006 publiceras dessutom bokrecensioner och vi hoppas även kunna publicera recensioner av dataprogram och experimentutrustning inom en nära framtid.

Men detta kräver dock insatser av frivilliga. Det som vi alltid är på jakt efter är bra uppsatser som kan intressera andra men som inte kommer att kunna spridas till en större publik. Det jag skulle vilja be Fysikaktuelltts läsare om är att skicka in eller uppmana era studenter att skicka in sina arbeten till oss för publicering.

Vi önskar dessutom få kontakt med personer som kan tänka sig att antingen ställa upp som granskare och/eller recensenter av böcker, dataprogram, experimentutrustning, filmer et.c.

JONAS PERSSON

Tidskriftens hemsida:  
<http://tsunami.hkr.se>

Kontakt:  
tsunami@mna.hkr.se  
jonas.persson@mna.hkr.se



Foto: Hannu Lijja

## Tsunamis redaktör

Jonas Persson är fysikdocent vid Högskolan Kristianstad och välkänd i många kretsar för sina utåtriktade aktiviteter.

Nyligen fick han tillsammans med kollegan Urban Eriksson ta emot Kristianstads Sparbanks Utvecklingsstiftelses pris på 200 000 för att utrusta ett mobilt planetarium med en digital projektor. Vill allt sig väl kommer det att vara del av ett framtida Science Center i Kristianstad.

Varför är du intresserad av forskningskommunikation?

– Det handlar om att föra ut kunskap till allmänheten. Universitetens uppgift är att undervisa, forska och informera. Att föra ut forskning är ett sätt att informera, en folkbildningsinsats. Gör man inte det är det lätt att man tappar fokus på det som är viktigt.

Vad gör du just nu?

– Pustar ut efter att just ha publicerat en lärobok i optik och vågrörelselära, installerat den digitala projektoren vi just köpt in till högskolans uppblåsbara planetarium och EU-evenemanget Researchers' night.

Vad händer sen?

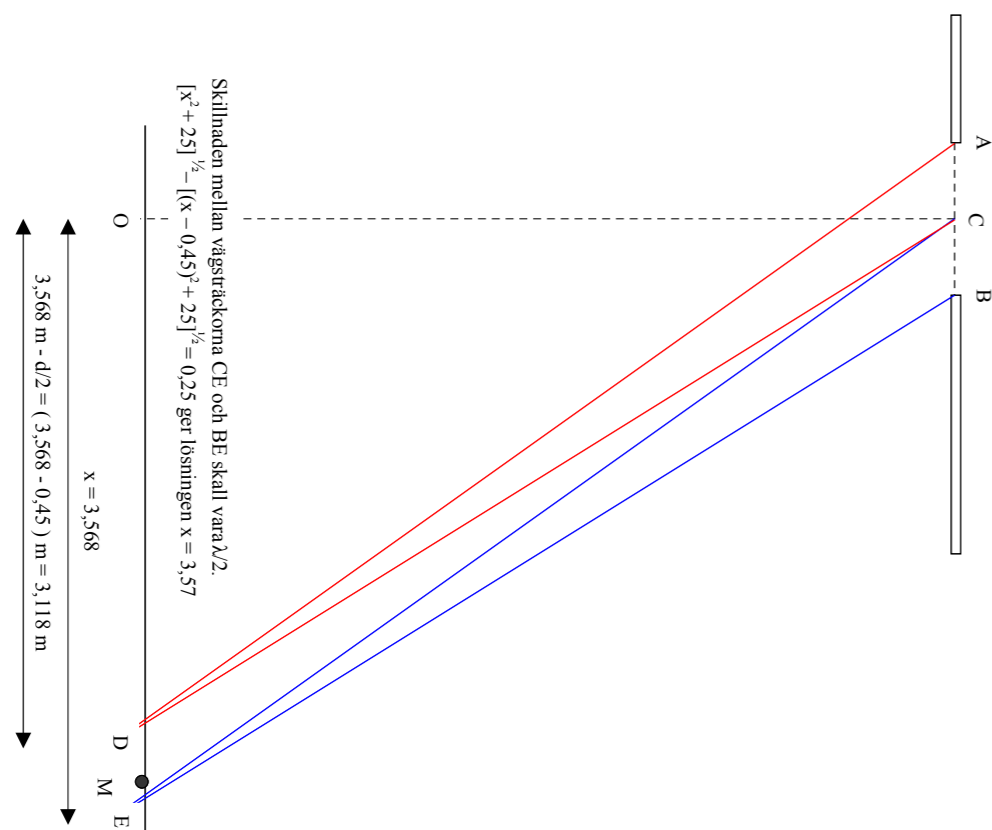
– Jag hoppas kunna avsluta dom idéböcker med experiment och demonstrationer som jag började med för fem år sedan. Optik och akustik är klara, Termodynamik börjar att närma sig slutet och resten ligger som osorterade papper i en hög.

PETER APELL

# Rätt lösning till uppgift 1 i fysiktävlingen

I förra numret av Fysikaktuellt (nr 3/2007) publicerades en lösning till uppgift 1 i 2007 års fysiktävling, kvalificeringsdelen. Lösningen var inte helt rätt och avvek mycket från det svar, som gavs i de utskickade lösningarna. Här nedan presenterar vi den fullständiga lösningen, samt en förklaring till varför den överensstämmer så bra med den enkla lösningen, som bygger på enkelspalt-formeln.

PROBLEMMAKARGRUPPEN,  
ANDERS JÄRUND OCH BIRGER JÖRGENSEN



Avvikelsen från första lösningen är alltså 0,002. Alltså en mycket god approximation.

