

f Fysikaktuell

NR 1 • MARS 2018

Mer om
opto-optisk
modulering

Läs avhandlingen
sid 10–11

ISSN 0283-9148

LISA – konsten att mäta
pyttesmå förändringar
av jättestora avstånd

Sid 6–9

Porträtt:
Karl
Grandin

Sid 14

Bokrecension:
Kosmiskt
pussel

Sid 27

Fysikaktuellt ges ut av Svenska Fysikersamfundet som 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: Anne-Sofie Mårtensson,
anne-sofie.martensson@hb.se
Sekreterare: Joakim Cederkäll,
joakim.cederkall@nuclear.lu.se
Skattmästare: Lage Hedin, lage.hedin@physics.uu.se
Adress: Svenska Fysikersamfundet,
Institutionen för fysik och astronomi,
Uppsala universitet,
Box 516, 751 20 Uppsala
Postgiro: 2683-1
E-post: styrelsen@fysikersamfundet.se
För medlemsfrågor, kontakta Lena Jirberg Jonsson, 08-411 52 80
eller medlemsregistret@fysikersamfundet.se

Sektioner
Inom Fysikersamfundet finns ett antal sektioner som bland annat ordnar möten och konferenser, se www.fysikersamfundet.se för mer information.

Kosmos
Fysikersamfundet ger ut årsskriften Kosmos. Redaktör är Sören Holst, holst@fysik.su.se.

Fysikaktuellt
Fysikaktuellt utkommer med fyra nummer per år, och distribueras till samfundets medlemmar samt till alla gymnasieskolor med naturvetenskapligt eller tekniskt program.
Redaktion: Margareta Kesselberg, samordning, Dan Kiselman, Johan Mauritsson och Elisabeth Rachlew. Ansvarig utgivare är Anne-Sofie Mårtensson.
Kontakta redaktionen via: fysikaktuellt@fysikersamfundet.se
För insänt, ej beställt material ansvaras ej.
Publiceringsdatum 2018: 7/3, 4/6, 28/9 och 14/12.

Medlemskap
Svenska Fysikersamfundet har ca 800 individuella medlemmar samt stödjande medlemmar (företag och organisationer) och stödjande institutioner. Årsavgiften är 400 kr, dock 250 kr för pensionärer och forskarstuderande, samt 100 kr för grundutbildningsstudenter. Stödjande medlemskap kostar 4000 kr per år.
Bli medlem genom ansökan på: <http://www.fysikersamfundet.se/formular.html> eller med qr-koden nedtill.

Medlemsförmåner

- Fysikaktuellt 4 nummer/år
- Europhysics News, 5 nummer/år
- KOSMOS
- Rabatt på utvalda boktitlar hos Fri Tanke förlag. Länk till erbjudanden: <http://fritanke.se/friends/fysikersamfundet/>
- Förmånsprenumeration på Forskning & Framsteg. Erbjudandet gäller 10 nr för 623 kr (20% rabatt). Länk till beställningssida är: <http://fof.prenservice.se/KodLandning/Index/?Internetkod=057-0571329>

Omslag: En artistisk presentation av opto-optisk modulering. Genom att excitera en samling atomer kan en XUV-puls riktas om med hjälp av en IR-puls (röd), vilket presenteras mer ingående av Samuel Bengtsson. Se sid 10.
Bild: Ingrid Odlén och Johan Mauritsson.

Layout: Göran Durgé
Tryck: Trydells, Laholm 2018



Stödjande medlemmar

- Gamdata Instrument AB
www.gamdata.net
- Gleerups Utbildning AB
www.gleerups.se
- Laser 2000
www.laser2000.se
- Myfab
www.myfab.se
- Scanditronix Magnet AB
www.scanditronix-magnet.se

Stödjande institutioner

- Chalmers tekniska högskola – Institutionen för fysik
- Chalmers tekniska högskola – Institutionen för rymd- och geovetenskap
- Chalmers tekniska högskola – Institutionen för mikroteknologi och nanovetenskap – MC2
- Göteborgs universitet – Institutionen för fysik
- Högskolan i Halmstad – IDE-sektionen
- Institutet för rymdfysik, Kiruna
- Karlstads universitet – Institutionen för ingenjörsvetenskap och fysik
- Kungliga tekniska högskolan – Institutionen för fysik
- Kungliga tekniska högskolan – Institutionen för tillämpad fysik
- Linköpings universitet – Institutionen för fysik, kemi och biologi (IFM)
- Linköpings universitet – Institutionen för naturvetenskap och teknik (ITN)
- Lunds universitet – Fysiska institutionen
- Lunds universitet – Institutionen för astronomi och teoretisk fysik
- Nordita, Nordic Institute of Theoretical Physics
- Stockholms universitet – Fysikum
- Uppsala universitet – Institutionen för fysik och astronomi

Glöm inte att anmäla adressändring till medlemsregistret@fysikersamfundet.se

Innehåll

3	SIGNERAT <i>Eva Lindroth</i>
4-5	AKTUELLT/NOTISER
6-9	LISA STORA UPPTÄCKTER ATT VÄNTA <i>Bengt Gustafsson</i>
10-11	AVHANDLINGEN KONTROLLER OCH MODULERA ULTRAKORTA LJUSPUNKTER <i>Samuel Bengtsson</i>
12-13	INTERVJU SAMUEL BENGTSSON <i>Margareta Kesselberg</i>
14-15	PORTRÄTT FYSIKHISTORIKERN KARL GRANDIN <i>Margareta Kesselberg</i>
16-17	NOBELPRISET UNDER KALLA KRIGET NOBELPRISET I FYSIK 1964 <i>Karl Grandin</i>
18-20	LISE MEITNER- DAGARNA 2017 <i>Margareta Kesselberg</i>
21	ANNONS CERN-KURS FÖR LÄRARE <i>Göteborgs universitet/Chalmers</i>
22-23	WALLENBERGSPRISET KVALIFICERINGS- TÄVLINGEN 2018 <i>Anne-Sofie Mårtensson</i>
24-26	EXTREMT RYMDVÄDER <i>Dan Kiselman</i>
27	BOKRECENSION KOSMISKT PUSSEL <i>Elisabeth Rachlew</i>
28-30	VARDAGENS FYSIK <i>Max Kesselberg</i>
31	FYSIKALISKA LEKSAKER <i>Per-Olof Nilsson</i>
32	ANNONS <i>Gamdata</i>

Enkla principer leder långt

Högt på den internationella fysikunionens lista över organisationens mål finns punkten att *stimulera till användandet av fysik för att lösa mänsklighetens problem*. Många tänker här nog främst på tekniska lösningar, kanske i samband med energi, transporter eller återvinning. Men värdet av fysik handlar ännu mer om iden att även mycket komplexa fenomen kan förstås från ett fåtal grundläggande principer baserade på experimentell evidens.

Inget problem är väl just nu mer oroande än det vart jordens klimat är på väg. Årets Crafoordpris – ett pris av storleksordning som Nobelpriset, men inom ämnesområden som matematik, astronomi och geovetenskap – utdelas *”för fundamentala bidrag till förståelsen av atmosfäriska spårgasers roll i jordens klimatsystem”*. En av pristagarna är atmosfärfysikern Syukuro Manabe, skapare av den första moderna klimatmodellen. Iden att det går att göra kvantitativa beräkningar för något så komplext som jordens klimat är ganska fantastisk, men faktum är att enkla fysikaliska principer räcker långt för att förstå huvuddragen. Den första som var modig nog att försöka var den kända matematikern Fourier på 1820-talet. Vad avgör jordens medeltemperatur? frågade han sig och funderade på balansen mellan det inkommande solljuset och värmen som planeten avger. Även om dåtidens fysik inte räckte för att beräkna utstrålningen från en naken jord (denna skulle få en medeltemperatur under noll!) så insåg Fourier att temperaturen var förvånande hög. En av de hypoteser han lanserade var att atmosfären spelar en viktig roll, en ide grundad på mätningar som visat att värme kan absorberas av material genomskinliga för ljus, som glas. Senare under 1800-talet visade John Tyndall att vattenånga och flera av atmosfärens gaser just har egenskapen att effektivt kunna absorbera värme. En atmosfär i jämvikt strålar ut lika mycket energi som den absorberar och en hel del av värmen skickas



då tillbaka mot jorden. Det är denna växthuseffekt som livet på jorden är beroende av.

Den exakta temperaturen beror följaktligen på atmosfärens precisa sammansättning och i slutet av förrförra seklet diskuterade Svante Arrhenius hur en annan viktig princip, den om återkoppling, kan göra klimatet känsligt för små störningar. Bara några hundra delars procent av atmosfären består av koldioxid, men en ändrad halt kan ändå leda till temperatur-förändringar tillräckliga för att påverka mängden vattenånga. Denna effektiva värme-absorbator förstärker i sin tur effekten och driver på förändringen. Mycket kol finns lagrat i sediment och i jordskorpan så koldioxidhalten kan ha varierat kraftigt på en geologisk tidsskala och Arrhenius menade att det dynamiska svaret – återkopplingen – på sjunkande koldioxidhalter kunde förklara förekomsten av istider. Eftersom han också vände på ekvationen och visade att samma starka dynamiska koppling finns när koldioxidhalten ökar ses han allmänt som en pionjär inom klimatforskningen.

Dagens klimatmodeller bygger på enorma mängder experimentell data och använder de kraftfullaste datorerna, annars går det inte att göra kvantitativa förutsägelser, men i botten ligger den djärva iden att det går att förstå naturen och att man skall grunda med enkla principer.

Eva Lindroth

EVA LINDROTH, STOCKHOLMS UNIVERSITET
STYRELSELEDAMOT AV FYSIKERSAMFUNDET

Fokus på ett nytt stort forskningsprogram

En teknikrevolution – den andra kvantrevolutionen – är på gång, med bland annat kvantdatorer, avlyssningssäker kommunikation och hyperkänsliga mätmetoder i sikte. Wallenberg Centre for Quantum Technology är en tioårig miljardsatsning med målet att ta svensk forskning och industri till fronten av denna teknikrevolution.

Kvantteknologi bygger på att kunna kontrollera och manipulera individuella kvantsystem, så som enskilda atomer och fotoner. Vanligtvis delas kvantteknologin in i fyra delområden: kvantkommunikation, kvantsensorer, kvantdatorer och kvantsimulatorer.

Forskningsprogrammet leds av och är till stor del lokaliserat på Chalmers. Övriga medverkande universitet är KTH och Lunds universitet. Programmet har också flera industripartners.

Kvantdatorer

Fokusprojektets mål är att utveckla och bygga en kvantdator, baserad på supraleddande kretsar, med långt större beräkningskraft än dagens bästa superdatorer.

Slutmålet är att utveckla en kvantdator med hundra kvantbitar inom tio år (världsrekordet idag är 16 kvantbitar). En sådan kvantdator bör kunna utföra beräkningar som överträffar en vanlig dator. Kvantdatorn kommer till exempel att kunna användas för förbättrad maskininlärning och för att beräkna egenskaperna hos större molekyler, vilket möjliggör effektivare design av läkemedel och material.

Kvantfysiken strider mot människans vardagsintuition, och kvantdatorn har säkerligen många fler användningsområden än vad vi kan se idag.

Kvantdatorer och kvantsimulatorer

Delområdet kvantsimulatorer hänger nära samman med kvantdatorer. En kvantsimulator är nämligen en enklare typ av kvantdator som är specialdesignad för att lösa en viss typ av problem. Under projektets gång ska forskarna även bygga

en kvantsimulator. Med kvantsimulatorn förväntar de sig att kunna demonstrera så kallad kvantfördel (på engelska *quantum supremacy*), vilket innebär att lösa ett problem som är utom räckhåll för en klassisk dator.

Kvantkommunikation

Kvantkommunikation handlar om att säkert sända krypterad information. Den är helt avlyssningssäker, men för närvarande begränsad till avstånd runt 100 kilometer på grund av bristen på förstärkare för kvant signaler, så kallade kvantrepeterare. För att garantera säkerheten i nästa generations kommunikationssystem måste ett globalt kvantnätverk, som snabbt och säkert kan överföra information mellan många olika punkter, utvecklas.

Kvantsensorer

Inom delområdet kvantsensorer utnyttjas enskilda partiklar, som atomer och fotoner, för att möjliggöra mer känslig detektion än vad klassiska mätmetoder kan åstadkomma. Satsningar kommer att göras på att utveckla kvantsensor-tekniker som bygger på så kallade spinn- kvantbitar respektive optomekanik, det vill säga en kombination av optik och nanomekanik. Dessutom kommer helt nya vägar att utforskas, till exempel genom att använda material där man kan öka eller minska ljusets hastighet för ökad mätbarhet.

PER DELSING,
PROGRAMLEDARE

FA planerar följa projektet och vi kan idag referera till Kosmos 2017 som passande har temat "Vår kvantvärld".



Kontakta valberedningen!

I höst är det val av styrelse och revisorer i Fysikersamfundet för perioden 2019 till och med 2021. På årsmötet i november utsågs en valberedning som ska förbereda valet. I valberedningen ingår Ann-Marie Pendrill (Ann-Marie.Pendrill@fysik.lu.se) som är sammankallande, Kerstin Ahlström (kerstin.ahlstrom@edu.boras.se), Max Kesselberg (max.kesselberg@yahoo.se), Stephan Pomp (stephan.pomp@physics.uu.se), Gabriella Stenberg-Wieser (gabriella@irf.se).

Enligt stadgarna ska valberedningen försöka se till att styrelsen på bredast möjliga sätt representerar fysikens områden och institutioner i landet. Hjälp valberedningen genom att lämna förslag!

Rätt svar till bildquiz i FA nr 4-2017

- A** 2 – Högupplöst bild av Saturnus B-ring, foto taget från sonden Cassini.
- B** X – Induktionshäll (utan häll) med spole och elektronik.
- C** X – Insidan av en vakuumkammare där en högeffektlaser är fokuserad för att generera koherent XUV-ljus.
- D** 2 – Spetsen i ett Atomic Force Microscope, sönderskjuten av en högeffektlaser.
- E** 2 – Multikanalplatta, använd som spektralt filter och för att kunna hålla tryckgradient, där mitten smälts av en högeffektlaser.
- F** 1 – Solens fotosfär, bild från Svenska solteleskopet på La Palma.
- G** X – Sommarens solförmörkelse sedd från rymden, fotograferad från den internationella rymdstationen ISS.

Dags att fira EPS 50 år

Redan vid EPS årsmöte 9 april 2018 kommer 50-årsringen att uppmärksammas i Paris, med populära föredrag om EPS historia, om fysiken i vardagen och om fysikens framtidsperspektiv



Europeiska Fysikersamfundet (EPS) skapades 1968 med den första presidenten Gilberto Bernardini (1906–1995) som en stor inspiratör. I sitt inledningsanförande sade han "bildandet av det europeiska fysikersamfundet med en så bred uppslutning är ett ytterligare bevis för den föresats vetenskapsmän har att samarbeta så nära som möjligt för att på så vis kunna ge ett positivt bidrag till att stärka den europeiska kulturella enheten. [H Kubbinga, EPS, 1968–2008: The early years].

Vårt eget fysikersamfund, Svenska Fysikersamfundet, grundades redan 1920 som en ideell förening av "den fysiska vetenskapens utövare, främjare och vänner". När EPS skulle bildas var vårt samfund mycket aktivt och Erik Rudberg blev vald som förste vice president och ledde EPS under 1970–1972 som dess president.

Flera av våra ledande fysiker bidrog till bildandet av de olika avdelningarna inom EPS, som Bo Lehnert som ledde den första plasmafysiksektionen, Gunnar Tibell vid bildandet av undervisningssektionen med hjälp av Erik Johansson.

Gunnar Tibell bidrog till att EPS engagerade sig i utvecklingsländer. Ekonomin för EPS skulle bäras av dess individuella medlemmar och nationella medlemssamfund och europeiska forskningsmöten skulle alltid utmärkas av excellens.