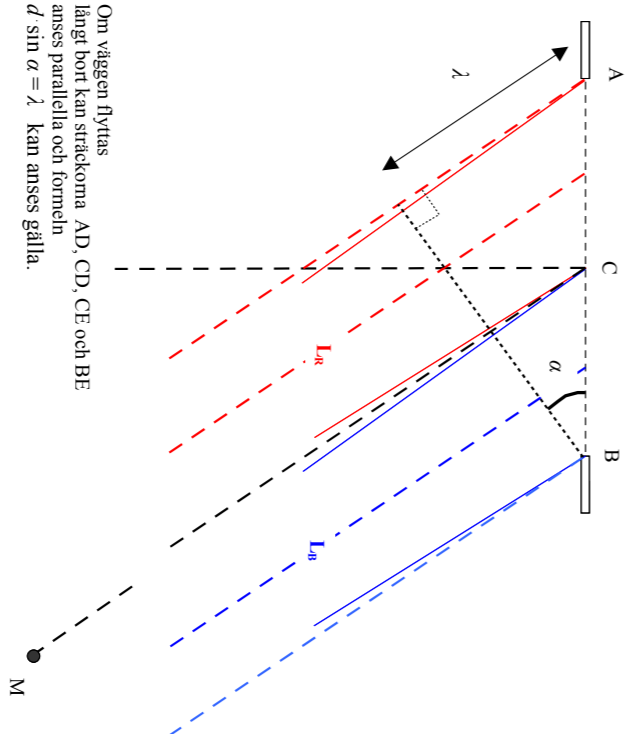
OM = 3,341 ≈ 3,34

OM = 5 · tan α

Vinkeln α är densamma som vinkeln OCM varvid sträckan OM kan beräknas

0,9 sin α = 0,50 ger vinkeln α = 33,74899°

Om väggen flyttas långt bort kan sträckorna AD, CD, CE och BE anses parallella och formeln  $d \sin \alpha = \lambda$  kan anses gälla.



Ljudvågorna utsläcker varandra parvis i ett område D-E. Stolen bör placeras mitt i detta område där minimumpunkten bör ligga. Denna punkt ligger  $(3.568 + 3.118) / 2 = 3.343 \approx 3.34$  m från mittlinjen.



## ”Nu fattar jag! – Heureka!”

Man blir så lycklig när man förstår! Arkimedes lär ha rusat ut på gatan i bara badlakanet, tjoande Heureka!, när han förstod att det gick att mäta en oregelbunden kropps volym.

**Heureka innehåller:**

läroböcker, övningsböcker, lärarhandledningar, abonnemangstjänst

**Författare:** Rune Alphonse, Lars Bergström, Per Gunnvald, Erik Johansson, Inger Kristiansen, Roy Nilsson

Gymnasieeleven uppträder vanligen mera behärskat, men blir säkert lika tillfreds innerst inne när de fysikaliska sambanden faller på plats.

Med läromedlet Heureka!, fysik kurs A och B, går fysiken att förstå. Den genomtänkta strukturen gör att saker faller på plats, en efter en och övningsuppgifterna stöttar förståelsen. Nya begrepp införs där de behövs, och framställningen bygger då vidare på en stabil grund. De mest krävande kursmomenten ligger i kursens senare del.

Med Tänk till!-uppgifter utmanas eleverna och lockas till diskussion, och Kontroll-uppgifterna ger kvittens på att man förstått.

Ett flexibelt webbstöd för båda kurserna underlättar för de elever som vill träna mera, få andra infallsvinklar på ämnet eller ytterligare befästa sina kunskaper. Mera träning och utmaningar finns i tilläggs- häftena Övningar och problem A och B. För läraren finns gedigna lärarhandledningar som inkluderar kopieringsunderlag. Läs mer och beställ på [www.nok.se](http://www.nok.se)



I det här numret av Fysikaktuellt fokuserar vi lite extra på undervisning. Göran Grimvall frågar sig vilken anledning skolelever egentligen har för att alls intressera sig för fysik. Därefter möter vi Per Malmström, engagerad gymnasielärare i fysik. Slutligen handlar det om fysikens didaktik – ett relativt ungt forskningsområde som ännu inte övertygat alla.

## Vad ska man med fysik till?



**VID ETT SYMPOSIUM** i Uppsala i juni 2007 om naturvetenskap och allmänbildning refererades en elevsynpunkt att ”skolfysiken ger ointressanta svar på frågor man aldrig skulle komma på tanken att ställa sig”.

Kanske menade eleven problem av typen att räkna ut den fart en isklump får när den glidit 13,7 m nedför ett friktionsfritt tak som lutar 15 grader mot horisontalplanet. Inte ens en fysiklärare ställer sig den frågan, och räknar ut saken när hon återvänder från sin vinterpromenad. Likväl kan frågeställningen vara relevant som ett enkelt och konkret exempel att träna på, för den som så småningom skall utbilda sig till t ex ingenjör.

Men om vi nu bortser från skolfysikens roll som inledande steg i en utbildning till en viss profession – vad skall man då ha fysikkunskaperna till? Ett uppenbart svar är att de påverkar vår världsbild. Skeenden omkring oss är inte slumpmässiga, utan följer naturlagar.

Man kanske också känner en glädje över att förstå hur en regnbåge uppkommer, på samma sätt som man kan känna glädje över att kunna namn på växter eller känna igen fågelläten. Men vad har man egentligen för nytta av fysikkunskaper, i det dagliga livet och utan koppling till yrket?

**FRÅGAN KRÄVER** en precisering. Några kanske säger att man som bilförare har nytta av fysikkunskaper eftersom man då förstår varför bilen uppför sig på ett visst sätt. Men det är snarast en fråga om ”nytta” av samma slag som i exemplet med regnbågen. Det är knappast troligt att fysiklärare är inblandade i färre bilolyckor än kemilärare eller läkare eller andra yrkeskategorier, bara för att de läst mer fysik.

Ett bättre kriterium på nyttan av kunskaperna är om de gör att man agerar på ett annorlunda sätt än man skulle ha gjort utan de kunskaperna. Hur ofta uppkommer en sådan situation?

Om man ansluter för många apparater till samma eluttag kanske en säkring löses ut. Den fysikkunnige inser varför, och gör inte om det. Men den som helt saknar fysikkunskaper och räkar ut för samma sak gör inte heller om det – åtminstone inte om någon säger att ”så får man inte göra” utan att det för den skull behöver motiveras. Det är alltså inte alldeles lätt att hitta vardagsexempel på att fysikkunskaper gör att man agerar annorlunda.

**INTERNET INNEBÄR** en helt ny situation när det gäller informationsöverföring, och det är värt att se på exempel därifrån. Många söker köpråd på internet, t ex om värmepumpar och kameror. Det är ofta fyllda med teknisk information men i slutändan gäller det i regel få alternativ och med explicita råd, skrivna i lättfattlig form och utformade av experter på området. Inte heller i detta fall är det troligt att någon utgående från skolans fysikkunskaper kommer fram till andra beslut än de som rekommenderats.

Men det finns också annan information på internet – information som bok-

stavligt kan vara livsviktig, som berör alla och som också kommer att utnyttjas av nästan alla. Jag tänker på medicinsk information. I dag är många patienter mycket pålästa om sina verkliga eller förmodade krämpor när de besöker läkare. Låt oss utgå från att det som står på de seriösa internetsajterna i princip är korrekt. Hur väl kan man då ta emot den informationen, och tolka den rätt? Kommer fysik in i någon form, och i så fall hur?

Några viktiga exempel är grafiska representationer, kvantifiering och enheter. Det är inget unikt för fysiken, men just fysik ger många möjligheter till träning i att rita och tolka diagram, beräkna numeriska svar och använda korrekta enheter.

Kanske är sådana övergripande kunskaper och färdigheter det allra viktigaste i skolfysiken? Det innebär att man skall kunna tolka information från områden man inte har studerat. Den kunskapen och förmågan ligger långt från minneskunskaper inom specifika områden som elektriska kretsar eller vägrörelser. Den ligger också ganska långt från den betoning av ”förståelse” som fysikpedagogiken länge sysslat med, t ex Kirchhoffs lagar för elkretsar eller Newtons tredje lag.

Internet innebär en så total omvälvning av informationsspridning, sann och falsk, att det måste ha stora konsekvenser för synen på kunskap och utbildning. Förmågan att tillgodogöra sig information utanför områden man studerat i skolan blir viktigare än vetande inom begränsade fält. Hur bör det återspeglas i kursinnehåll och typ av kunskapskontroll inom skolfysikens värld?

**GÖRAN GRIMVALL**  
PROFESSOR VID KTH

## Här blomstrar gymnasiefysiken

**Vid terminens slut går fysikläraren Per Malmström i pension. Hans skola kan stoltsera med en ovanligt välrenommerad fysikundervisning och en imponerande statistik i skolornas fysiktävling.**

**TROTS ÅTSKILLIGA** rapporter om att ungdomars intresse för naturvetenskap dalar, så har ämnet fysik ett ovanligt starkt fotfäste på Östrabogymnasiet i Uddevalla. En av orsakerna heter Per Malmström, engagerad fysiklärare på skolan sedan 36 år tillbaka. Vad är det som gör er fysikundervisning så framgångsrik?

– Det är jättesvårt att säga. Jag tror det är för att vi är duktiga och kompetenta lärare, välutbildade och erfarna. Eleverna märker vår glädje, säger Per Malmström.

På skolan finns för närvarande sju fysiklärare som undervisar de tre parallellklasserna på det naturvetenskapliga programmet. Med en licentiatexamen i astronomi från Uppsala universitet i bagaget är Per Malmström en av skolans två lektorer i fysik. Sedan 1970 har han undervisat i fysik på gymnasienivå.

– Jag tycker att det är väldigt roligt. Den största belöningen för mig är när eleverna förstår och tycker det är kul.

**NÄR NV-PROGRAMMET** gjordes om 1997 ordnade Per Malmström och hans kollegor en valbar matematik- och fysikinriktning där eleverna fick läsa 30 procent mer fysik än normalt. Det var också obligatoriskt att delta i Fysiktävlingen.

Matematik- och fysikinriktningen finns inte kvar längre, men eleverna kan välja experimentell fysik som individuellt val både i årskurs två och tre. Just nu är det fjorton elever i årskurs två, och till kursen i åk tre har sexton elever anmält sig.



Östrabogymnasister studerar röntgenstrålning på Vetenskapens hus i Stockholm.



Per Malmström, engagerad och erfaren fysiklärare på Östrabogymnasiet i Uddevalla.

– I årskurs två fokuserar vi på kapillärkrafter, ånga och gaslagar, medan sistaårseleverna bland annat läser utökad atom- och kärnfysik.

Per Malmström tar också med eleverna till Stockholm där de under några dagar gör olika experiment på Vetenskapens hus.

Även i den ”vanliga” fysikundervisningen anordnar Östrabogymnasiet laborationer i halvklass varenda vecka. Läsåret är upplagt lite i högskolestil, med tre läsperioder som var och en avslutas med tentamensvecka.

– En bidragande orsak till att det fungerar så bra med fysik är att vi har haft rektorer, oftast naturvetare, som insett värdet även av mer kvalificerad undervisning.

Dessutom samlas hela NV-programmet i aulan en gång var tredje vecka. Elever som varit på studiebesök eller tävlingar rapporterar och de som gjort extra bra ifrån sig uppmärksammas. Det har blivit

en hel del genom åren – kanske ingen annan skola har lika god prisstatistik i skolornas fysiktävling.

– Det är extra roligt för en landsortsskola! Stämningen bland eleverna tillåter att man är duktig i fysik, utan att man blir stämplad som plugghäst.

Goda resultat i fysiktävlingen är inget mål med undervisningen, men Per Malmström erbjuder övningsräkningar och förberedelser (sammanlagt sex till åtta timmar) inför tävlingen. Femton till tjugo elever brukar ställa upp varje år.

**JOBDET SOM FYSIKLÄRARE** är svårast när tiden inte räcker till, tycker Per Malmström.

– Det känns som ett svek när man måste gå vidare utan att alla har förstått. Man märker sen på proven att alla inte har nått mognaden.

Det krävs ett stort arbete för att lära eleverna fysikens tankeätt, och få dem att överge invanda föreställningar – utan att styra dem jättemycket. Och det är svårare nuförtiden.