EPS har under dessa 50 år bidragit starkt till utvecklingen av den europeiska fysiken inom undervisning, inom fysikens

alla forskningsområden, bidragit till studentmobilitet och bidragit till att föra ut fysikens landvinningar till samhället.

50-års firandet fortsätter den 28 och 29 september i Geneve där EPS bildades 26 september 1968. Den första dagen blir det föredrag och underhållning och den andra dagen leds av sektionen fysiken i samhället som presenterar ett arbete som bedrivits av EPS under senaste året "Fysik och etik för samhället genom Horizon 2020" och med en avslutande rundabordsdebatt.

Vid bildandet bestod EPS av 20 nationella samfund och ett antal individuella medlemmar. Fem sektioner skapades Atomär spektroskopi (ordf. Alfred Kastler, Paris), kondenserade materiens fysik (ordf. Samuel Edwards, Manchester), Lågtemperaturfysik (ordf. Jan de Boer, Amsterdam), plasma fysik (ordf. Bo Lehnert, Stockholm) och kvantelektronik (ordf. Klaus Peter Meyer, Bern).

EPS har idag 42 medlemsländer och cirka 3200 individuella medlemmar. Bland de många olika aktiviteterna kan nämnas att en grupp arbetar för att förena fysiker i det tidigare väst- och öst-Europa, speciellt efter Berlinmurens fall 1989 (<http://www.eps.org/members/group.aspx?id=84917>).

En annan grupp arbetar med jämställdhet inom vetenskapsområdet och varje år utses kvinnliga pristagare som diplomeras för sin forskning och sitt arbete för jämställdhet (<http://www.eps.org/members/group.aspx?id=84913>).

Fysikens historia i Europa har uppmärksamats genom s.k "historic sites".

I Sverige har vi hittills två EPS historic sites: 2013 utsågs Tycho Brahes anläggningar på Ven (Fysikaktuellt 3/2013) och 2015 utsågs Uddmanska huset i Kungälv där Lise Meitner och hennes systerson och fysiker Otto Frisch tillbringade julhelgen 1938 och insåg fissionsprocessens ursprung. (Fysikaktuellt 4/2016).

EPS har idag också en representation i Bryssel och är en röst på den europeiska forskningsarenan. Många europeiska forskningslaboratorier har skapats, t.ex. CERN, JET, EMBL, ESRF, ILL, ISIS och många nationella forskningslaboratorier har starka europeiska inslag, t.ex. X-FEL, ESS, FAIR, MAXIV, Lund Laser Center. Alla de tolv sektionerna och sex grupperna som nu utgör EPS kärna anordnar varje år vetenskapliga möten av hög klass. Flera vetenskapliga priser delas ut både till seniora och juniora forskare.

Förberedelser för 50-årsfirandet har pågått under hela 2017 och det har framställts ett femtital stora affischer som kan användas vid de nationella samfundens möten och vid EPS sektionsmöten, en fototävling är utlyst, ett arkiv med gamla fotografier har upprättats och en historisk beskrivning av EPS har tryckts.

Säkerligen kommer 50-årsfirandet att bli en festlig tillställning som är öppen för alla. Mer information om firandet kommer på EPS websida, www.eps.org, och med en speciell tagg till 50-årsfirandet.

ELISABETH RACHLEW
KTH

Stora upptäckter att vänta

– genom konsten att mäta pyttesmå förändringar av jättestora avstånd

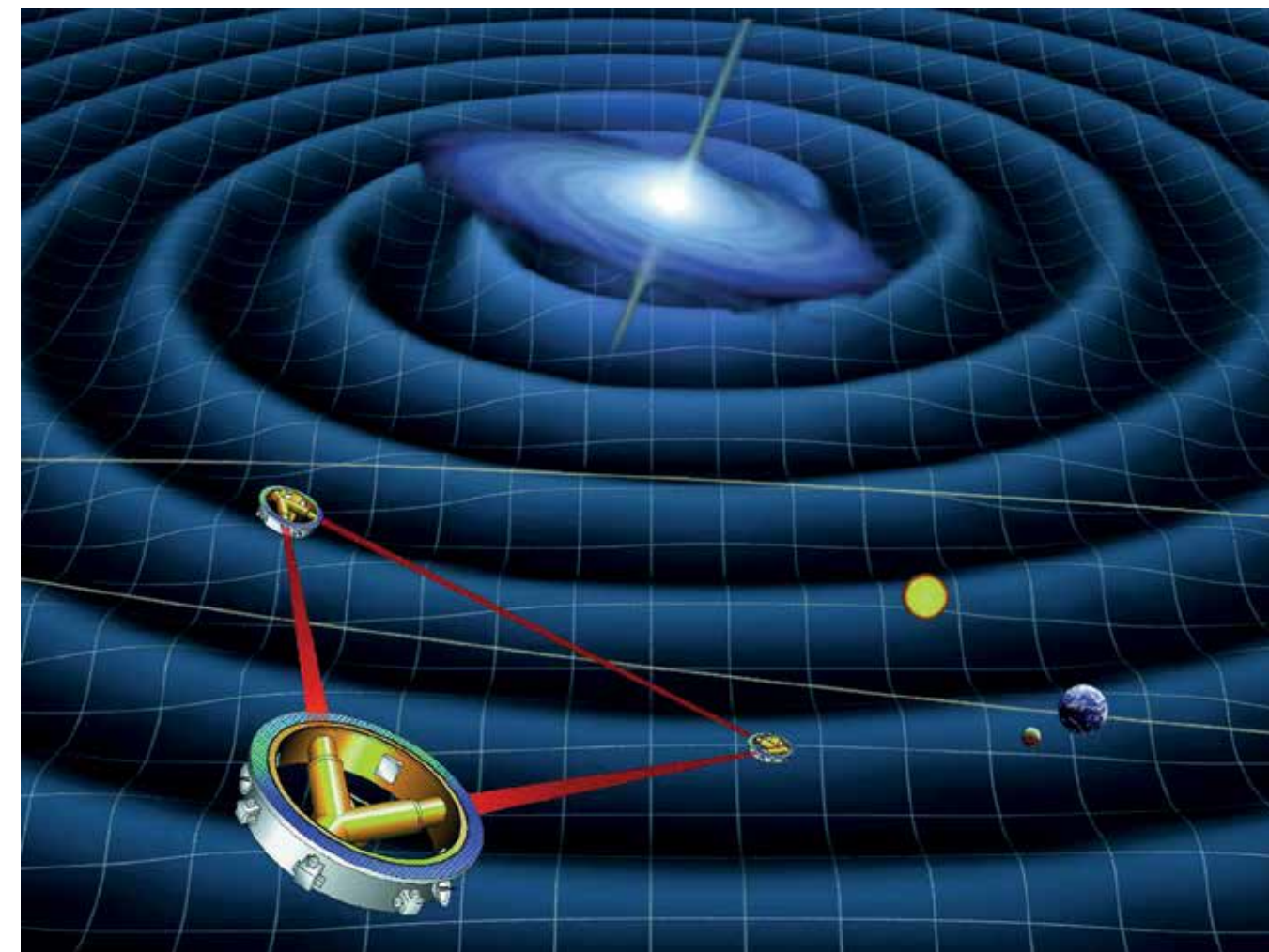
Upptäckten av gravitationsvågor från sammansmältande svarta hål på hösten 2015 revolutionerade astronomin. För första gången öppnades ett rent fönster för universums klart dominerade kraft — gravitationen. Vi var inte längre bara hänvisade till att se gravitationens verkan indirekt — genom studiet av hur stjärnor och annan materia som sände ut ljus och annan elektromagnetisk strålning reagerade på gravitationen. Nej, nu kan vi spåra gravitationens direkta effekter när den bringar själva rumtiden i svängningar (se Fysikaktuellt nr 4, 2017). Det gör det möjligt att lära känna denna dominant i universum rent fysiskt, inte minst när den kramar samman materia och rumtid i obegripligt täta tillstånd. Och, som vanligt när det gäller vetenskapliga framsteg, är detta inte främst resultatet av grundvetenskapliga studier utan snarare följer av framsteg inom ingenjörskonst, ja närmare bestämt inom **metrologi**, konsten att mäta. Här gäller att mäta, i detta fall längdändringar, så noga som möjligt.

Vi människor är inte så särskilt bra på att på rak arm uppskatta längder. När jag bad ett antal vänner måtta längden av en decimeter mellan pekfingerarna blev de relativa felen typiskt 5% eller mer — en angav längden 10,5 cm, en annan 9,3 cm. En längdhoppare som jag mött säger att han kan uppskatta ett av sina längdhopp, innan funktionärerna mätt upp det, på cirka 5 cm när, dvs med relativa fel bättre än 1 procent. När vi mäter lite ordentligare, till exempel i verkstäder där

det gäller att få saker att passa ihop med stor precision, kan man använda passbitar av hårdmetall som kan läggas samman till stavar, uppåt en meter långa, för att mäta längder med fel ("toleranser") neråt delar av mikron (tusendels millimeter). De relativa felen kan då bli en tiotusendels procent. En häpnadsväckande hög noggrannhet har man uppnått vid mätningarna av avståndet mellan jorden och månen, eller snarare mellan teleskop på jorden och speglar som Apollobesättningar placerade ut i månlandskapet. Genom att sända ut laserpulser genom teleskopen har man kunnat bestämma dessa avstånd på en mm när, dvs det relativa felet är så litet som 10^{-12} . Men det suveräna rekordet idag i denna längdmätningssport har forskargrupperna kring detektorerna för gravitationsvågor, LIGO och Virgo. Där gäller det att påvisa små snabba förändringar av längden mellan tunga speglar i detektorernas armar (4 km långa i LIGOs fall) med en noggrannhet bättre än en tiotusendel av bredden av en proton. En proton har en diameter kring $1,6 \times 10^{-15}$ m; de relativa felen måste alltså vara mindre än cirka 10^{-23} . Denna noggrannhet skulle svara mot att mäta avståndet till de mest närbelägna stjärnorna bortom Solsystemet på ett hårstrås tjocklek när.

Många knep var nödvändiga för att nå denna formidabla mät noggrannhet. Ett första var att använda interferometri för att jämföra våglängden för laserstrålar som sändes ut i två olika vakuumrör vinkelrätt mot varandra och åter-reflekterades till den gemensamma utgångspunk-

ten. Ett andra var att bygga flera detektorer på olika platser långt ifrån varandra, för att minska effekterna av störningar från jordbävningar och annat, genom att sortera bort händelser som gav en tydlig signal i bara en detektor. Ett tredje knep var att lägga stor möda och uppfinningsrikedom vid upphängningen av speglarna för att hindra skakningar från omgivningen, ytterligare ett var att låta laserstrålen gå många gånger fram och tillbaks mellan speglarna och på så sätt öka utslaget av olika längdförändringar i interferometerarmarna. Ännu ett var att, med allmänna relativitetsteorins hjälp, utveckla metoder att i förväg räkna ut vilka signaler man kunde förvänta av svarta hål, neutronstjärnor och andra kompakta objekt som kolliderar, så att man sedan kunde skilja verkliga sådana händelser från brus. Alla dessa ansträngningar un-



der årtionden, av tusentals hängivna forskare och tekniker, ledde under de senaste åren fram till det direkta påvisandet av gravitationsvågor, 100 år efter förutsäggelsen om dem. Och därtill ledde de till upptäckten av flera svarta-hål-kollisioner och en kollision mellan två neutronstjärnor. Samt till 2017 års nobelpris i fysik.

Fördelarna i rymden

Känsligheten för en detektor för gravitationsvågor är störst, liksom för radioantennerna, när antennen har en längd kring halva våglängden hos den inkommande vågen. För gravitationsvågor, som liksom elektromagnetisk strålning rör sig med hastigheten c , är frekvensen c/λ , där λ är våglängden. LIGO har en effektiv arm-längd av 1600 km, eftersom ljuset reflekteras cirka 400 gånger fram och tillbaks i varje arm. Detta ger en största

känslighet av storleksordningen 100 Hz. Det betyder att massor som svänger, runt varandra eller på annat sätt, hundratals gånger per sekund är lättast att upptäcka. Typiska objekt av detta slag är kompakta stjärnor såsom neutronstjärnor, eller svarta hål av stjärnmassa, som går i bana runt varandra "kant vid kant", just på väg att smälta ihop. Det är också den typen av objekt som upptäckts av LIGO. Men i många astronomiska objekt, såsom de flesta "täta" dubbelstjärnepar eller de supermassiva svarta hålen i kvasarer på väg in mot varandra, är perioden mycket längre än en hundra sekunder, snarare flera hundra sekunder, alltså med frekvenser kring 0,01 Hz eller mindre. Därtill kommer att gravitationsvågorna från många av de mest intressanta objekten som man vill undersöka, kvasarer med supermassiva svarta hål från universums

Bild 1: Principskiss av LISA. De inbördes avstånden mellan de tre sonderorna är tänkt att vara 5 miljoner km, medan jorden ligger på cirka 50 miljoner km avstånd och solen 150 miljoner km bort. En infallande gravitationsvåg från de svarta hålen i centrum av en aktiv galax är antydd. Bild: Wikipedia (public domain).

första tid, dras ut genom universums allmänna expansion liksom elektromagnetisk strålning "rödförskjuts", så att vågornas frekvens minskat med en storleksordning eller mer när de når fram till oss. Hur dessa svarta hål, som kan ha massor på många miljoner solmassor, egentligen samlats ihop är ännu en stor gåta. En vanlig tanke är att de byggs upp genom att många mindre svarta hål, eller då ännu "levande" stjärnor, störtar in i deras mindre massiva "embryon". Om en



Bild 2: En skiss av en av LISA-sonderna i rymden. Solcellerna för elförsörjningen syns på ovensidan, de två teleskoperna med lasrarna därunder och i mitten ses några av de små raketmotorer som håller sonden låst i läge och orientering av de fritt fallande testmassorna innanför.

Bild: AEI/MM/exocet.

interferometer för att studera vågor från sådana objekt skulle byggas måste dess effektiva armlängder sträckas ut mycket längre än LIGOs längd, ja över miljontals kilometer för att ha optimal känslighet, eftersom den önskvärda storleken är omvänt proportionell mot den önskade frekvensen.

Innan LIGO började ge resultat, ja, redan för mer än tre decennier sedan, väcktes tanken att försöka placera ett observatorium för gravitationsvågor i rymden. Det främsta argumentet för ett sådant instrument är just att man vill nå de låga frekvenserna, och att en lämplig detektor alltså knappast skulle få plats på jorden. Även för mindre instrument i rymden kunde man ogenerat bygga ut detektor-armarna på längden utan att behöva bekymra sig om böjningar av dem från rörelser i jordskorpan, eller för läckor i vakuumsystemet — vakuum har man ju gratis. En annan fördel med ett sådant instrument skulle vara att störningarna från jorden, med jordbävningar, åskväder, mänsklig verksamhet med mera, skulle kunna vara försumbara.

LISA

Det stora projektet av detta slag är **Laser Interferometer Space Antenna**, med akronymen LISA. Det leds av European Space Agency, ESA, den stora europeiska rymdorganisationen med 22 medlemsstater, däribland Sverige. LISA är tänkt att bestå av tre rymdsonder som ska bilda

en liksidig triangel i rymden med en sida som är 2,5 millioner kilometer lång, dvs mer än 6 gånger så lång som avståndet mellan jorden och månen. Sonderna är tänkta att gå runt solen nära jordens bana, men följa efter jorden på ett avstånd av cirka 50 miljoner km. Triangelns plan ska bilda en vinkel mot jordbanans plan kring 60 grader. Triangelplanet vrids runt vilket kommer att göra det lättare att göra noggranna riktningsbestämningar för att kunna identifiera de upptäckta källorna också i elektromagnetisk strålning. Vinkelupplösningen på himlen hos LISA beror på situationen och källan men uppskattas till typiskt några grader, men betydligt bättre än så för vissa starka källor.