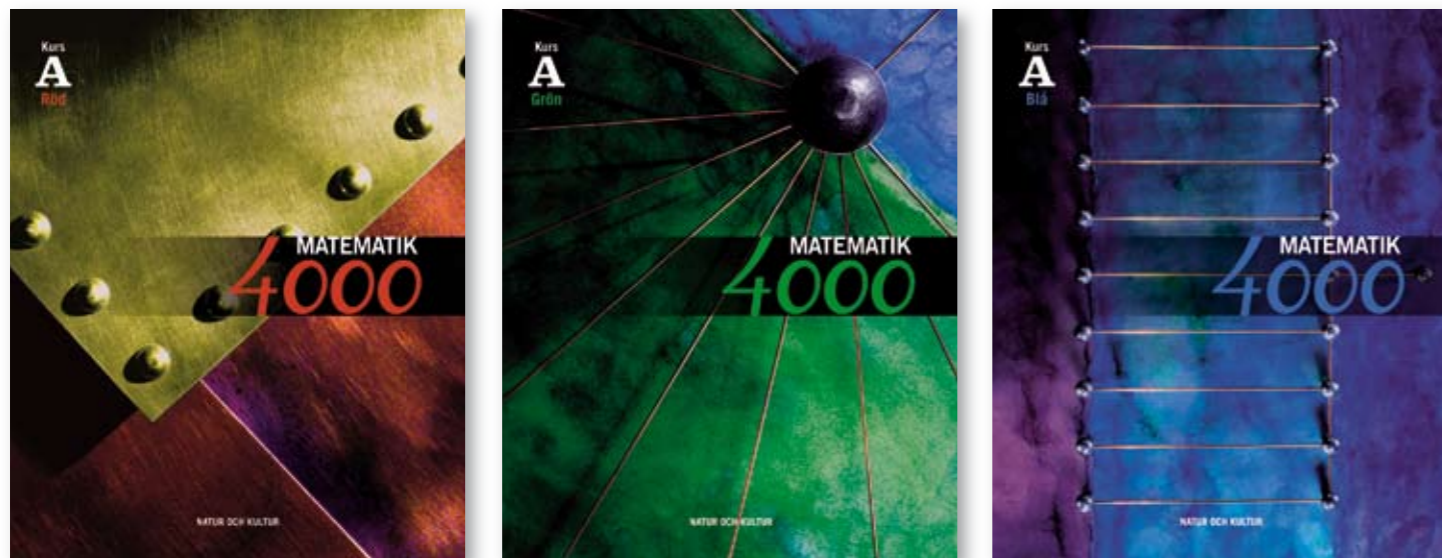
– Elevernas förmåga till abstrakt tänkande har minskat. De har inte lika mycket med sig från högstadiet som förr. Nu är det också mer tryck på ungdomarna ifrån andra håll, till exempel från TV. Man ska se bra ut, tjäna pengar och mycket annat.

Något färdigt recept för att väcka elevernas intresse kan han inte bjuda på, men han menar att det är viktigt att man själv tycker att fysiken är rolig och gör eleverna uppmärksamma på de fenomen som finns. Just fascinationen för fysikfenomen är den ena av Per Malmströms drivkrafter som lärare. Den andra är att föra kunskapsarvet vidare, gärna med ett historiskt perspektiv.

– Det är fantastiskt att vi kan förstå så mycket av omvärlden, samtidigt som vi vet så lite egentligen.

INGELA ROOS





## Matematik 4000 för alla!

- Ett heltäckande läromedel för alla elever på alla program
- Motiverar eleverna och ger dem självförtroende
- Ökat fokus på kommunikation
- Lätt att arbeta med och att variera

### Matematik 4000 innehåller:

Kurs A Grön, Kurs A Blå,  
Kurs A Röd,  
Kurs B Blå utk vt 2008,  
Kurs B Grön och Kurs B Röd  
utk ht 2008.

**Författare:** Lena Alfredsson,  
Hans Brolin, Patrik Erixon,  
Hans Heikne, Anita Ristamäki

Matematik 4000, den nya generationen matematikläromedel för gymnasieskolan och vuxenutbildningen, ger eleverna många tillfällen att upptäcka och bearbeta matematiken. Framställningen är liksom föregångaren Matematik 3000 baserad på färdigheter – förståelse – problemlösning, men nu med ökat fokus på kommunikation.

Matematik 4000 är resultatet av en rejäl modernisering som t ex nya inslag med

kontext, ett mer elevnära språk i aktuella vardagssituationer och fler aktiviteter i form av laborationer och diskussionsövningar. Dessutom har böckerna fått ny layout helt i fyrfärg.

Röd bok är lättast, Grön bok medelsvår och Blå bok svårast.

Det interaktiva webbstödet från The Education uppdateras för att passa Matematik 4000.

Läs mer på [www.matematik4000.nu](http://www.matematik4000.nu)

## Mot bättre undervisning och lärande i fysik

Hur ger vi våra studenter och elever bättre möjligheter att lära sig fysik? Det är en central fråga för forskningen inom fysikens didaktik. Cedric Linder, professor i fysikens didaktik vid Uppsala universitet, presenterar forskningsfältet.

FYSIKENS DIDAKTIK, eller "physics education research" som det heter på engelska, är ett forskningsområde som handlar om lärande och undervisning inom fysik. Forskningens resultat bidrar till att stärka och styra upp det pedagogiska utvecklingsarbetet inom fysiken, i synnerhet på universitetens grundnivå.

Till gagn för alla har det skapats en omfattande litteratur på området grundad på forskningens rön, allt från böcker om undervisning och lärande till kursböcker och laborationsmaterial. Några exempel finns i litteraturlistan nedan.

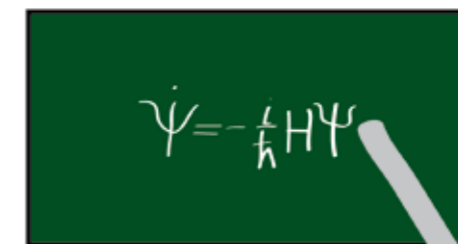
Didaktikforskare vid universitetens fysikinstitutioner har ett perfekt läge för att studera både undervisning och inläring av fysik.

Forskningen har bland annat visat att universitetsstudenter typiskt stöter på många oväntade hinder i sitt lärande. Detta kan upplevas som både komplext och skrämmande av studenterna och är ett mycket större problem än vad man trott, eftersom deras lärare inte alltid känner igen, eller ens till, dessa hinder.

Forskningsgrupperna är oftast placerade vid universitetens fysikinstitutioner. Där har de ett utmärkt läge för att kunna både forska och ge information om fysikens och fysikundervisningens problem.

Just nu finns det ett sjuttioal sådana forskargrupper, främst i USA och Tyskland, men allt fler startas över hela världen. Den första svenska lärostolsprofessorn i fysik med inriktning mot fysikens didaktik tillsattes år 2000 vid Uppsala universitet.

INOM FYSIKENS didaktik strävar man efter



en bättre förståelse för samspelen mellan undervisning, inläring och fysikämnetets natur. Mot bakgrund av detta studeras bland annat olika aspekter av inlärmingsmiljön, som exempelvis studenters och lärares kunskapsyn, metakognition, kön, kultur och världssyn.

Forskningen inom fysikens didaktik spänner över ett brett spektrum där man försöker besvara frågor av karaktären *hur*, *vad*, och *varför*. Empiriska studier av exempelvis upplevelsen av att lära sig fysik ligger till grund för skapandet av teoretiska modeller, som kan appliceras på olika aspekter av fysikundervisningen. Målet är att förstå under vilka omständigheter inläringen kan gynnas, och att sprida kunskapen så att andra kan använda och diskutera den.