Varje rymdsond ska innehålla två teleskop med 30 cm öppning. Sonderna är försedda med två infraröda lasrar vardera med effekten 2 watt, riktade mot de andra sonernas teleskop. Den mottagna signalen från en rymdsond i ett annat hörn av triangeln kommer att ha försvagats till ungefär 100 pw, dvs 10^{-10} watt, mest beroende på att trots dess imponerande koncentration divergerar också en laserstråle. (För en astronomiintresserad kan det vara intressant att veta att laserljuset från en rymdsond då skulle te sig som en stjärna av fjärde magnituden, sedd från en av de andra rymdsonderna, om den lyste i synligt ljus och inte infrarött). I LISA är det därför inte möjligt att fullt ut utnyttja den teknik som gjort LIGO

särskilt känslig: att direkt reflektera ljus fram och åter längs armarna ett stort antal gånger. Den mottagna signalen är nämligen för svag att sändas vidare, men dess fas läses till lasern ombord på den mottagande sonden, och denna sänder så ut sin starkare signal med samma fas, tillbaks till den första sonden, osv. I sonderna kombineras också de mottagna ljusvågorna från lasrarna och interfererar då med varandra, varvid fasskillnaderna och därmed avståndsvariationerna kan mätas noga.

En intrikat detalj i planerna är att lasrarna i LISAs sonder ju inte kan riktas rakt mot de andra sonderna utan måste peka strax framför dem i deras banor, eftersom det tar nästan 10 sekunder för ljuset att nå fram till de andra sonderna.

LISAs hjärtan – de dyrbara testmassorna

Särskilt viktigt är att sonderna var och en ska innehålla två kuber med knappt 46 mm sida av guld och platina, med massor på cirka 2 kg, som ska flyta fritt i tyngdlöst tillstånd intill varandra i rymdsonden och skärmas av denna, så att de inte påverkas av krafter från solvind, solstrålning, magnetfält och annat som inte har med gravitationen att göra. Dessa ”testmassor” definierar hörnen i interferometerns triangel. Det är mellan de hörnen och med hjälp av lasrarna som avståndens förändringar skall mätas upp och följas med en noggrannhet på cirka 0,1-0,01 picometer (1 picometer är en miljondels

miljondels meter). Om man dividerar denna noggrannhet med avståndet mellan sonderna finner man en relativ noggrannhet i mätningen av längdvariationer jämförbar med LIGOs. Rymdsonderna med lasrar och teleskop som ligger runt testmassorna hålls noga på exakt samma bana som testmassorna med hjälp av särskilda interferometrar och sensorer inom sonderna och så kallade micro thrusters, små raketmotorer som justerar orienteringen genom att driva ut kall gas eller laddade joner. Rymdsonderna innehåller också anordningar för att hålla fast testmassorna under uppskjutningen för att sedan frigöra dem när sonderna väl är på sina platser i banorna.

Även om LISA-projektet är en betydande utmaning är mycket av tekniken redan utvecklad eller åtminstone väl genomtänkt. Detta beror inte minst på att en testsatellit, **LISA Pathfinder**, sändes upp av ESA 2015 till Lagrange-punkten L1, dvs den punkt mellan jorden och so-

len där gravitationen från de två himlakropparna balanserar varandra. Pathfinder innehöll själva kärnan i de planerade LISA-sonderna, de två kubernas och det system som ska kontrollera dem. Man kunde efter en kort tids experiment under 2016 konstatera att systemet fungerade över förväntan: testmassorna kunde verkligen hållas i fritt fall, utan påverkan av andra krafter än gravitation i ännu högre grad än man förväntat.

De tre rymdsonderna kommer att driva i förhållande till varandra beroende på de skilda banorna i solsystemet, med typiska relativa hastigheter kring 5 m/s. Dessa skillnader, som svarar mot fasskillten på miljontals svängningar per sekund i laservågorna, måste hanteras vid dataanalysen. Detta är dock möjligt, eftersom dessa drifter är långsiktiga, medan lägesförskjutningarna från inkommande gravitationsvågor är mycket mer kortvariga.

Och när är det dags?

LISA-projektet hängde i luften (inte bokstavligen) under några år efter det att NASA, som tidigt visat intresse för att samarbeta kring det, hoppat av 2011 på grund av brist på pengar. Grupperna knutna till ESA arbetade dock vidare, tillsammans med vissa amerikanska grupper, och i januari 2017 godkändes projektet som ett av tre huvudprojekt för ESA för 2030-talet. En av orsakerna till detta var förstås framgångarna med LIGO. NASA uppges nu också ha börjat visa ett ökande intresse. Kostnaden för ESA beräknas till

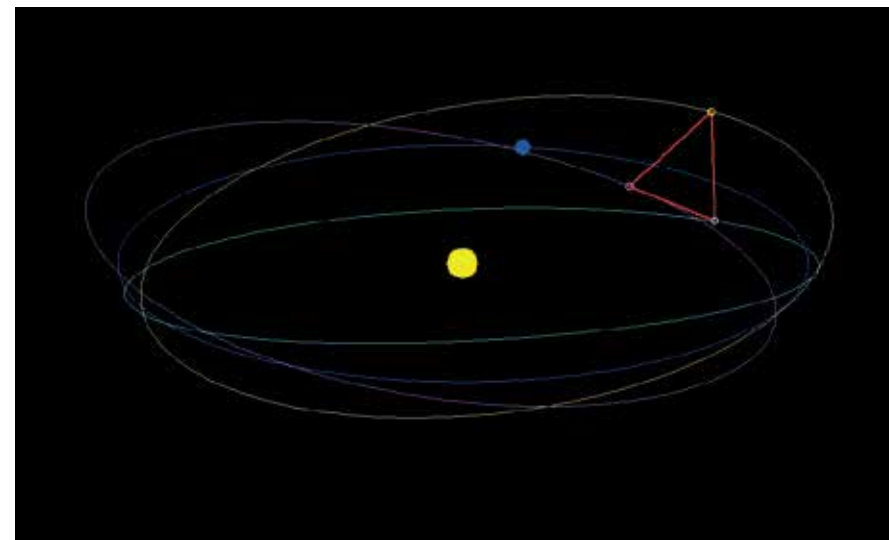
cirka 1 miljard Euro, vilket förutsätter att NASA eller andra amerikanska källor kan stå för viss instrumentering.

LISA planeras för att kunna vara i verksamhet i rymden under minst 4 år, med start år 2030. Förmodligen kommer uppskjutningen att ske med en Ariane 6-raket – en typ av bärraket som är under utveckling inom ESA och som beräknas färdig för provskjutning (i sin första version) i början av 2020-talet. Det verkar inte osannolikt att LISAs livstid i rymden kan förlängas till upp emot 10 år. Vi kan alltså hoppas på mängder av nya data (de kan beräknas till cirka 300 megabytes per dag) som avslöjar hemligheterna kring några av universums mest dramatiska och storslagna objekt. I tillägg till det man ganska säkert kan räkna med – nyheter om svarta håls uppkomst och utveckling i galaxernas centra i det unga universum, och väldiga mängder av data om massiva dubbelstjärnor i vår galax och våra granngalaxer – kan vi nog också förvänta oss signaler från nya gåtfulla fenomen, inte minst från universums barndom. Kanske vissa typer av data från själva Big Bang. Kanske signaler från kosmiska strängar (våldiga strukturer som slingrar sig genom universum som ett slags veck i rumtiden, ej att förblanda med supersträngar)? Vi vet inte vad vi kan komma att få syn på genom de nya fönstren, när nya våglängdsområden öppnas för undersökning av universum. Så brukar det vara i astronomin. Varje gång ett nytt fönster öppnats har vi blivit förvånade. Universum är ännu rikare än vi brukar kunna föreställa oss.

Läsning:

Förutom den engelskspråkiga Wikipedia-artikeln ”Laser Interferometer space antenna” och ESA:s information på hemsidan kan den intresserade rekommenderas studium av den välskrivna projektansökan från 2017, av Danzmann, K. et al: LISA, *Laser Interferometer Space Antenna, A Proposal in Response to the ESA Call for L3 Mission Concepts* <https://arxiv.org/pdf/1702.00786.pdf>

BENGT GUSTAFSSON
UPPSALA UNIVERSITET
OCH NORDITA

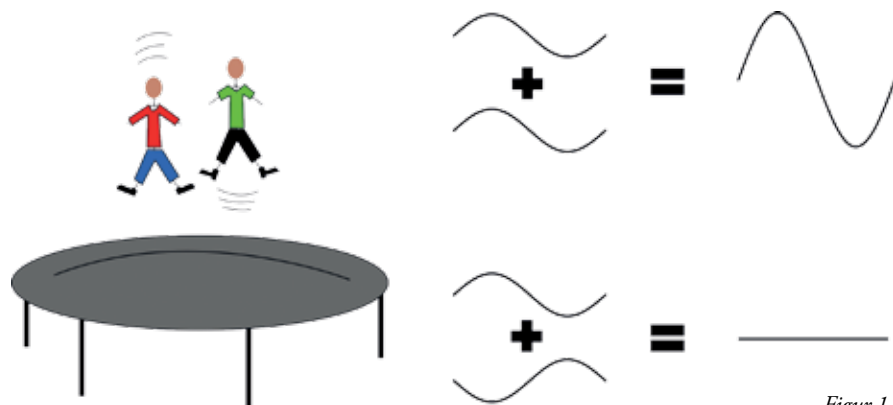


Kontrollera och modulera ultrakorta ljuspunkter

Den här avhandlingen handlar om en ny metod att kontrollera och modulera ultrakorta ljuspulser. Vi styr ljus genom att ändra faser på atomer som skickar ut extrem-ultraviolett ljus med hjälp av en infraröd puls. Den här metoden möjliggör att kontrollera ultrasnabba processer vilket inte har varit möjligt tidigare, i ett våglängdsområde som tidigare har varit okontrollerbart.

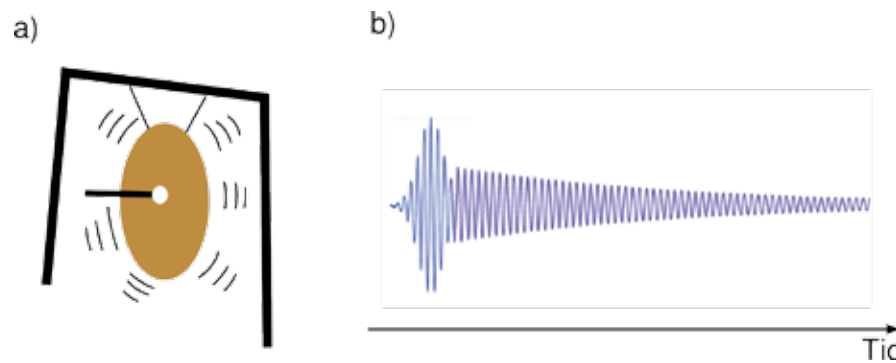
Ljus påverkar atomer och atomer sänder ut ljus. Ungefär så kan man enklast beskriva ljus och materia växelverkan. Trots att vi dagligen interagerar med det och överallt och alltid är omgivna av ljus och atomer så finns det fortfarande mycket som vi inte förstår av spelet mellan dem. Ljus är elektromagnetiska vågor i olika frekvensområden som sträcker sig från radiovågor till synligt ljus och upp till röntgenstrålning. Hur de olika frekvenserna påverkar en atom beror på vilket tillstånd som atomen befinner sig i och vad det finns för andra tillstånd, eller resonanser, i atomen. För att excitera atomen, ge den mer energi, kan man bland annat sända in ljus med frekvenser som matchar resonanserna. När atomen sedan "slappnar av" kommer ljus med just de frekvenser som matchar skillnaden i energi mellan olika övergångar att sändas ut.

Absorption sker då atomer sänder ut ett ljusfält som är i motfas med det ljusfält som exciterade atomerna. Vanligtvis skulle vi tänka att $1+1=2$, har vi ett



Figur 1.

ljusfält och lägger till ytterligare ett, så bli summan ett starkare ljusfält. Anledningen varför detta inte måste vara sant ligger i att ljusfälten är vågor, det vill säga att de svänger. När två vågor adderas spelar det inte bara roll hur mycket av varje det finns, amplituden, utan också faser mellan vågorna. När vågorna är i fas bygger de på varandra, just som två som hoppar på studs mattan i fas kommer högre än om de hoppat i motfas (se figur 1). För att släcka ut en våg kan man alltså lägga till en våg som är lika stark, men i motfas (det enda sättet att döda en foton är med en annan foton). I absorption flyttas energi från ljusfältet till atomerna just genom att atomerna själva sänder ut ett fält.



Figur 2: a) Precis som en gonggong ringer långt efter tillslaget, b) så sänder atomer ut ljus, (lila svängning) efter en ultrakort excitationpuls (blå svängning).

Det ljuset som sänds ut är i motfas med excitationfältet, vilket leder till dämpning av det totala fältet och skillnaden i energi i ljusfältet är det som absorberas i atomerna.

Hur man kontrollerar

Ljuset som sänds ut från atomerna kan separeras i tid om man använder en ultrakort excitationpuls. Man kan tänka på atomerna lite som en gonggong. När de sänder ut ett fält ringer de för en tid och klingar sedan av. Ifall excitationfältet är en kort puls som är kortare än avklingningstiden, leder det till att atomerna sänder ut sitt fält även efter att excitationspulsen har passerat (se figur 2). Om

man nu kunde titta på det elektromagnetiska fältet som kommer efter excitationspulsen, så är där inte två fält som är i motfas utan bara ljuset från atomerna.

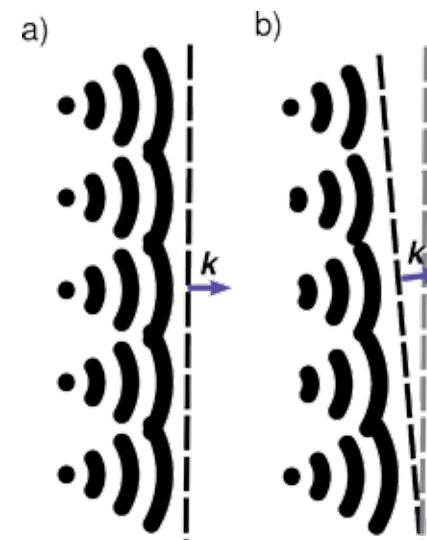
Atomer som blir exciterade av en ljuspuls kommer på grund av den kollektiva effekten sända ut ljus i samma riktning som excitationspulsen. I bilden av atomer som gonggong kommer alla atomer som exciterats samtidigt, att ringa och sända ut ljus med samma fas. Längst med den riktning som excitationspulsen färdas i, kommer alltså de olika fälten från de individuella atomerna att vara i fas och bygga upp varandra. Åt alla andra håll kommer de däremot att ha olika fas och därmed dämpa ut varandra.

Med linjärt positionerade sändare som är i fas byggs strålen upp och sänds ut längst k -vektorn. Genom att ändra på faser från de olika sändarna, ändras riktningen var vågorna byggs upp, och ljuset kan vridas

För att kontrollera det kollektiva ljuset som atomerna sänder ut räcker det att kontrollera faser på ljuset som de individuella atomerna sänder ut (se figur 3). Genom att sända in ljus med en mycket lägre frekvens än frekvensen på ljuset från atomerna, en kontroll-ljuspuls, kan energiskillnaden mellan tillstånden i atomerna ändras tillfälligt. Detta kallas Starkskift, och leder till att ljuset som sänds ut från atomerna efter den tillfälliga förskjutningen har fått en fäskändring. Hur mycket som energierna förskjuts, och också hur mycket som faser ändras, beror på intensiteten hos kontrollfältet. Genom att utsätta atomerna för olika intensitet av kontrollpuls kan vi alltså styra i vilken riktning som ljuset från atomerna ska vara i fas. Beroende på när kontrollpuls kommer, blir också tiden för omriktandet styrd.

Användning av extrem-ultraviolett ljus

I ultrasnabb optik är extrem-ultraviolett (XUV) ljus intressant då målet är att mäta och kontrollera extremt snabb dynamik hos elektroner. Detta görs med hjälp av pulser av ljus som är mycket mycket korta i tid. De är så korta att pulserna består av ett fåtal våglängder. Genom att använda



Figur 3: a) Med linjärt positionerade sändare som är i fas byggs strålen upp och sänds ut längst k -vektorn. b) Genom att ändra på faser från de olika sändarna, ändras riktningen var vågorna byggs upp, och ljuset kan vridas.

pulser av XUV-ljus, som har högre frekvens och kortare våglängd än synligt ljus, kan längden på pulserna minskas. Dessutom är ofta inte dynamiken på ljusfältet, hur fort det svänger, något man önskar ska vara i samma storleksordning som eventuell annan dynamik som undersöks.