Kunskaper som kommer fram genom den didaktiska forskningen ger en utmärkt grund för utveckling av kurs- och läroplaner, inlärmingsmiljöer och olika undervisningsmetoder. Ett utmärkt exempel på sådant arbete finns vid University of Western Michigan. En god illustration av hur kunskaperna kan användas, och



en bra introduktion till fysikens didaktik är Edward Redishs bok *Teaching Physics With the Physics Suite*.

Forskning inom fysikens didaktik, och utvecklingsarbete baserat på resultaten, har haft stor betydelse för förändringar av undervisning och lärande inom fysik, i synnerhet i USA. Dock är det ett relativt ungt forskningsfält och många fundamentala områden, som behöver få en ordentlig vetenskaplig genomlysning, kvarstår.

CEDRIC LINDER

### Läs mer:

Exempel på forskningsartiklar:

Airey, J. and Linder, C. (2006) Language and the experience of learning university physics in Sweden. *European Journal of Physics*, 27, 553-560.

Linder, C., Fraser, D. and Pang, M.F. (2006). Using a variation approach to enhance physics learning in a college classroom. *The Physics Teacher*, 44(9), 589-592.

Domert, D., Linder, C. and Ingerman, Å (2005). Probability as a conceptual hurdle to understanding one-dimensional quantum scattering and tunnelling. *European Journal of Physics*, 26 (2005) 47-59.

Exempel på tillämpningar:

"Teaching Physics With the Physics Suite" av Edward Redish. Ett nästan komplett utkast kan laddas ned från [www2.physics.umu.edu/redish/Book/](http://www2.physics.umu.edu/redish/Book/).

University of Western Michigan:  
[homepages.wmich.edu/chenders/rbis.htm](http://homepages.wmich.edu/chenders/rbis.htm)

På nästa uppslag diskuterar Cedric Linder fysikens didaktik med Anders Kastberg.



# Vilket berättigande har fysikdidaktik?

**Forskningsområdet fysikens didaktik möts med skepsis på sina håll i Fysikersverige. Här diskuterar professor Cedric Linder sitt område med Fysikersamfundets ordförande Anders Kastberg.**

**Cedric, hur länge har fysikens didaktik funnits som forskningsområde?**

**CL:** Formellt i Sverige sedan år 2000. Internationellt har forskning bedrivits av människor med goda fysikkunskaper, inom fysikinstitutioner, i mer än 40 år. Det är särskilt stort i USA, men även i Tyskland har man forskat inom området under lång tid. Området växer och tidskriften *Physical Review Letters* startade nyligen en ny avdelning just för forskning om fysikutbildning.

**AK:** Men när blir det egentligen forskning? Ibland när fysikens didaktik beskrivs för mig låter det som någon sorts supportfunktion för fysikundervisning, och ibland beskrivs det som nyfikenhetsbaserad forskning. Är det både och?

**CL:** Är det inte så för alla fysikens områden – en del är grundforskning och en del är utvecklingsarbete? Det går inte att utveckla undervisning och lärande om du inte har några bevis, det funkar inte att bara gå på känsla. Forskningen har nämligen visat att vad folk tror är bra undervisning ofta egentligen inte är så bra som man tror. Så om du vill göra utvecklingsarbete så måste du ta till dig forskningsresultaten.

**AK:** Personligen vill jag bedriva grundläggande fysikforskning därför att frågeställningarna är intressanta i sig själva. Jag vet inte vad forskningen kommer att leda till, och jag bryr mig inte riktigt heller. Och här gör fysikens didaktik mig förbryllad. Jag skulle förstå om ni drevs av viljan att förstå hur någon lär sig fysik. Men oftast får jag förklarat för mig att "fysikens didaktik är bra för då kan vi alla bli bättre på att lära ut fysik". Då tycker jag att det handlar mer om utveckling än om forskning.

**CL:** Jag håller med dig i ditt tankesätt. När jag letar efter nya forskningsuppslag



*Anders Kastberg, professor i experimentell optisk fysik vid Umeå universitet. Han är inte emot fysikens didaktik som ämne, men heller inte övertygad om att den är meningsfull.*

så drivs jag av nyfikenhet, inte av nyttan i utvecklingsarbetet.

Men du kan föreställa dig hur svårt det har varit att legitimeras forskningsgrupper som jobbar med utbildningsfrågor inom fysikinstitutionerna. Så tidiga dagars försäljningsargument var: "Ni kan ha nytta av det här". Det du hör är en kvarleva av det.

**AK:** Men om ni håller fast vid det argumentet, blir det inte då problem med vem som ska finansiera er?

**CL:** Jag förstår vad du menar, men jag vill tro att det finns en koppling. Vi publicerar våra forskningsresultat och sen kan andra människor använda dem i sitt utvecklingsarbete. Jag tänker inte stå för själva utvecklingsarbetet.

**Vem ska göra det då?**

**CL:** Alla lärare borde utveckla sitt arbete, jag ser det inte som mitt jobb. Däremot är det mitt jobb att förse dem med användbara saker.

**AK:** Men då borde det finnas behov av en tillämpad fysikens didaktik också, som utgör länken mellan sådana som du och sådana som jag. Någon måste använda kunskapen som Cedric producerar, så att den blir till verktyg som jag kan använda i min undervisning.



*Cedric Linder, professor i fysikens didaktik vid Uppsala universitet. Med en bakgrund i både fysik och didaktik är han övertygad om värdet av fysikens didaktik.*

**CL:** Det finns det definitivt folk som gör. Amerikanerna har varit mest effektiva på att utveckla undervisningsstrategier – det är nästan som en industri.

**Kan du ge oss något konkret exempel på hur forskning i fysikens didaktik förbättrat undervisningen?**

**CL:** Vi har visat att studenter inte lär sig så mycket när läraren bara står framför klassen och pratar. På mitt universitet i Sydafrika började vi undervisa fysik på andra sätt, med mer interaktion i klassrummet, mer diskussioner och större tyngdpunkt på att konceptuellt utforska fysiken, alltså inte enbart matematisk utforskning.

**AK:** Har det bevisats fungera? Och vilken betydelse lägger du i så fall i ordet "fungera"?

**CL:** Absolut. "Fungera" betyder att lärandeprocessen fungerat bättre, att studenterna fått bättre kunskaper.

**AK:** Bättre för alla eller bara för några studenter?

**CL:** Nej, inte för varenda en. Men för att registrera en medicin mot huvudvärk måste den inte heller kureras alla.

**AK:** Jag har fått intrycket att fysikens didaktik mest sysslar med att undersöka hur

studenter som inte är särskilt duktiga eller intresserade lär sig fysik. Hur är det med begåvade studenter, de som går vidare till fortsättningskurser i kvantmekanik? Förbättrar forskningen i fysikens didaktik deras lärande också?

**CL:** Forskningen har länge varit centrerad kring den introducerande fysikundervisningen. Men under de senaste fem åren har forskningen börjat växa in över andra områden, till exempel kvantmekanik. Här i Uppsala har vi publicerat en artikel kring hur studenter förstår kvantspridning och hur de relaterar den till sin uppfattning av sannolikhet. Så forskningen börjar breda ut sig, men jag kan inte påstå att dessa resultat hunnit användas i undervisningen än.

**AK:** Det låter ju bra! Just kvantmekanik har ju folk bråkat jättelänge om hur man bäst lär ut. Och det är ju helt annorlunda att lära sig, eftersom man måste tänka på ett helt nytt sätt. Jag har en känsla av att det är först på den nivån som fysik börjar skilja sig ordentligt från andra ämnen. Jag menar, på grundläggande nivå, är egentligen fysikens didaktik särskilt olik till exempel kemins didaktik?

**CL:** Nej, jag tror inte det. På Harvard finns det en forskare som heter Eric Mazur som undersöker grundläggande mekanik. Harvard har troligtvis de bästa studenterna i världen, och Eric Mazur menade att didaktikforskningen var för studenter som fick kämpa hårt, alltså inte deras egna studenter. Men så lät han Harvard's studenter göra ett test som testade deras förståelse av grundläggande mekanik och han fann att de verkligen hade problem.

**Menar du att även begåvade studenter, som går vidare till forskning, kan ha problem i grundläggande kurser?**

**CL:** Ja, det har man visat över hela världen, och det är anledningen till att fysikens didaktik började vinna erkännande. Det förvånar många, men det faktum att man klarar en tenta betyder inte att man förstår fysiken. Forskningen har visat att länken mellan att matematiskt lösa problem och att förstå fysiken är väldigt tunn även på högre nivåer. Anders, du kan testa det här på dina egna studenter, och du kommer att bli förvånad över vilka prolem de har.

**AK:** Låt mig i så fall vara extremt konkret. Imorgon ska jag hålla första föreläsningen i en kurs i atom- och molekylfysik. Jag är ganska traditionell i min undervisning. Kan du ge mig något konkret råd?

**CL:** Inte om innehållet i kursen, men jag kan prata om din inställning. Lär du känna dina studenter som inlärare? Tar du reda på vilka problem de har när du undervisar, eller presenterar du bara kursinnehållet för dem?

**AK:** Jag strävar efter en dialog, men det funkar inte alltid. Om vi får en dialog eller inte beror mycket på studenterna.

**CL:** Studenterna får det allra svårast om din inställning är: "jag presenterar kursens innehåll, resten är upp till er". Men om du tar reda på vad de brottas med så kan du anpassa undervisningen efter det. Och ofta blir läraren förvånad över vilka saker studenterna får kämpa extra mycket med.

**AK:** Hur tar jag reda på vad de brottas med?

**CL:** Inom en del områden, till exempel termodynamik, finns det ganska trevliga "inventories" som du kan låta studenterna göra. Det finns även tekniska hjälpmedel, till exempel boxar med knappar som studenterna får trycka på för att anonymt svara på kontrollfrågor i klassrummet.

**AK:** När jag undervisar försöker jag alltid förstå hur studenterna tänker. Jag försöker sätta mig själv i deras ställe för att se hur mitt (lärarens) budskap når fram. Men det har jag alltid gjort, och jag kallar det inte för didaktisk forskning. Jag kallar det för sunt förnuft.

**CL:** Men du måste inse att du har kollegor som inte gör som du.

**AK:** Låt oss ta ett annat exempel. Jag har undervisat i optik mer än något annat, och jag har observerat att för nästan alla studenter är polarisation det allra svåraste inom ämnet. Men för mig och alla andra som undervisar i optik är polarisation en av de lättaste sakerna. Jag har aldrig kunnat förklara varför.

**CL:** Jag tror att det beror på föreställningen som studenterna har med sig sedan

tidigare. De har fått lära sig att polarisation är något som skär av halva den elektromagnetiska vågen, att det går att dela upp vågen i två delar. Jag misstänker att det är svårt att tänka vidare utifrån den uppfattningen. Studenters föreställningar från vardagslivet, om till exempel energi och värme, blir ofta till stora barriärer när de sedan ska förstå fysiken på ett mer abstrakt plan.

Man blir bekymrad när man kommer på att ens studenter ibland tänker på väldigt konstiga sätt. En av mina doktorander observerade en högpresterande student som klarade att lösa alla problem med Maxwells ekvationer, utan att ha en aning om vad de innebär. När han undersökte saken vidare visade sig att studenten inte alls förstod lärarens traditionella sätt att rita transformatorer på tavlan.

**Men har inte studenterna ett eget ansvar att fråga när de inte förstår?**

**CL:** Det kan man ju tycka. Men det finns som sagt två sätt att se på sin undervisning: antingen försöker jag förstå vad studenterna har svårt för, eller så tycker jag att ansvaret är studenternas – jag förser dem bara med informationen.

Men som sagt, min roll är inte att utveckla era kurser. Jag kan peka på saker som ni kan använda, men min forskning drivs av nyfikenhet och jag vet inte hur resultaten ska komma att användas.

**AK:** Det är alltså för er egen skull, för att optimera er egen forskning, som ni tycker att ni ska hålla till på fysikinstitutioner? Alltså inte för de andra fysikernas skull.

**CL:** Helt rätt. Det är i samtal med mina kollegor på fysikinstitutionen som jag får mina idéer. De kan både förstå och belysa våra forskningsfrågor. Om jag bara pratade med undervisningsfolk skulle jag inte alls få samma utbyte.