Saknaden av modulator för XUV ljus begränsar dock möjligheten att un-

dersöka och kontrollera ultrasnabba förlopp. De metoder som vi idag har för att kontrollera ultrasnabba förlopp bygger på synligt eller infrarött ljus. För dessa frekvenser finns bra verktyg för att styra och modulera ljuset, både dess fas och dess amplitud. Med god kontroll över ljuset kan vi också få god kontroll över atomerna. De tekniker som finns idag fungerar dock inte för XUV ljus, vilket sätter en teknisk begränsning för vilka experiment och vilken forskning som kan göras inom ultrasnabb optik.

Ett sätt som man kan styra och modulera XUV ljus är att använda tekniken som är beskriven här ovan och använda sig av atomer och tillstånd som gör att atomerna sänder ut XUV ljus. Med hjälp av infraröda kontrollpulser kan vi styra faser och riktningen på ljuset. Genom att styra vilken intensitet atomerna får, samt när kontrollpuls kommer får vi kontroll över riktning och tid hos det utsända XUV ljuset. Denna typ av opto-optisk modulator, där vi modulerar ljus med ett ljus, gör det i princip möjligt att fritt modulera amplitud och fas hos en ultrakort XUV puls, vilket öppnar dörrar för helt nya experiment.

Mycket forskning är kvar att göra för att utveckla tekniken vidare, och använda den för att lära sig mer om världen vi lever i och kontrollera dess ultrasnabba processer. Genom forskning upptäcker vi gång på gång möjligheter att genomföra saker fortare eller med högre frekvens. På det sättet så ökar ständigt de områden som mänskligheten kan kontrollera. Men ju mer vi upptäcker, desto mer anar vi hur mycket det är som vi inte vet.

SAMUEL BENGTTSSON
LUNDS UNIVERSITET

Samuel Bengtsson

- Titel: Ultrafast opto-optical control of extreme ultraviolet light pulses
- Doktorsavhandlingen framlagd 2017-12-01 vid Fysiska Institutionen, Avd för atomfysik, Lunds universitet
- Länk till avhandlingen: http://portal.research.lu.se/portal/files/34065313/e_spik_Bengtsson.pdf
- ISSN 0281-2762
- ISBN (tryck): 978-91-7753-491-4
- Handledare: Johan Mauritsson, LU och Lars Rippe, LU
- Opponent: Professor Robert Jones, University of Virginia, USA



Foto: Sven Röstin

Från Kullabygdens fruktodlingar till kunskapsfrukten i Lundagård

Samuel gillar att lösa problem tillsammans med andra.
– Det är en mycket speciell känsla att efter mycket funderande komma på lösningen, berättar Samuel som känner sig väldigt nöjd när det händer.

– Jag blir jättelycklig av att lyckas lösa ett problem, berättar Samuel. Det är nästan barnets glädje man upplever när det händer, berättar han. Samuel berättar att han tidigt blev stimulerad att fundera kring matematik och det gjorde det roligt att upptäcka saker och se samband.

Vad är det som är speciellt med forskning?

– Jag vill vara nära nytt och gillar att vara med när det händer, svarar han.
– Människor som är entusiastiska inspirerar mig och jag blir själv påverkad. Under skoltiden var lärare som visade

glädje en viktig faktor för att få mig intresserad. Nu är det entusiastiska kollegor som ger inspiration och drivkraft, konstaterar Samuel.

Under vårt samtal framträder en berättelse där föräldrarna utöver sina yrken även varit djupt engagerade i frivilliga insatser på olika sätt.

Du har en kristen bakgrund och en far som arbetat som missionär i Afrika under en period, även om hans yrke varit byggnadsingenjör. Vad har du tagit med dig från uppväxten?

– Jag känner glädje över andras fram-

gångar och tycker om att samarbeta. Det känns mycket bra att dela arbete med kollegor, säger Samuel.

Vilka är dina viktigaste egenskaper för att lyckas i ditt jobb som forskare, tror du?

– Vinnarskalle, jag gillar att vinna, skrattar Samuel. Dessutom nya och oväntade intryck gör att jag går igång och vill bli delaktig i arbetet.

Du jobbar intensivt, men vad gör du för att kopplar av?

– Jag gillar att åka bil. Under bilkörning varvar jag ner och nollställer mig, berättar Samuel. Det ger en lagom avkoppling från intryck som jag inte kan låta bli att bolla annars.



Foto: Görel Odeberg

Bilden till vänster: Rydbergsalen den 1 december 2017 vid Lunds universitet. Till vänster i bilden opponenter Robert Jones, Virginia University och stående respondenten Samuel Bengtsson. Bilden ovan: Ett sätt att fira klarad avhandling är att åka till Budapest med korridoren.

Vilken roll känner du ofta blir din?

– Min roll i samarbeten blir ofta att vara idéspruta. Men utan arbetskamrater som kan styra upp och systematisera fungerar mina bra delar sämre. Det var en stor utmaning för mig att doktorera. Min tid som doktorand har utvecklat mig som individ positivt. Det är lättare att hålla fokus och nå mål nu än tidigare.

– Det blev nödvändigt när jag började att doktorera att strukturera och skaffa rutiner i vardagen på ett annat sätt än tidigare. Under resans gång blev jag mer medveten om vikten av vardagsrutiner. Jag gillar faktiskt en del dagliga vanor numera. Regelbunden träning är en sådan, konstaterar Samuel.

Men Samuel erkänner att om han

närmar sig en lösning på en utmaning kan han glömma tid och rum. Fokus på problemlösningen är då total.

– Känslan och glädjen när man löst en uppgift tillsammans med andra är mycket speciell och en drivkraft för mig, berättar Samuel.

Hur kommer det sig att du började doktorera efter civilingenjörsexamen?

– Det var nog en aha-upplevelse vid mitt examensjobb som gjorde att jag ville satsa på vidare studier. När jag en varm julikväll lyckades lösa ett problem med kvantdatormsimulering blev jag riktigt lycklig. Det var en stark känsla av entusiasm och glädje, berättar Samuel. Dessutom kände jag att det fanns så mycket mer fysik som jag ville förstå.

Det kändes lyxigt att få doktorera när det gjordes möjligt genom Johan Mauritsson, docent och professor vid LU.

Vad planerar du att göra nu efter disputationen?

– Jag hoppas på ett framtida postdokstipendium och att få arbeta i en forskar-



Foto: Elsie Bengtsson

Samuel Bengtsson, 31 år

- Utbildning: Kullagymnasiet i Höganäs (2006)
- Civilingenjör inom teknisk nanovetenskap med inriktning mot fysik, LTH 2012
- Doktorexamen i fysik, LTH 2017
- Bor: studentkorridor
- Familj: yngst av 6 syskon.
- Intressen: körsång, spel och att läsa "Fantasy-litteratur"
- Tidigare arbete: på föräldrarnas fruktodling
- Nuvarande arbete: forskare vid Lunds universitet

grupp som breddar mitt kunnande, berättar Samuel.

FA önskar lycka till med VR-ansökan och hoppas att forskarentusiasmen håller i sig med glädjande resultat.

MARGARETA KESSELBERG
FYSIKAKTUELLT

Fysikhistoria på jobbet

Karl Grandin är professor och föreståndare för Centrum för vetenskapshistoria vid KVA. Han är präglad av lärdomsstaden Uppsala där han vuxit upp och blivit både civilingenjör i teknisk fysik och doktor i vetenskapshistoria. Men ser sig främst som historiker, trots teknisk bakgrund.

När man sitter och tar del av Karls intressanta kunskaper som knyter ihop tid och rum på ett speciellt sätt så blir fysikhistorien levande. Karls berättelser synliggör alla fantastiska människor bakom den tekniska utvecklingen. Något som inte händer så ofta annars.

Brev och annat material i olika arkiv tillför förklaringar till hur vetenskapen blir till, till skillnad mot den färdigpakterade vetenskapen i artiklar och böcker berättar Karl entusiastiskt.

– Plötsligt ser man att vetenskapsmännen är olika och människor av kött och blod och inte bara robotliknande forskare eller vetenskapsmän(kvinnor) som sitter i sin ”filterbubbla” utan kunskaper utanför sitt vetenskapsområde, berättar Karl.

– Man får dessutom ”massera” olika delar av hjärnan när man kombinerar humaniora, samhällsvetenskap och naturvetenskap, tycker Karl.

Tycker du att forskare presenteras och beskrivs schablonmässigt?

– Ja, särskilt i populärkulturen, men även annars. Jag ser lika många olika personligheter inom vetenskapen som samhället i stort, konstaterar han. När man tar del av självbiografier, brev, anteckningar och annat så ser man att det inte

finns någon typisk forskartyp som många gärna vill måla upp, utan det finns en massa olika sätt att vara forskare på.

På Centrum för vetenskapshistoria finns många möjligheter till historisk forskning eftersom brev och annat behöver sammanställas och sätts in i ett sammanhang.

Du gör djupdykningar i KVA:s arkiv, Nobelarkivet eller andra arkiv. Vad letar du efter?

– Målet är ofta det vida historiska sammanhanget, konstaterar Karl. Det är mycket intressant och det är en stor förmån att få göra dessa resor genom historien. Just nu har jag ett forskningsprojekt där ”Nobelprisen under kalla kriget studeras” genom det arkiverade material som nu blivit tillgängligt. (Se separat artikel s. 16-17)

Får vem som helst ta del av arkivinhållnen?

– Ja, vi agerar som vi vore ett offentligt arkiv, fastän KVA är en privat organisation. Undantaget är Nobelarkivet som kräver särskild ansökan och bara är möjligt att konsultera för professionella historiker eller motsvarande.

Du är teknisk fysiker från början men istället för att gå ut som ingenjör i näringslivet så blev det doktorandstudier i vetenskapshistoria. Hur hamnade du där?

– Jag har nog slingrat mig fram. Lumpen väntade efter gymnasiet och jag fick inte bara lära mig att skjuta med AK4:a och köra lastbil utan fick även läsa ryska

på universitetsnivå, berättar Karl. Efter att ha pluggat även i lumpen valde jag att jobba ett år på en fabrik i Uppsala innan jag började på teknisk fysik i Uppsala. Och planen var då att jag skulle bli civilingenjör och jobba i industrin sedan. Historia var jag intresserad av, men där fanns just inga jobb förmodade jag.

– Ja, så det var många olika tillfällenheter som styrde det hela och vägen dit var inte rak som sagt. Teknisk fysikstudierna var så intensiva och tiden gick därför så fort så jag och mina bästa kurskamrater bestämde oss för att ta ett sabbatsår från teknikstudierna för att reflektera och bredda oss, berättar Karl.

– En av dessa kursare föreslog att jag skulle läsa idé- och lärdoms historia som jag aldrig hade hört talas om då, under sabbatsåret och det blev till slut 80p i det ämnet som kombinerar filosofins och naturvetenskapernas historia med de politiska idéernas historia på ett mycket intressant sätt, innan jag lyckades avsluta teknikstudierna, berättar Karl. Men då i början på 1990-talet var det jobbkris och vi som var nybakade civilingenjörer fick söka alla jobb som fanns. Då funderade jag istället om jag skulle söka som doktorand till fasta tillståndets fysik, eftersom jag hade gjort mitt exjobb på den institutionen och trivdes där eller om jag skulle våga ta steget till vetenskapshistorien.

– Och det steget tog jag. Bra timing och tur gjorde att jag kunde börja att doktorera i vetenskapshistoria i Uppsala, där Tore Frängsmyr blev min handledare. Jag doktorerade med en avhandling om teoretisk fysik i Sverige på 1920-talet och fick således nytta av mina elementära fysikkunskaper. Och därefter hade jag tur igen och fick jobb på Vetenskapsakademiens Centrum för vetenskapshistoria 1999.

Du är föreståndare för Centrum för vetenskapshistoria sedan 2008. Vad innebär arbetet på centrumet?

– Vi vårdar och tillgängliggör KVA:s eget arkiv, Nobelarkivet, och en mängd personarkiv liksom en märkvärdig samling gamla vetenskapliga instrument samt olika gamla vetenskapliga boksamlingar, berättar Karl. Vi hjälper forskare som be-

söker oss eller som hör av sig. Mitt eget arbete består bl.a. i att bedriva forskningsprojekt utifrån dessa samlingar eller digitaliseringsprojekt. Det innebär även att ha kontakt med specialister och forskare runt om i Sverige och hela världen, vilket alltid är inspirerande.

Centrum för vetenskapshistoria måste vara en guldgruva med fokus på industriutvecklingen i Sverige. Vad ser du är den viktigaste uppgiften?

– En självklarhet för ett historiskt arkiv är att vårda samlingarna för evigheten, det kan låta överdrivet, men det är det perspektivet som bör vägleda verksamheten. Att just detta arkiv är viktigt beror på att den vetenskapliga utvecklingen i vårt land ligger till grund för nästan alla aspekter av vårt moderna liv vad det gäller tekniska system, kunskaper om sjukdomar och så vidare.

Vilka insikter/önskar du förmedla till oss vanliga människor genom verksamheten?

– Historia är viktig för att förstå vilka vi är och varför vår värld ser ut som den gör.

– Jag vill vidare att man skall kunna ta till sig att vår historia inte bara bestämts av politiska skeenden och att vår kultur är mer än bara kultursidornas kultur. Det vetenskapliga kulturarvet är underutnyttjat av både historiker och vetenskapsmän var för sig och dessutom, eller just därför, underfinansierat av staten.

Hur många personer är involverade i Centrum för vetenskapshistoria?

– Förutom mig själv är det just nu totalt två arkivarietjänster och en konservatorstjänst. Beroende på anknutna forsknings- och andra projekt kan det dessutom vara upp till 20 personer ytterligare.

Hur finansieras verksamheten?

– Centrum för vetenskapshistoria tillkom 1988 efter två donationer från Tomas Fischer. I övrigt finansieras forskningsinsatser och digitaliseringsarbeten samt vissa arkivarbeten av externa anslag och i övrigt av KVA:s egna fonder.

Karl Grandin

- 52 år från Uppsala
- Gift, två bonusbarn och ett barnbarn
- Föreståndare för Centrum för vetenskapshistoria sedan 2008.
- Civing teknisk fysik, Uppsala universitet 1992
- FD i idé- och lärdoms historia, Uppsala universitet 1999

Förtroendeuppdrag

- Medlem av Vetenskapsakademiens Energiutskott sedan 2004.
- Redaktör för Nobelstiftelsens årsbok sedan 2006.
- Vetenskapliga rådet för Niels Bohr Arkivet, Köpenhamn sedan 2014.
- Ordförande för EPS History of physics group sedan 2017.

Forskning

- Science and modernization in Sweden: An institutional approach to historicizing the knowledge society. Ett forskningsprogram med flera kollegor, finansierat av Marianne och Marcus Wallenbergs Stiftelse.
- Inblandad i olika digitaliseringsprojekt.

Övrigt

- Inbjuden att hålla föredrag i allt från: Warszawa, Windhoek, Alingsås, Greifswald, Kärrtorp och Peking m.m.



Foto: Jonas Häggblom.

Karl Grandin studerar 1700-talsfysikern Wilkes föreläsningsmanuskript.

Hur kan vi i Sverige bygga upp kompetens inom fysikhistoria?

– Fysikhistoria är ett litet ämne i Sverige men har många intressenter. Det kräver då att man samarbetar mellan de nordiska länderna, i Europa och internationellt. Och viktigast är att de med störst intresse för fysik – läsarna av Fysikaktuellt kanske? – ser poänger med att även reflektera över ämnets historia och roll i våra liv igår och idag på fler sätt än de uppenbara.

Hur mycket är du egentligen involverad i Nobelprisen?

– Jag är Kungens ”medalj- och diplombiträde” (så kallade en företrädare uppdraget) vid prisutdelningen i Konserthuset, där jag överlämnar förhoppningsvis rätt diplom och medalj till Kungen för vidare befordran. Och anledningen till det handfasta uppdraget är att jag är redaktör för Nobelstiftelsens årsbok med alla pristagares föreläsningar och självbiografier – The Nobel Prizes tidigare Les Prix Nobel. Men jag kommer alltså in när besluten är fattade och så har vi Nobelarkiven i fysik och kemi förstås, där prisutredningar äldre än 50 år kan konsulteras av forskare.

Hur skulle du vilja utveckla verksamheten vid Centrum för vetenskapshistoria?

– Vi är en infrastrukturinstitution främst för vetenskapshistoria och jag skulle vilja se att vi lyckades än mer än idag med att arbeta med universitetsforskare om både våra arkiv men också om vår spännande instrumentsamling liksom KVA:s märkvärdiga bibliotek. Alla dessa kategorier hänger ju samman!

Under vår lunch rinner tiden iväg snabbt och plötsligt har flera timmar gått och ett nytt möte väntar Karl som måste rusa iväg.

Hans kunskaper om vetenskapshistoriska skeenden är imponerande. Riktigt intressant område som fler borde kunna ta del av!

MARGARETA KESSELBERG
FYSIKAKTUELLT

Det kalla kriget och Nobelpriset i fysik 1964

Svenska Akademiens beslut om att tilldela Boris Pasternak litteraturpriset 1958 misshagade den dåvarande svenske statsministern, Tage Erlander, som i sin dagbok skrev: "Allmän förbannelse över Svenska Akademiens demonstration mot Sovjet vid val av nobelpristagare i år." Anledningen var att motiveringen var politisk snarare än litterär. Däremot hade ingen, inte ens Sovjetunionens ledning, några problem med att Vetenskapsakademien samma år gav fysikpriset till de tre sovjetiska fysikerna Tjerenkov, Frank och Tamm. Erlander tyckte senare att det skulle varit en "demonstration av styrka hos Rysslands kulturliv med 3 fysiker + en författare på podiet", men så blev det inte, Pasternak tvingades avsäga sig priset men fysikerna fick resa.

Att litteraturpris kan ges politisk innebörd och att fredspriset självklart har det är således tydligt, men kan vi av ovan nämnda exempel sluta oss till att de naturvetenskapliga priserna alltid står fria från politiska tolkningar och hänsyn?

Det bästa intrycket på världsoptionen

Några år senare, efter några av det kalla krigets största kriser, kom två sovjetiska och en amerikansk fysiker att dela Nobelpriset i fysik 1964. Beslutet om fysikpriset ska inte ta några politiska hänsyn, men det var inte alltid så omvärlden uppfattade det hela. Den sovjetiske fysikern Vladimir Fock verksam i Leningrad och ledamot av den sovjetiska vetenskapsakademien avslutade sitt nomineringsbrev för ett delat pris mellan den sovjetiske fysikern Prochorov och den amerikanske fysikern Townes med att framhålla att ett delat pris "utan tvekan skulle ge det bästa intrycket på världsoptionen". Från USA fick Nobelkommittén å andra sidan ett

anonymt brev från en "close friend of Dr. Charles H. Townes" som var bekymrad över rykten om Townes skulle få Nobelpriset eller inte. Även denne person hade politiska tolkningar redo, man vågade inte i Sverige av "political reasons" ("The Russians lay false claims and the Swedes are afraid of the U.S.S.R.") ge Townes hans rättmätiga pris. Författaren fortsatte: "Let us hope that the present upheaval in the U.S.S.R. will not put political pressures on the Swedes which will force the Noble [sic.] Committee to make a wrong and non-objective decision."

I vad mån Nobelkommittén i fysik eller Vetenskapsakademien föll till föga för dessa påstådda sovjetiska påtryckningar eller var uppfyllda av Focks uppmaning om att ge ett gott intryck på världsoptionen vet vi inte, men Nobelpriset i fysik 1964 tilldelades med ena hälften Charles H. Townes och den andra hälften till Nikolaj Basov och Alexander Prochorov för *grundläggande arbeten inom kvantelektroniken, som lett till framställningen av oscillatorer och förstärkare enligt maser-laser-principen*. Därmed hade för första gången ett Nobelpris i fysik delats mellan öst och väst. Tidigare hade ett kemipris delats 1956 och där-

efter skulle det dröja det till 1978 innan nästa öst-väst-delning i fysik ägde rum.

Givet dessa två tolkningar av detta fysikpris skulle man kunna tänka sig att det skulle ha uppmärksammats i media, men så blev det inte. Det kan bero på att samma år fick medborgarrättskampen, Martin Luther King Jr., fredspriset; och i Stockholms konserthus stod författaren Jean Paul Sartres stol tom på scenen, eftersom man in i det sista inte visste om han skulle komma (det gjorde han inte – han hade avböjt priset) och ensam kemipristagare detta år var Dorothy Crowfoot Hodgkin som media blev förtjust i. Alla dessa pristagare rönte större uppmärksamhet än fysikpristagarna.

Vad kan vi säga om kalla kriget om vi tittar i själva Nobelarkivet? För det första måste vi konstatera att Nobelarkivet bara innehåller beslutsprotokoll och inga diskussionsprotokoll, så det är inte lätt att bli klok över hur man resonerade eller inte. En viktig komponent för att kunna ha högsta kvalitet i Nobelprisarbetet är att vara säker på att få så många nomineringar från institutioner runt om i världen att man inte missar någon viktig insats. Därför har man sedan prisets instiftande skickat ut inbjudningar till universitet världen över. Och just i detta sammanhang kan vi se att kommittén försökte lösa problemet med att få nomineringar från östländerna och särskilt från Sovjet.

När fysikkommittén försökte få mer information om forskning i Sovjetunionen skrev man dit och bad att få svåråtkomliga ryska publikationer. Och



Amerikanen Charles Townes i telefon och de sovjetiska pristagarna, Nikolaj Basov och Alexander Prochorov, med fruarna på Arlanda.



framför allt bjöd man in medlemmar av fysikklassen i den sovjetiska vetenskapsakademien att inkomma med nomineringsförslag. Dessa inbjudningar var personliga till varje medlem av fysikklassen, eftersom forskningssystemen i östeuropa skilde sig från de i resten av världen. Nobelnomineringssystemet är i första hand utformat för att få nomineringar från fysikinstitutioner vid universitet. I Sovjet förekom endast måttligt med forskning vid universiteten, det var vid Vetenskapsakademiens institut som forskningen främst bedrevs. Därför var Nobelkommittén tvungen att utnyttja möjligheten att göra individuella inbjudningar om än i parti. Trots dessa riktade individuella inbjudningar var det inte alltid det kom nomineringar från Sovjet, och om de kom var alla oftast av samma åsikt.

Externa granskare

Förslag om att prisbelöna maser och laser hade börjat dyka upp 1958 och sedan kom de i en allt stadigare ström för att 1964 vara det område som fick flest nomineringar. I Nobelkommitténs allmänna sammanställning 1964, den s.k. Kapprocken, går man igenom de fysikaliska principerna för maser och laser och konstaterar att Townes utan tvivel har "varit initiativtagare till, och ansvarig för,

en mycket stor del av de väsentliga momenten vid tillkomst och utveckling av maser. Vid en prisbelöning bör Townes därför enligt kommitténs mening sätas främst." Men det fanns ju även nomineringar av de sovjetiska insatserna, även om det var: "Ett besvärligt problem [...] att väga pionjärprestationerna på maserområdet i USA och i USSR mot varandra." För att vidare bedöma detta område hade fysikkommittén för första gången i sin historia bjudit in två externa granskare. Ditintills var det bara de fem personerna i kommittén som gjort specialutredningarna över varje års mest intressanta nomineringar. I den ena externa utredningen stod:

Hade Townes även upptäckt trenivå principen, det enda väsentliga han har förbisett, skulle jag, om jag vore i beslutande ställning, inte tveka om att ge honom ett pris ensam. Som situationen nu är, skulle jag kanske närmast vara böjd att föreslå, att Townes får ett halvt pris samt Basov och Prochorov vardera en fjärdedels, främst för deras 'upptäckt' av tre-nivå principen. En sådan fördelning innebär dock, enligt mitt förmenande, en viss undervärdering av Townes dominerande insatser och nog något av en

överbvärdering av Basovs och Prochorovs.

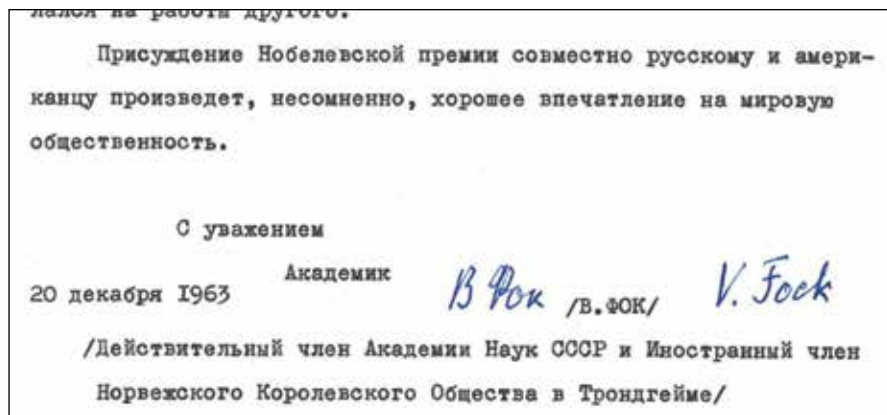
Detta blev även kommitténs förslag och slutligen Vetenskapsakademiens beslut.

Inga politiska hänsyn uttrycks alltså i motiveringarna, men klart är att flera års arbete för att få nomineringar från Sovjet hade gett ett flertal nomineringar 1964 av Basov och Prochorov. Och delningen var vetenskapligt motiverad om än med förbehållet ovan.

Det anonyma brevet som misstänkte sovjetiska påtryckningar mot den svenska Nobelkommittén och som drog en lans för att Townes ensam skulle få Nobelpriset avslutade sin plaidoyer med: "This note comes out of real concern for justice, objectivity, and the feelings of a superior human being, Charles Townes (physicist, educator, Christian, devoted family man, a very cultivated person) –".

Världsoptionen eller kristen familjefar, Townes själv verkar ha varit mindre bekymrad om saken och hade redan innan Nobelpriset besökt sina sovjetiska kollegor och diskuterat de gemensamma fysikintressena, vilket till slut är viktigast att poängtera.

KARL GRANDIN
CENTRUM FÖR VETENSKAPSHISTORIA



Slutet på V. Focks nominering av Prochorov och Townes.



Lise Meitner-dagarna inspirations källa för ungdomar



Ellen Moons från Karlstads universitet.

Det är sällan man får prata med så många glada och positiva gymnasister som under Lise Meitner-dagarna som genomfördes för tredje gången 24-25 november 2017 vid AlbaNova, Stockholm. Det var 105 gymnasister från hela landet som tillsammans satte stämningen. Arrangemanget var lyckat och programmet imponerande. Gymnasisterna kände sig utvalda och flera av dem uttryckte det till FA som deltog under dagarna.

Arrangörgruppen, Maja Arvola, projektledare, Oscar Vallhagen, Julia Järlebark och Lara Sheik har tillsammans gjort ett fantastiskt jobb. Alla i arrangörgruppen är fysikstudenter vid olika universitet och högskolor och planerar och arbetar med arrangemanget vid sidan av studierna. Många i arrangörgruppen har tidigare varit deltagare vid Lise Meitner-dagarna eller deltagit i Wallenbergs finalvecka på Chalmers/Göteborgs univer-

sitet. Oscar och Julia har dessutom varit svenska representanter vid den internationella fysikolympiaden i Zürich (IPhO 2016).

Det finns många olika delar i projektet som måste klaffa, allt från hämta långväga föreläsare vid Arlanda till att kolla att antalet lunchboxar stämmer. De som deltar i arrangörgruppen bygger snabbt personliga nätverk inom fysikersamhället.

Det var en förväntansfull skara av gymnasister från hela landet som anlände till Stockholm och AlbaNova, redan under torsdag eftermiddag 23 november. De inkvarterades på Hotel Birger Jarl mitt i City och redan före ankomsten hade deltagarna fått en proffsig information som tog upp allt från vägbeskrivningar, program och klädkod vid den gemensamma middagen på fredagskvällen.

Det var två intensiva dagar som väntade deltagarna. Efter invigningen följde en rad intressanta programpunkter bland

annat datortomografi-förr, nu och i framtiden som Kristina Ydström berättade om.

Julia Järlebark, programansvarig i arrangörgruppen, gjorde en annorlunda presentation av Lise Meitner. Julia såg "En världsberömd nobelpristagare" framför sig och gjorde ett tankeexperiment om Lise Meitner hade varit man. Mycket intressant presentation!

Dagen fylldes med flera intressanta ämnen och föreläsare och under lunchen fanns också utställare på plats, allt från astronomisk ungdom till Linköping universitet som informerade om sina utbildningar.

Ellen Moons var sist ut av föreläsarna med att berätta om solcellers inre liv.

Den första dagen avslutades med en festlig gemensam middag på Hotel Birgel Jarl där deltagarna bodde som nu fick tillfälle att lära känna varandra mer.

Det var ett tufft program. Redan 8.45

Information om, och anmälan till, Lise Meitnerdagarna 2018 finns på <http://www.lisemeitnerdagarna.se>

den andra dagen samlades deltagarna för laborationer i Vetenskapens hus lokaler. Laborationerna var av två slag, tidigare laborationer från Wallenbergs fysikpris och Vetenskapens hus egna laborationer.

Efter lördagens lunch väntade den häftiga avslutningen med Lawrence Krauss från Arizona som föreläsare. Det var dramatiskt att få allt att klaffa och arrangörgruppen jobbade mot klockan. Lawrence Krauss hade försovit sig och missat planet till Europa. Arrangörgruppen lyckades boka om flygbiljetten och nu gällde det få föreläsaren på plats i tid.

"Avslutningsceremonien" av de fantastiska dagarna genomfördes, innan Krauss föreläsning, för att vinna tid och

"Det är så skönt att träffa jämnåriga med samma intresse och nyfikenhet på fysik".

bara en halvtimme försenad klev Lawrence Krauss in i Oscar Kleinsalen, direkt från Arizona, med jetlagg och allt vad det innebär. Bra jobbat av arrangörgruppen!

Lawrence Krauss höll en intressant presentation "Hidden Realities: From the neutron to the Universe" och tog ungdomarna med storm. Många gymnasister stannade kvar efteråt för att ställa frågor, men många hade restider att passa och var tvungna att skynda iväg till olika transporter.

Fyllda av intryck, intressanta funderingar och mycket ny kunskap blev det säkert en "ovanligt tänkande" resa hem för många. Deltagarna såg mycket nöjda ut när de försvann ut i mörkret. ⇨



Lawrence Krauss
direkt från Arlanda.

Julia Järlebark, programansvarig för Lise Meitner-dagarna 2017

Hur har du/ni lyckats få så många intressanta och svärfångade föreläsare?

– Ja, det har varit en del jobb, men alla har tackat ja direkt, berättar Julia glatt. På så vis var det ett roligt och trevligt arbete.

Det var ett brett program med föreläsningar och "Hidden Realities: From the neutron to the Universe" med Lawrence Krauss från Arizona State University.

Hur lyckades du egentligen få professor Lawrence Krauss från Arizona State University att komma, en mycket upptagen och eftersökt föreläsare?

Julia berättar att hon var studentdeltagare under Fysikdagarna 2016 vid Chalmers/GU och då råkade hon hamna vid samma bord som Lawrence Krauss till middagen. Krauss var huvudtalare vid Fysikdagarna i Göteborg och drog mycket forskare och intresserade från hela Sverige.

Julia berättar:

– Jag frågade helt enkelt om han kunde tänka sig att komma till Lise Meit-



ner-dagarna 2017 i Stockholm och han tackade ja direkt.