**AK:** Så då kan vi vara överens om att det skulle vara bra med mer dialog mellan fysiker och didaktiker.

**CL:** Absolut.

INGELA ROOS

**Läs mer:** Cedric Linder ger en översikt av forskningen i fysikens didaktik på sidan 23.



## Kai Siegbahn

En av den svenska fysikens centralgestalter, Kai Siegbahn, avled den 20 juli 2007 i sitt sommarhem i Ängelholm. Han blev 89 år.

**KAI SIEGBAHN FÖDDES** på sätt och vis rakt in i fysiken. Han var var son till Manne Siegbahn, som belönades med 1924 års Nobelpris i fysik sina "upptäckter och forskning inom röntgenspektroskopins område". Familjen bodde i Lund, men Manne Siegbahn utnämndes vid denna tid till professor i fysik i Uppsala och familjen flyttade då till fysikinstitutionens prefektvillan vid Thunbergsvägen. Om händelsen skrev Arne Eld Sandström i *Minnen från Fysikum*: "Till den akademiska idyllen kom Manne Siegbahn, om inte som en stormvind så åtminstone som en frisk morgonbris". I denna miljö växte Kai upp och han fick ofta följa med sin far in på laboratoriet.

Kai Siegbahns akademiska karriär började i Stockholm, och där fick han 1951 sin första professur endast drygt 30 år gammal. Efter några år utnämndes han till professor i fysik i Uppsala, och han kunde då återvända med sin egen familj till villan vid Thunbergsvägen, som blev hans hem ända fram till pensioneringen 1984. På Fysikum återkom "morgonbrisen" med förnyad kraft – Kai startade en hel serie nya forskningsprogram. Hans intressen låg då främst inom kärnfysikens område, där hans internationella position bekräftades genom utgivningen av en stor monografi med titeln  *$\alpha$ -,  $\beta$ -, and  $\gamma$ -ray spectroscopy*, till vilken han själv bidrog både som författare och redaktör.

**KAIS TANKAR GICK** ändå ofta till elektronskalen och 1952 skrev han sin första artikel om möjligheten att bestämma elektroner-

nas bindningsenergies. Endast ett par år efter ankomsten till Uppsala genomfördes de första lyckosamma studierna av detta slag med hjälp av ombyggda  $\beta$ -spektrometrar för kärnspektroskopi. Man använde sig av en röntgenkälla för att frigöra fotoelektroner från provet och fann att elektronskalen representerades av ytterst smala linjer i de energispektra man registrerade. Linjerna visade sig vara känsliga för den kemiska omgivningen, och den elektronspektroskopi man därmed startat gavs namnet Electron Spectroscopy for Chemical Analysis (ESCA).

Nya instrument byggdes i rask takt på institutionen och nya forskningsgrupper bildades. Fysikum i Uppsala blev elektronspektroskopins Mecka dit forskare från hela världen sökte sig. Den spektroskopiska traditionen från Anders Jonas Ångströms dagar levde vidare med full kraft. I slutet av 1960-talet skrevs de två monografier, "ESCA-böckerna", som fortfarande utgör en grund för elektronspektroskopi. Tillämpningar inom fysik, kemi och biologi lät inte vänta på sig och ESCA-instrument blev vanliga såväl i den akademiska världen som i den industriella.

1981 erhöll Kai Siegbahn Nobelpris i fysik för sitt "bidrag till utvecklingen av högupplösande elektronspektroskopi".

**KAI SIEGBAHN VAR** en uppskattad föredragshållare och gästforskare världen över och han vistades bland annat i Berkeley på 1960-talet och i Tyskland under 1980-talet med hjälp av ett Humboldtstipendium. Han utsågs till hedersdoktor vid flera universitet och till ledamot av många vetenskapliga och lärda sammanslutningar, bland andra BIPM, den internationella byrån för vikt och mått i Paris.

Han var president för IUPAP (International Union for Pure and Applied Physics) under åren 1981-84. Han var en aktiv ledamot av framstående svenska vetenskapliga samfund och han var ordförande för Vetenskapsakademiens Nobelkommitté för fysik under flera år. Han var under femtio års tid redaktör för *Nuclear Instruments and Methods*, den ledande tidskriften för vetenskapliga instrument och mätmetoder, vilket avspeglade hans starka intresse för vetenskaplig instrumentering.

**FLER ÄN 180** forskarstuderande fick sin doktorsgrad eller doktorexamen under Kai Siegbahns ledning – ett förmodligen svårslaget rekord. Även den akademiska grundutbildningen låg honom varmt om hjärtat och det var på hans och Per Ohlins förslag som civilingenjörsutbildningen i Uppsala tillkom i början av 1960-talet.

Efter pensioneringen 1984 startade Kai Siegbahn utvecklingen av en ny generation av elektronspektrometrar, som delvis har kommit att bli kommersiellt tillgängliga. Han introducerade en ny forskningsgren, ESCA-laser, där elektronspektroskopi kombineras med kraftfulla lasrar och moderna masspektrometrar för fullständig karakterisering av tillstånd, dynamik och strålningsprocesser i molekyler. På hans laboratorium i det nybyggda Ångströmlaboratoriet fick många studenter göra sina första vetenskapliga lärospån och examensarbeten.

I juli arbetade han som vanligt med planeringen av höstens arbete. Detta var helt enligt hans arbetsfilosofi och budskap till alla oss andra – se framåt och arbeta vidare, det finns ingen anledning att slå sig till ro med det man har uppnått!

LEIF KARLSSON & CARL NORDLING  
FYSISKA INSTITUTIONEN VID UPPSALA UNIVERSITET

# Snurrande rör fyrfaldig symbol

Det finns många trevliga experiment med snurrade objekt på ett bord. Tyvärr måste du i praktiken köpa dessa snurror. För det experiment jag nu skall beskriva behöver du dock bara ett litet rör, som du nog kan hitta hemma.

Själv tog jag ett plaströr som man använder för att dra elektriska ledningar i och som du hittar i många affärer. Det har en yttre diameter på 16 mm, men det kan vara större eller mindre. Till exempel förvaras en del tabletter i rör som kan vara lämpliga här.