Hur lyckades ni finansiera det?

– Lawrence Krauss ställde upp utan ersättning för föreläsningen, berättar Julia med ett nöjt leende.

Varför blev det just fysik för dig?

Min fysiklärare på gymnasiet Marcus Erhagen såg nog mitt fysikintresse, men

egentligen var jag generellt intresserad av naturvetenskap. Fokus på fysik blev det efter att jag i åk 2 på gymnasiet blivit tillfrågad av fysikläraren om jag ville åka till Chalmers på en Wallenbergvecka, berättar Julia.

Fysikersamfundets ordförande Anne-Sofie Mårtensson hade vid det här tillfället fått klartecken till att bjuda ett antal tjejer, VIP gäster, under Wallenberg-tävlingens finalvecka.

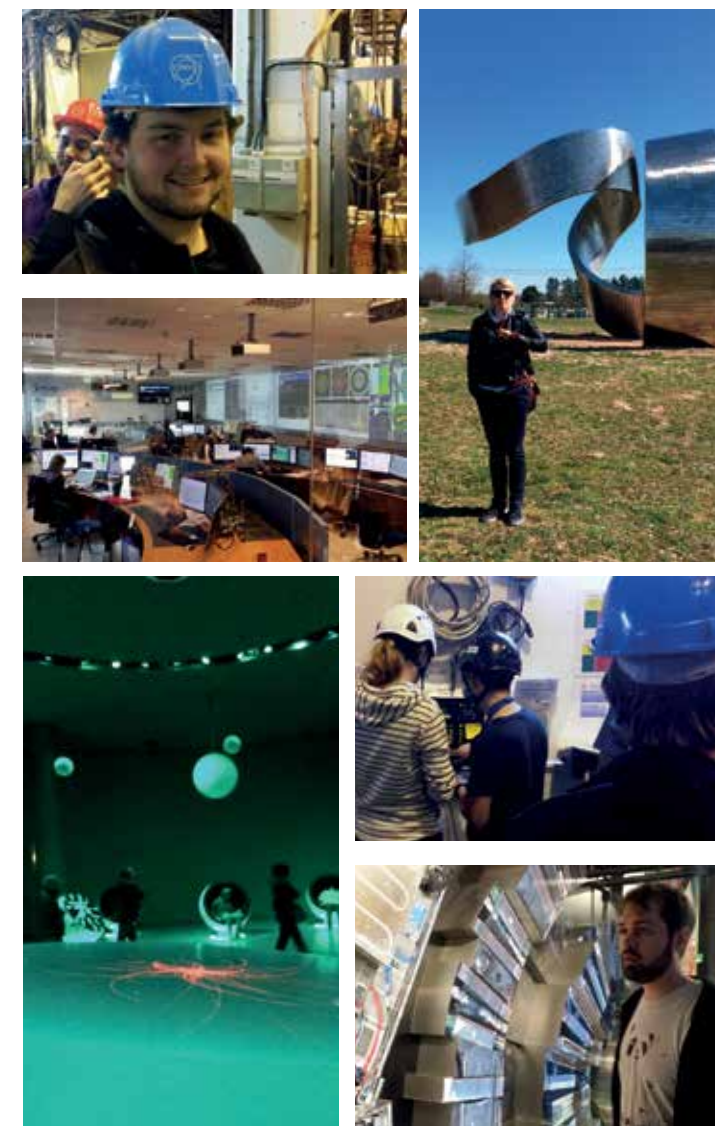
På vilket sätt påverkade den här VIP-veckan dig?

– Det blev den bästa veckan i mitt liv hittills, svarar Julia med eftertryck. Ingen tvekan, känslan av att vara med gymnaster med samma funderingar var överväldigande och fortsätter

– Det var VIP-veckan för tjejer på Chalmers i åk 2 som gjorde att jag verkligen började plugga fysik, vilket räckte till att bli en av fem svenskar vid den Internationella fysikolympiaden i Zürich 2016, avslutar Julia vårt korta samtal.

ÄR DU GYMNASIELÄRARE I FYSIK?

FÖLJ MED TILL CERN



Varje år arrangerar institutionen för fysik vid Göteborgs universitet en studieresa till partikelfysiklaboratoriet CERN i Schweiz för studenter på vårt fysikprogram.

Vi erbjuder även tre gymnasielärare i fysik att följa med. Resan äger rum 3-6 maj 2018 och är avgiftsfri. Kostnader för flygresor ersätts inte.

Mer information hittar du på www.fysik.gu.se/cern

Hvitfeldtska gymnasiet segrare i skoltävlingen

Beskedet om förstapriset behövde inte postas när ett trettiotal fysiklärare samlades på Hvitfeldtska gymnasiet första helgen i februari för att rätta årets inskickade lösningar till Wallenbergs fysikpris. Det var nämligen Hvitfeldtska i Göteborg som tog förstaplatsen i årets skoltävling. Skolans tre bästa elever, Alexandru Golic, Emil Ingelsten och Ludvig Liljenberg, fick tillsammans ihop 74 p och slog därmed andrapristagarna från Malmö Borgarskola med en poäng.

Hur många gånger dyrare är energin från ett 1,5 V batteri än energin från elnätet? Och hur lång tid tar det för en glaströrs-säkring att lösa ut när strömmen ökar? Det var två av de frågor som deltagarna i årets uttagning till Wallenbergs fysikpris fick försöka besvara under den fem timmar långa tävlingen. Tävlingskonstruktörerna Gunnar Ohlén, Fredrik Olsson och Susanne Tegler hade som vanligt tagit fram intressanta och utmanande problem. På nästa sida kan du själv prova att lösa en av de andra uppgifterna: Vilken spänning behövs mellan avläkningsplat-

torna i en bläckstråleskrivare? Uppgiften uppmärksammade att det nu är femtio år sedan Hellmuth Hertz, professor vid Lunds Tekniska Högskola, fick ett av de första patenten på bläckstråleskrivaren. 516 elever från sextiofem gymnasieskolor deltog tävlingen, och i år krävdes det betydligt fler poäng än tidigare, 23 av 30 möjliga, för att ta sig till final. De arton finalplatserna var ordentligt utspridda över landet, från Björknäsgymnasiet i Boden till de båda malmöskolorna St Petri och Malmö Borgarskola. De allra bästa individuella resultaten hade Teodor



Ludvig Liljeberg, Alexandru Golic och Emil Ingelsten såg till att Hvitfeldtska gymnasiet i Göteborg tog hem förstaplatsen i årets skoltävling.

Bucht (Malmö Borgarskola) och Adam Warnerbring (St Petri i Malmö). Dessa två åker nu tillsammans med Samuel Andersson (Uddevalla gymnasieskola Östrabo), David Hambraeus (Lugnetgymnasiet i Falun) och Björn Magnusson (Katedralskolan i Lund) till den Europeiska fysikolympiaden, EuPhO, som i år arrangeras i Moskva.

Fysikvecka och Nordisk-Baltisk fysikolympiad

För finalisterna väntar nu en ”fysikvecka” på Chalmers och Göteborgs universitet med föreläsningar och laborationer. Till denna vecka bjuder vi också in sex flickor från årskurs 2 som deltagit i uttagningstävlingen men inte nått ända upp till finalplatserna. Vår förhoppning är att de under veckan får insyn i vad fortsatta fysikstudier efter gymnasiet kan innebära, och att de också blir peppade att satsa på ett nytt försök i Wallenbergs fysikpris nästa år.

Under fysikveckan ägnas en dag åt en experimentell delfinal. Den andra delen av finalen äger rum under den Nordisk-Baltiska fysikolympiaden i Tallinn i slutet av april, och då avgörs det vilka fem av finalisterna som får delta i årets interna-



Som traditionen bjuder samlades första lördagen i februari ett trettiotal gymnasielärare på Hvitfeldtska gymnasiet för att rätta alla de inskickade tävlingsbidragen.

tionella fysikolympiad, IPhO 2018 i Lisabon.

Ett stort grattis till finalister och vinnande skolor, och ett mycket varmt tack till alla som gör tävlingen möjlig: Inspirerande fysiklärare, tävlingskonstruktörer, kvartetten som håller i rättningsarbetet

(Lars Fraenkel, Jim Lindholm och Lisbeth & Per-Uno Ekholm) samt inte minst finansiären Stiftelsen Marcus och Amalia Wallenbergs Minnesfond.

ANNE-SOFIE MÄRTENSSON
SVENSKA FYSIKERSAMFUNDET

Årets vinnare i skoltävlingen

1 Hvitfeldtska gymnasiet	Göteborg	74 p
2 Malmö Borgarskola	Malmö	73 p
3 Minerva gymnasium	Umeå	70 p
4 Polhemskolan	Lund	69 p
5 S:t Petri skola	Malmö	66 p
5 Uddevalla gymnasieskola Östrabo	Uddevalla	66 p
7 Blackebergs gymnasium	Bromma	63 p
7 Danderyds gymnasium	Danderyd	63 p
9 Katedralskolan	Lund	61 p
10 Södra Latins gymnasium	Stockholm	56 p

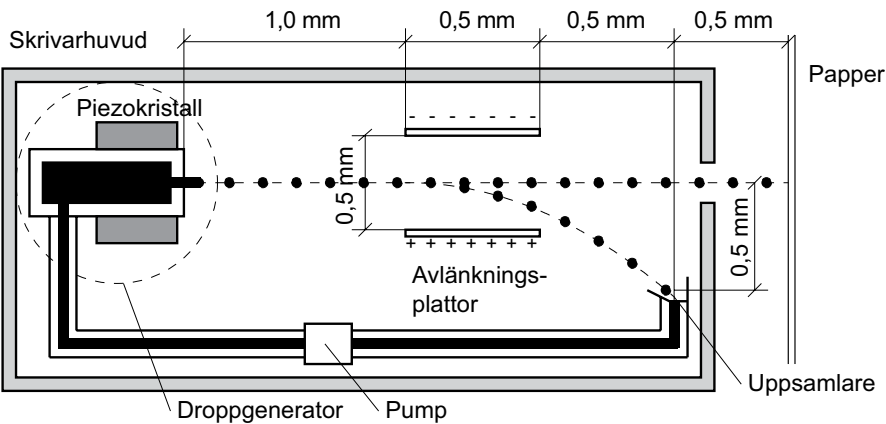
2018 års finalister i Wallenbergs fysikpris

Teodor Bucht	Malmö Borgarskola	Malmö	29 p
Adam Warnerbring	S:t Petri skola	Malmö	28 p
Samuel Andersson	Uddevalla gymnasieskola Östrabo	Uddevalla	27 p
Alexandru Golic	Hvitfeldtska gymnasiet	Göteborg	27 p
David Hambraeus	Lugnetgymnasiet	Falun	27 p
Hugo Eberhard	Lars-Erik Larsson-gymnasiet	Lund	26 p
Hugo Ekinge	Platengymnasiet	Motala	26 p
Björn Magnusson	Katedralskolan	Lund	26 p
Emil Ingelsten	Hvitfeldtska gymnasiet	Göteborg	25 p
Axel Lokrantz	Polhemskolan	Lund	25 p
Arvid Lunnemark	Malmö Borgarskola	Malmö	25 p
Simon Paulsson	ABB Industrigymnasium	Västerås	25 p
Johan Zanichelli	S:t Petri skola	Malmö	25 p
Axel Jernbäcker	Katedralskolan	Växjö	24 p
Johan Karlsson	Gymnasieskolan Spyken	Lund	24 p
Oliver Lindström	Minerva gymnasium	Umeå	24 p
Sigfrid Stjärnholm	Björknäsgymnasiet	Boden	24 p
Johanna Lidholm	Polhemskolan	Lund	23 p

En av årets uppgifter:

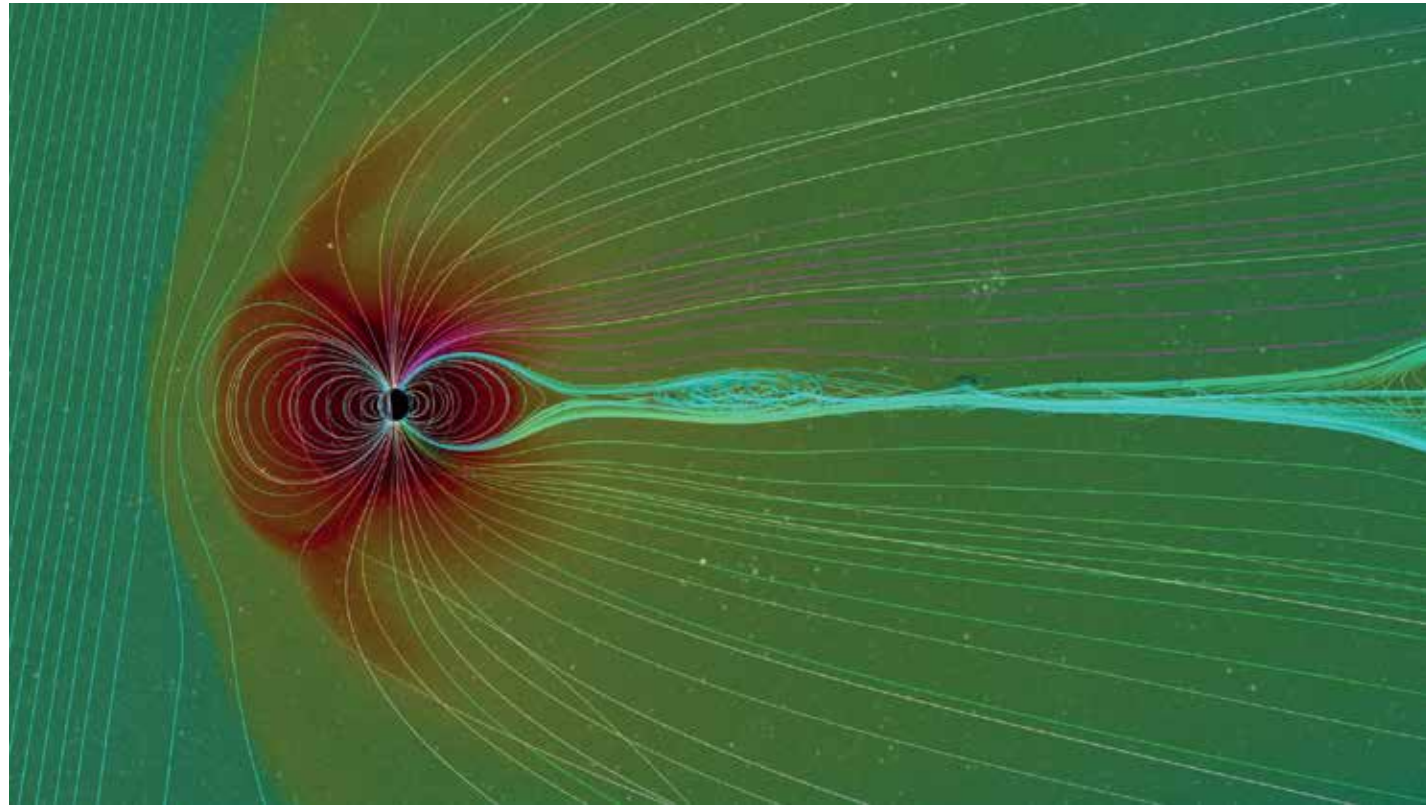
Hur stor ska spänningen vara mellan bläckstråleskrivarens avläkningsplattor?

Det är i dagarna femtio år sedan Hellmuth Hertz fick ett av de första patenten på bläckstråleskrivaren. Han var professor vid Lunds Tekniska Högskola och sålde sedermera patenträttigheterna vidare utomlands. Denna typ av skrivare är således en från början svensk uppfinning. En variant av bläckstråleskrivare fungerar genom att bläck sprutar ut från ett skrivarhuvud som rör sig över ett papper. Inuti skrivarhuvudet skapas en kontinuerlig stråle av bläck med diametern 9,5 µm och hastigheten 53 m/s. En piezokristall vibrerar så att droppar skapas med frekvensen 100 kHz. De droppar som inte ska hamna på papperet ges en elektrisk laddning så att de avlänkas till uppsamlaren. När alla droppar avlänkas motsvarar strömmen som laddar dropparna 56 µA.



a) Beräkna hur lång sträcka i höjddet som de oladdade dropparna avlänkas mellan droppgeneratorn och papperet på grund av gravitationen.

b) Beräkna hur stor spänningen mellan avläkningsplattorna måste vara för att avlänsa de droppar, som inte skall hamna på papperet, till uppsamlaren.



Extremt rymdväder

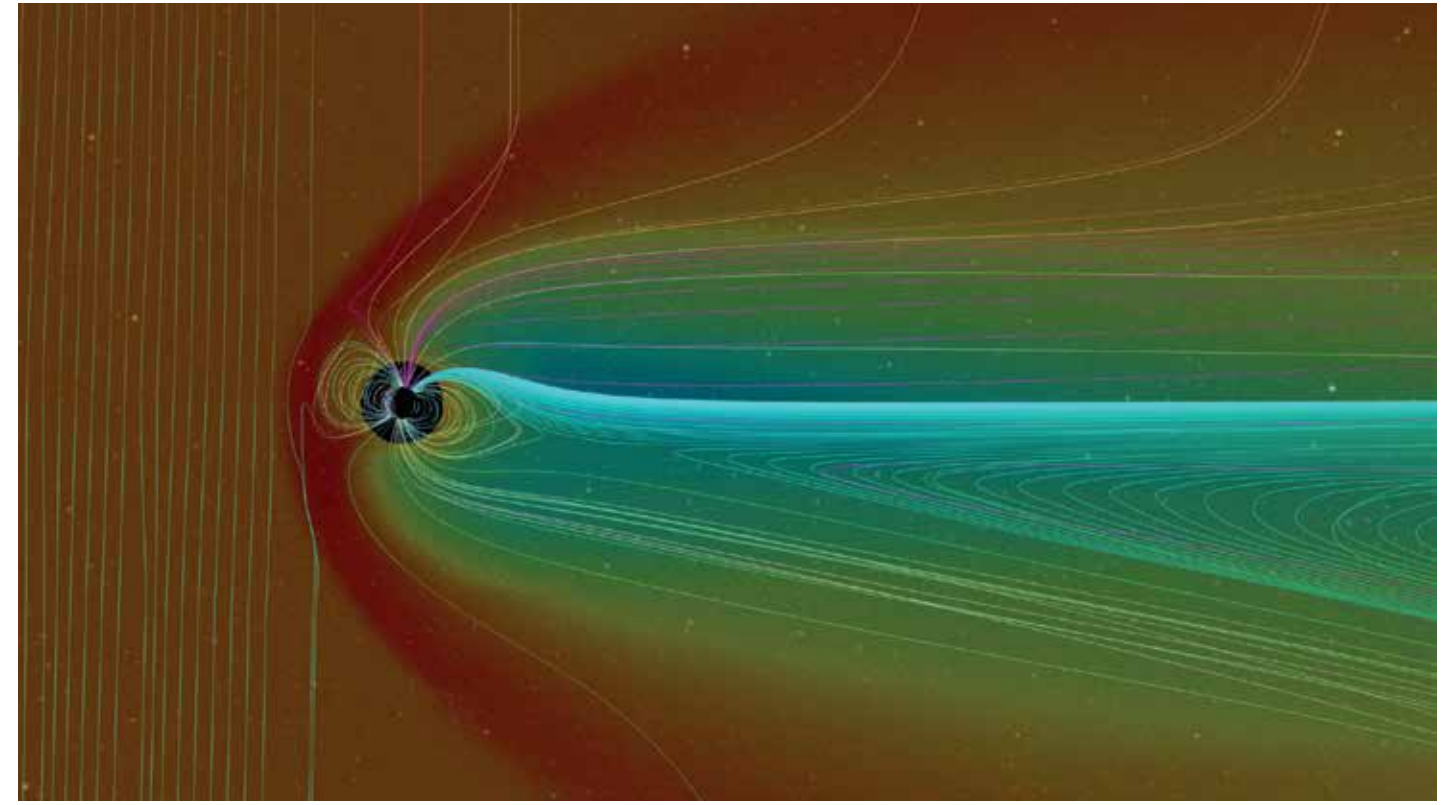
Solens ständigt föränderliga magnetfält yttar sig i det vi kallar solaktivitet. Denna orsakar bland annat kraftiga variationer i de korta och långa ändarna av solens spektrum: ultraviolett/röntgen samt radio. Därtill kommer utströmningar av materia. Det blåser alltid en solvind – men densitet och hastighet varierar. Därtill kommer högenergetiska partiklar som accelereras vid olika slags utbrott i solatmosfären. Och så koronamassutkastningar när mycket stora plasmamoln slungas iväg tillsammans med sitt magnetfält.

Man ska inte glömma att dessa dynamiska och imponerande fenomen till trots så är solens totala utstrålade effekt mycket stadig. Solaktiviteten är egentligen små krusningar i det stora energiflödet som huvudsakligen består av ljus i det synliga och nära infraröda området. Men det är mycket spännande krusningar och deras varierande inverkan på vår omgivning kallas rymdväder. Nere på jordytan skyddas vi från många sorters strålning av atmosfären medan jordens magnetfält modererar effekterna på olika sätt. Alltså är rymdväder till föga besvär för oss som biologiska varelser, så

Lugnet före stormen. Linjerna indikerar solvindens flödesriktning samt jordens magnetiska fältlinjer. Färgskalan visar partikeltäthet från blått (10^4 partiklar per kubikmeter) till rött (10^9 partiklar per kubikmeter). Solvinden blåser från vänster i bild.

länge vi håller oss på jordytan. Men vår teknologiska miljö påverkas och vårt samhälle har därmed blivit allt känsligare. Det gäller förstås allt som har direkt eller indirekt med rymdteknik att göra (vilket är mycket nuförtiden), men även jordbundna telekommunikationer av olika slag, kraftöverföring och signalsystem

Nu har förstås inte rymdväder orsakat världens undergång än, och mindre problem är mest en angelägenhet för de närmast inblandade. För samhället i stort innebär det vissa störningar och kostnader som försvinner i bruset från alla våra övriga bekymmer. Men precis som med



Jorden träffas av en hyggligt kraftig koronamassutkastning i december 2006. Sådant är inte så ovanligt.

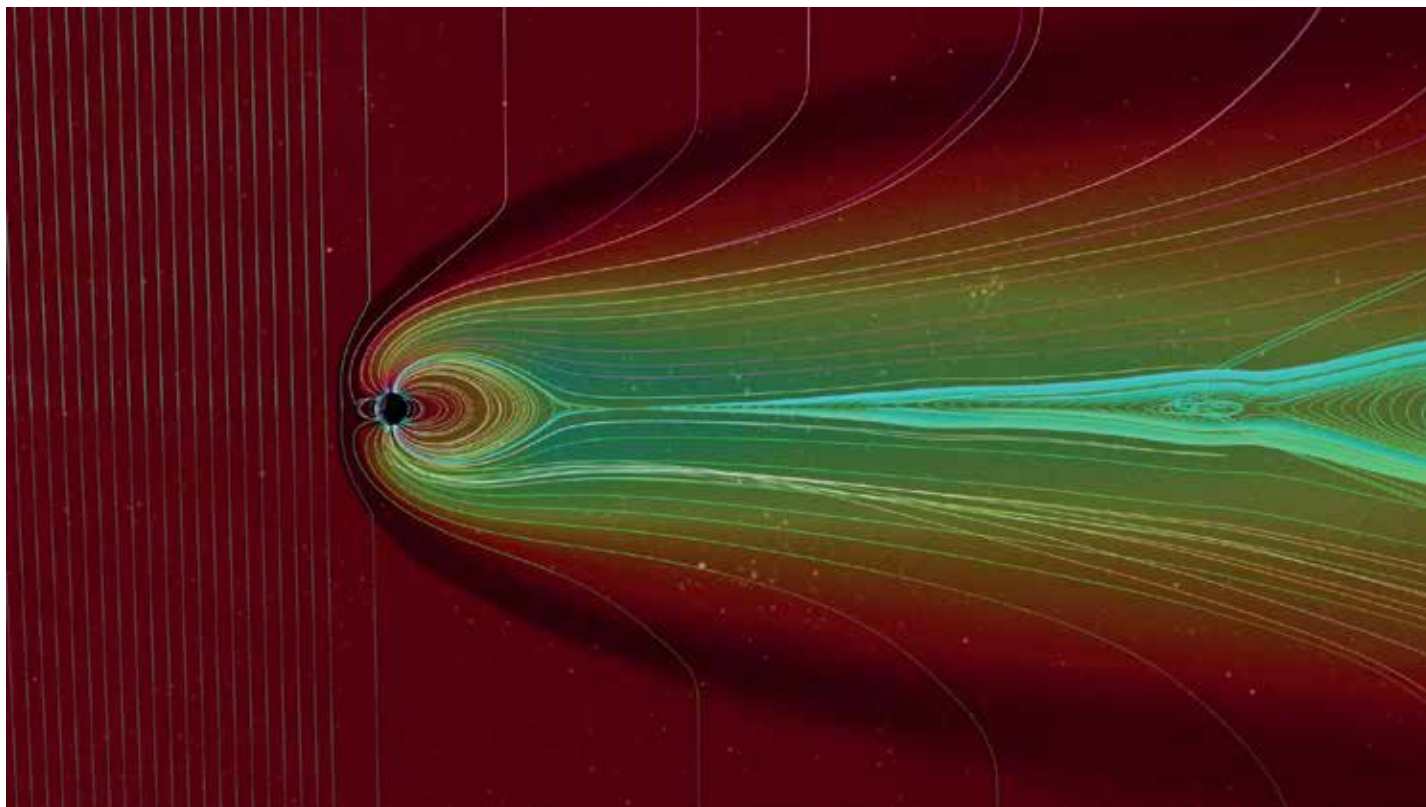
vårt vanliga väder kan man tänka sig att det finns extremt rymdväder. Vart hundrade år kommer det kanske en exceptionell orkan. Klarar vi oss då?

Märkesåret i sådana diskussioner är 1859. Den 1 september detta år var den flitige privatastronomen Richard C. Carrington¹ i färd med att teckna av en solfläcksgrupp vid sitt observatorium i London. Plötsligt såg han ett par intensivt lysande ljuspunkter invid solfläckarna. Under de följande minuterna ändrade dessa form och position för att sedan blekna bort. Ingen hade någonsin sett något liknande. Ännu märkligare var vad som hände de följande timmarna och dagarna och som väckte tanken att solen kanske påverkar jorden på andra sätt än genom det vardagliga solskenet som ger ljus och värme. De nyuppfunna magnetograferna visade att jordens magnetfält började variera kraftigt. Extremt kraftiga polarsken lyste upp himlen ända ner i tropikerna och fick den amerikanska landsortsbefolkningen att gå upp ur sina sängar då de trodde att morgonen grytt. Det slog gnistor ur telegrafstationerna. Men det var också allt. År 1859 fanns det

inga kraftledningar, inga elektriska signalsystem och ingen radiokommunikation. Människors liv var inte avhängigt av datorer, kylskåp och andra elektriska apparater. Ingen flygledning slutade fungera för att någon radaranläggning visade fel. Det fanns inga astronauter och inga navigationssatelliter.

Idag är allt annorlunda. Vårt samhälle är fullständigt beroende av teknologi som kan vara känslig för rymdvädereffekter. Vad skulle hända om en dylik "Carrington-händelse" inträffade nu? Det Carrington såg med sitt teleskop kallar vi idag en extremt kraftig flare. Det han *inte* kunde se var den stora och energetiska koronamassutkastning som skedde samtidigt. De stora effekterna kom när denna träffade jordens magnetosfär. När så sker utlöses en magnetisk storm och nere på jordytan innebär en sådan att magnetfältet hastigt varierar till styrka och riktning. Varierande magnetfält kan förstås inducera strömmar. Den konsekvens man fruktar mest är att oönskade strömmar byggs upp i elnätet och förstör kritiska komponenter. En sönderbränd transformator kan bytas ut. Men om

¹ Ytterligare en solobservatör, Richard Hodgson, bevitnade fenomenet från en plats bara några mil därifrån. Men av någon anledning är det Carringtons namn som kommit att förknippas med händelsen.



Jorden träffas av en hypotetisk koronamassutkastning i "Carrington-klass". Förebilden ägde rum i juli 2012. Den missade jorden men registrerades av rymdsonder. Samtliga bilder: NASA's Scientific Visualization Studio, the Space Weather Research Center (SWRC), the Community-Coordinated Modeling Center (CCMC) and the Space Weather Modeling Framework (SWMF).

transformatorerna i en hel region förstörs kan det ta mycket lång tid innan nätet kan byggas upp igen. Och när vi tänker oss ett modernt samhälle med elförsörjningen utslagen i veckor är det apokalyptiska scener vi ser framför oss. Den amerikanska vetenskapsakademien har gjort en studie där kostnaderna i USA för en Carrington-händelse idag uppskattades till 2 biljoner dollar.

Sällsynta händelser är svåra att studera just eftersom de händer så sällan. När det gäller att skydda sig för farliga händelser är förvarning A och O. Vet man att något är på väg kan åtgärder vidtas för att säkra systemen och exempelvis koppla ur känsliga komponenter. Men givetvis vill alla ha mycket pålitliga prognoser innan man gör drastiska saker som i sig ger samhällsstörningar.

För att kunna göra tillförlitliga prognoser för extremt rymdväder måste vår

förståelse förbättras för hela den långa kedja av processer som börjar i solens inre, fortsätter i solens yttre atmosfär, vidare genom den interplanetära rymden till jordens magnetosfär, därifrån ner till jordytan och de effekter som en magnetisk storm ger där. Rymdforskningsorganisationen COSPAR har publicerat en "vägkarta" som talar om vad som behöver göras.

I Sverige görs insatser på flera länkar i denna kedja. Ett exempel är ett forskningsprojekt finansierat av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB). Inom detta utvecklar vi på Institutet för solfysik (Stockholms universitet) metoder för att ur observationer av solen härleda magnetfältets struktur i solkromosfären. Andra delar av projektet görs av Institutet för rymdfysik (Uppsala) där man studerar hur koronamassutkastningar fortplantar sig i rymden och växelverkar med magne-

tosfären. Vid Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI) forskas på de strömmar som induceras vid jordytan vid geomagnetiska störningar. Förhoppningen är att dessa bidrag ska hjälpa till att skapa ett globalt system för att förutsäga extrema rymdväderhändelser och de effekter dessa har på jorden.

Någon gång i framtiden är förhoppningen att ett sådant pålitligt prognosystem finns på plats. Och en dag kanske det blir prövat på allvar.

DAN KISELMAN
INSTITUTET FÖR SOLFYSIK,
INSTITUTIONEN FÖR ASTRONOMI
STOCKHOLMS UNIVERSITET

Kosmiskt Pussel: Försöken att förstå universum

Hösten 2017 – vi skakas av upptäckter av kollisioner i vårt universum – kollisioner som hände för länge sedan mellan avlägsna svarta hål och mellan mycket täta neutronstjärnor. Och mycket passligt kommer boken "Kosmiskt pussel" som vetenskapsjournalisten och fysikern Joanna Rose pusslat på under några år. Joanna Rose har sin fysikutbildning från Warszawa universitet och hennes polska bakgrund visar sig i fantastiska citat från Wislawa Szymborska (nobelpris i litteratur, 1996) som inleder varje kapitel. Det kosmiska pusslet som Rose har skrivit ihop är fascinerande och hennes livliga språk tar oss ner till jorden med jämna mellanrum. Joanna Rose har intervjuat många fysiker och filosofer, och hennes arbete som vetenskapsjournalist och författare för många arbeten, bl.a. på Forskning och Framsteg, ger oss ett fint urvalt faktaunderlag för det kosmiska pusslet. Intervjuer med svenska forskare gör också att boken kommer nära oss alla, vi kan själva ställa frågor till dessa nu aktiva forskare.