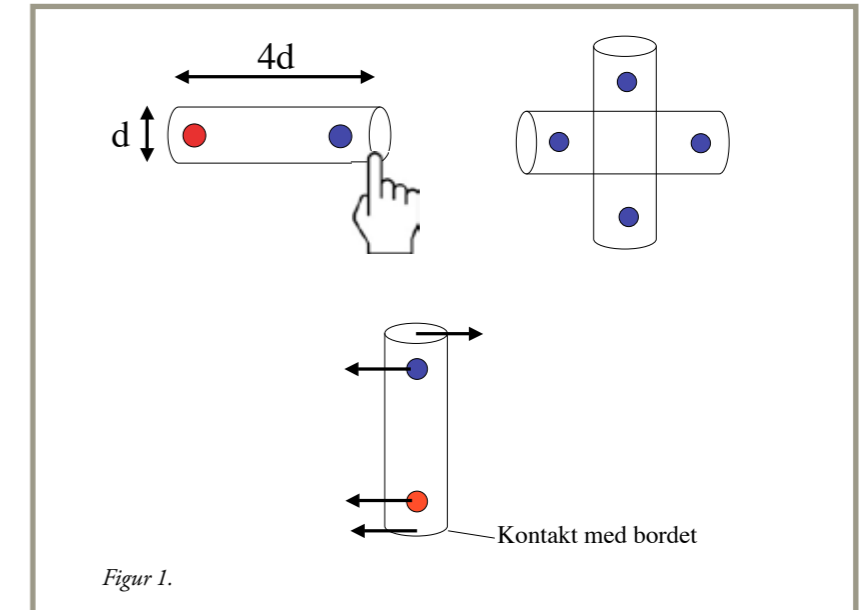
Om du har svårighet att hitta ett rör, sänd ett e-mail till mig och jag lägger ett rör i ett kuvert till dig gratis. Jag har ju lovat att experimenten i denna serie lätt skall kunna göras hemma.

Gör så här:

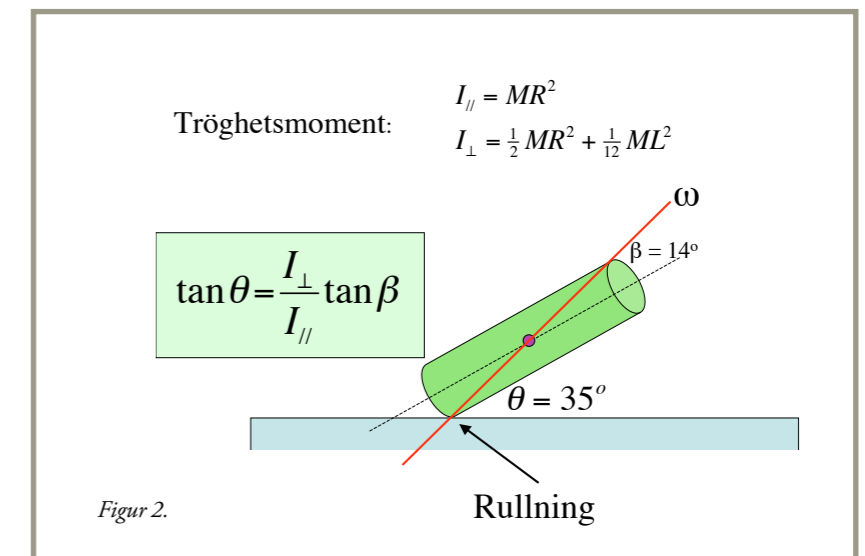
1. Såga av röret så att det blir fyra gånger längre än diametern.
2. Märk sedan röret med två symboler, gärna i olika färger, som i figur 1.
3. Lägg röret på bordet och knäpp till det med ett finger, som i figur 1, så att det börjar snurra.

Till att börja med ser du den symbol som ligger närmast fingret vid knäppningen lite här och där. Efter en stund stabiliserar sig dock mönstret och du ser fyra symboler av samma sort enligt figur 1. Du kan se experimentet utföras på [fy.chalmers.se/~peroloff/Tube1](http://fy.chalmers.se/~peroloff/Tube1) (obs! inget [www](http://www)).

Det går lätt att räkna ut vad som händer eftersom man har enkla uttryck för rörets tröghetsmoment. I början av rörelsens slirar röret på bordet, men efter en stund börjar det rulla på på kanten av ena änden utan glidning. Röret bildar då en vinkel av 35 grader med bordsytan, se figur 2. Om vinkeln ändras inträder friktion som för tillbaka röret till 35 grader och ren rullning. Det är nu lätt att inse att röret under ett rotationsvarv rullar fyra



Figur 1.



Figur 2.

gångar runt sin egen axel. Därför kommer en symbol fram fyra gånger.

Men varför ser man bara den ena symbolen? Som framgår av figur 1 rör sig den ena symbolen åt motsatt håll som röret roterar. Den har därför momentant hastigheten noll när den är rakt upp, varför vi lätt observerar den. Den andra symbolen rör sig emellertid åt samma håll som röret och har därmed rörets dubbla hastighet, varför den inte kommer att

kunna registreras av ögat. På [fy.chalmers.se/~peroloff/Tube2](http://fy.chalmers.se/~peroloff/Tube2) kan du se en modell som vi tillverkat och som illustrerar mer i detalj vad som händer.

Jag vill tacka Per Salomonsson, fundamental fysik, Chalmers för diskussioner och hjälp med räkningarna.

PER-OLOF NILSSON  
perolof@fy.chalmers.se



**BFI OPTILAS**

# Lasers & Photonics

## Lasers & Laser Systems

CO2 - DPSS - YAG/YLF - Ultrafast - Fiber laser

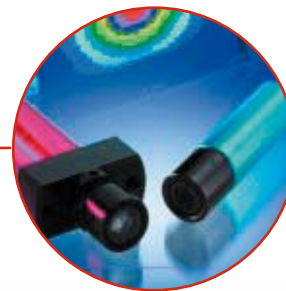
Coherent Inc., Quantel, SPI, Toptica Photonics



## Laser Diodes & Modules

UV - Blue - Green - Red - IR

Coherent Inc., Photonic Products, OSRAM,  
Laser Diode Inc.



## Optical Components & Assemblies

Lenses - Mirrors - Filters - Windows - Mounts

CVI, Chroma, LINOS, Aerotech



## Spectral Analysis & Imaging

Spectrographs - Monochromators -  
CCD/CMOS - InGaAs cameras

PIActon, Ocean Optics, Photometrics,  
Molecular Devices, QImaging



[www.bfioptilas.com](http://www.bfioptilas.com)

BFI OPTILAS AB, Box 1335, SE- 751 43 Uppsala  
tel +46 18 56 58 30, info.se@bfioptilas.com

BFI OPTILAS A/S,  
Langebjergvaenget 8B 1.th, DK-4000 Roskilde  
Tel +45 4655 9999, info.dk@bfioptilas.com