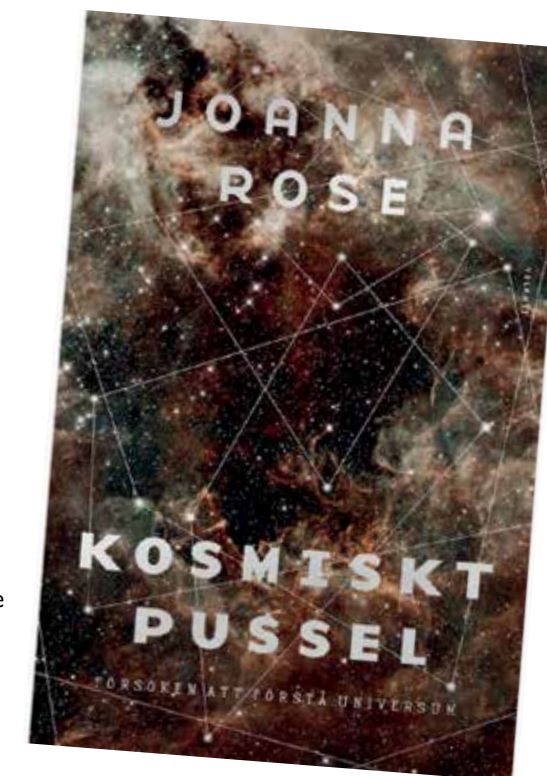
Med sju kapitel och en levande inledning (Är det galet nog nu?) förs vi från starten, "Big Bang?" till pusslets lösning? om en evighet och multiversa, via partikelsoppa, stjärnkittel, relativitet, kosmisk tango, kvantfysik, yin & yang, takyoner, maskhål, knyckla ihop rumtiden, science fiction, kaos, antropiska principen, kvantvibrationer, apokalyps, existentiellt hot!

När jag avslutat sista sidan och den fina ordlistan och förslag till mer läsning vill jag börja om från början- och gör det.

Det kosmiska pusslet är fascinerande för det kombinerar fysikens allra minsta och fysikens allra största enheter, vi rör oss över många många storleksordningar som också gjort att Rose ibland funnit sig nödgad att skriva ut alla nollor. Och det kosmiska pusslet är inte bara fysik, det är astronomi, det är biologi, det är filosofi och i Joanna Roses version också vetenskapshistoria om hur de enskilda forskarna och forskarna i stora, globala samarbeten bygger upp vår kunskap. Hennes pusslande ger oss klarare samband i alla osannolika scenarios om hur vårt univer-

sum kommit till (vet vi säkert idag?), hur tankarna har gått hos olika forskare och till slut- signalen från kolliderande svarta hål detekteras från ett internationellt samarbete med flera tusen forskare som ihärdigt har arbetat mot detta i många årtionden. Det är signalen från det mycket stora. Men, ännu saknar vi signalen från det mycket lilla, strängen, och här fortsätter pusslet. Kanske kan vi få en fortsättning av Joanna Roses kosmiska pussel?

ELISABETH RACHLEW
KTH



Författare: Joanna Rose
Antal sidor: 370
Vikt: 595 g
ISBN 9789188123954
Förlag: Volante, 2017

Närkontakt (av tredje graden?)

De alltmer förekommande kontaktlösa bankkort kan avläsas genom att informationen förs över trådlöst från kort till avläsare med NFC (Near Field Communication). Likaså finns kontaktlösa port- och dörrnycklar, liftkort, pass, färdbevis, lånesystem på bibliotek, stöldskydd och en uppsjö av andra tillämpningar, inkluderat chipp i kroppen.

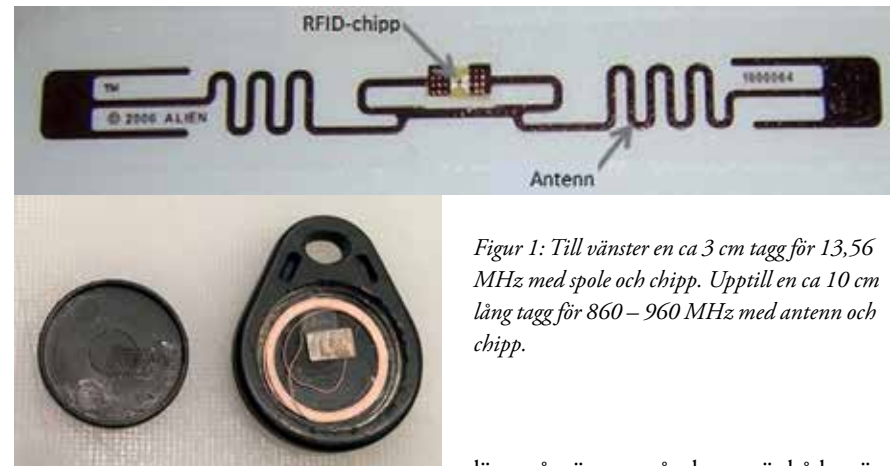
Radiovågor

Hertz visade 1888 att elektromagnetiska vågor kan färdas i luften och 1896 sände Marconi morsebudskap över en mile hemma i Italien, 1898 över Engelska kanalen och 1901 över Atlanten. Sedan dess har tillämpningarna ökat både i antal och fantasi och exempelvis har radio, TV och mobiltelefoner blivit en omistlig del i vår vardag. I Lagen om elektronisk kommunikation (2003:389) definieras elektromagnetiska vågor i intervallet 9 kHz–3 THz som radiovågor.

RFID

Vid streck- och QR-kodsavläsning skickas en ljussignal mot en etikett som med sitt speciella mönster reflekterar tillbaka ett interferensmönster som svarar mot numeriska värden. Här krävs ”ögonkontakt” mellan avläsare och etikett.

Det behövs inte med radiovågor, vilket utnyttjas inom RFID (Radio Frequency Identification). Det är ett samlingsnamn för tekniker för trådlös kommunikation via radiovågor, där avläst



Figur 1: Till vänster en ca 3 cm tagg för 13,56 MHz med spole och chipp. Uptill en ca 10 cm lång tagg för 860–960 MHz med antenn och chipp.

”etikett”, en s.k. tagg, reflekterar tillbaka ett svar till en läsare.

Streck- och QR-koder kan inte ändras, medan RFID-taggar kan ha ett skrivbart minne som kan ändras många gånger. Dessutom kan RFID-taggar lagra mycket mer information, upp till 128 kbyte, men de kan inte, som streck- och QR-kod, överföras via epost eller SMS.

RFID finns inom flera frekvensområden och de vanligaste är:
Lågfrekvens (LF): 125–134 kHz
Högfrekvens (HF): 13,56 MHz
Ultrahög frekvens (UHF): 860–960 MHz

De vanligaste taggarna (passiva), har ingen egen strömkälla, utan absorberar energin till sin elektronik från radiovågen RFID-läsaren sänder. De svarar med sitt unika id-nummer, som kommuniceras med en databas. Känns id-numret igen godkänns exempelvis en inpassering eller registreras en vara. Taggen kan vara liten och tunn nog för att passa in under en vanlig prislapp eller kan sättas in under huden på djur eller människa. En aktiv tagg har egen strömkälla och kan därför

läsas på större avstånd, men är både större och dyrare.

Antennen är taggens största del och dess utformning styrs av vilket frekvensband taggen är avsedd för. UHF-området ger en halvvågsantenn på omkring 15 cm, medan de övriga två kräver orimliga antennlängder. Istället förlitar man sig på induktivt kopplade spolar. En spole är ingen antenn i vanlig mening, ty den saknar riktverkan och avläsning sker lika bra på ”antennens” baksida som framsida (figur 1). ”Antenner” till HF klarar sig med färre varv än LF. Därför kan spolen till HF etsas fram på ett substrat eller tryckas med konduktiv färg, som hos ett smartcard (figur 2).

Det två vanligaste standarderna för 13,56 MHz RFID är ISO 15693 och ISO 14443. Den förra är avsedd för generella tillämpningar inom logistik, produktmärkning, accesskontroll, bibliotek, mm.

Den senare är avsedd för applikationer som kräver hög säkerhet mot avsiktlig eller oavsiktlig manipulation. Denna teknik används för betalkort i kollektivtrafik, kontaktlösa bankkort, förbetalda ”klippkort” för gym, m.fl.



Figur 2: Itudelat smartcard för 13,56 MHz från Västtrafik. Chippet syns uppe till vänster innanför antennslingorna. Uptill syns läsarens magnetiska fält, vilket inducerar spänning i en passiv tagg.

NFC

NFC (Near Field Communication), utvecklad från standarden ISO 14443, är en delmängd inom familjen RFID-teknik, och som nämnts ovan arbetar vid frekvensen 13,56 MHz. Därför gäller det att designa spolen i det utrymme taggen erbjuder. För att få plats i exempelvis ett bankkort utformas istället en ”NFC-antenn” som en platt spole med så stor area som möjligt (figur 2). Den växlande strömmen i avläsarens spole ger ett magnetiskt växelfält som inducerar en växelström i taggens spole, vilken driver en växelström i spolen tillräcklig för att taggen ska kunna sända sitt innehåll. Några vanliga antenner är det alltså inte, utan man förlitar sig på ömsesidig induktiv koppling, ungefär som i en transformator.

En NFC-enhet kan vara både läsare och tagg. Denna unika funktion gör det möjligt för NFC-enheter att kommunicera peer-to-peer, vilket är en funktion som skiljer NFC från typiska RFID-enheter. Det har gjort NFC till ett populärt val för kontaktlös betalning, vilket fått mobilindustrin att inkludera NFC i vissa mobiler. Att dela data som kontaktinformation eller fotografier mellan två NFC-mobiler är en enkel uppgift. Ibland är spolen integrerad i batteriet, se därför upp vid batteribyte.

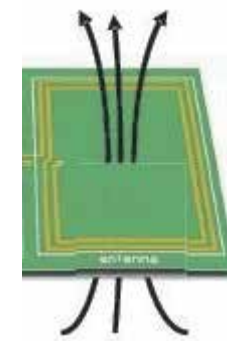
Läsavståndet för NFC är avsiktligt kort, bara några centimeter, men läsprotokollet i sig garanterar inte säker kom-

munikation, utan risk för avlyssning föreligger. Chippet i taggen stryps om man med alltför hög uteffekt försöker öka läsavståndet. Osäkerheten kring tekniken gör dock att det finns en marknad för plånböcker av metall som ska skärma korten och även för kort som innehåller störsändare.

Några tillämpningar

Pass

Sedan 2009 har alla EU-pass (biometrisk) data på ansikte och fingeravtryck



Figur 3: Sorteringsbandet vid Stockholms stadsbibliotek. Boken åker längs bandet. Taggen läses av och boken förs åt sidan av de svarta gummirullarna och hamnar i rätt bokvagn.

lagrade i ett kontaktlöst läsbart chipp. Chippet rymmer 32 kbyte, varav jpg-fotot tar 15–20 kbyte. Informationen är inte krypterad. Men den skyddas med hjälp av ”Basic Access Control”, vilket innebär att de maskinläsbara raderna måste läsas för att ge access till informationen på chippet. Sådana pass har följande symbol:



Färdmedel

Lokaltrafikbolag som SL, Skånetrafiken, Västtrafik och många andra använder plastkort med NFC. Reskassa fylls på genom att beloppet trådlöst skrivs in på kortet. Med NFC-mobil och lämplig app kan man exempelvis läsa av saldot genom att hålla kortet mot mobilen.

Bibliotek

Biblioteken använder RFID-frekvensen 13,56 MHz istället för streckkoder. Chippet är passivt och brukar innehålla namnet på biblioteket samt ett nummer som identifierar ett speciellt exemplar i bibliotekets katalog. Streckkoden på låntagarens bibliotekskort avläses och kopplas samman med informationen från bokens RFID. Vid återlämningen kan RFID-taggen avläsas och böckerna kan automatiskt sorteras in i rätt bokvagn (figur 3). Tekniken har minskat bibliotekariernas belastningsskador. Speciell stöld-

märkning behövs inte heller för chippet har s.k. EAS (Electronic Article Surveillance) som larmar vid utgången om man "glömt" registrera lånet.

Idrottsmätningar

Tidtagning inom idrotten kan ske genom att den tävlande förses med en RFID-tag (figur 4). Den kan sättas i nummerlappen eller på benet.

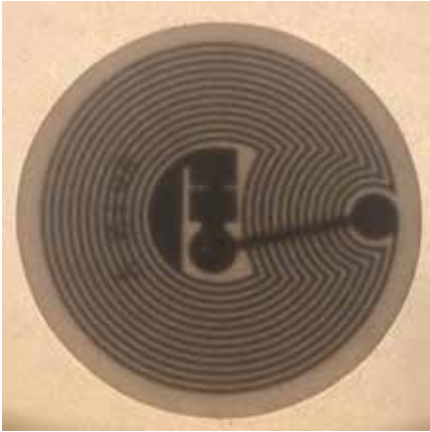


Figur 4: En 10 cm x 3 cm RFID-tag för UHF, att fästas på nummerlappen.

Taggarna läses av antenner i mattor på marken eller vid sidan. Vissa taggar aktiveras på frekvensen 125 kHz och svarar på 6,8 MHz, en frekvens som lättare tränger genom "absorberade" hinder och klarar datahastigheter upp till 128 kbit/s.

Är läsavståndet stort används aktiva taggar, där vissa system bygger på BLE (Bluetooth Low Energy). Utöver större räckvidd har BLE en överföringshastighet på över 2 Mbit/s, att jämföra med NFC som högst klarar 424 kbit/s.

Vid orientering har varje löpare en RFID-tag (stämplingspinne) och vid kontrollerna finns en RFID-skrivare som överför tid och kontrollens ID-data till RFID-taggen när löparen "stämplar" vid kontrollen. Vid målgång läses taggen av och dess data laddas in i tävlingens databas. En del av kontrollerna i skogen är så



Figur 5: En självhäftande tagg (NTAG213), diameter 25 mm och tunn som ett klistermärke. Chippet rymmer 144 byte.

kallade online-kontroller, från vilka data till tidtagningssystemet förs över i realtid för att göra tävlingen mer spännande att följa för både åskådare och andra deltagare i tävlingen.

Löptider inom friidrott mäts inte med taggar, utan med fotocell och kamera.

Programmera själv

Med NFC-mobil kan man med en app programmera vissa chipp. Jag testade med en självhäftande NFC-tag (figur 5), att öppna en specifik webbsida, när jag höll mobilen nära taggen. De här funktionerna fungerar bara med 13,56 MHz-chipp.

Medicinska taggar

En NFC-tag kan innehålla medicinsk data för en person rörande blodgrupp,

diabetes, epilepsi, Alzheimer, allergi, pacemaker m.m. Taggen kan sättas på ett armband och alltid vara med, så att sjukvården snabbt kan få både identifikation och medicinsk information vid ett nödläge. Informationen kan sedan skickas från ambulansen och nå sjukhuset före patienten.

RFID-implantat

Ett vanligt chipp är cirka 12 mm långt, som ett stort risgryn (figur 6). Varje chipp har ett unikt id och man måste övertala fastighetsägaren, gymmet, diskoteket etc. att lägga in det i sitt system. Även SJ accepterar chipp (MIFARE Ultralight NTAG216 13,56 MHz), men då måste man själv skriva in sitt SJ prio-medlemsnummer i sitt chipp för att SJ ska veta vem chippet tillhör. Man kan också skriva in text och exempelvis använda det som ett digitalt visitkort. RFID-chipp (ISO 11784 eller 11785) kan exempelvis användas för att registrera hundar i Hundregistret eller att låta katten öppna sin lucka. Nötkreatur inom EU födda efter 1 januari 1995 ska märkas i båda öronen med gula originalbrickor, men kan också märkas med ett godkänt RFID-chipp i ett av öronen.

Tänk hur vår omgivning skulle te sig om det mänskliga ögat kunde tolka dessa frekvenser som någon sorts färg.

MAX KESSELBERG
FYSIKUM
STOCKHOLMS UNIVERSITET

Figur 6: Till vänster ett biochipp och till höger inopererat i en hand.



Bild 1

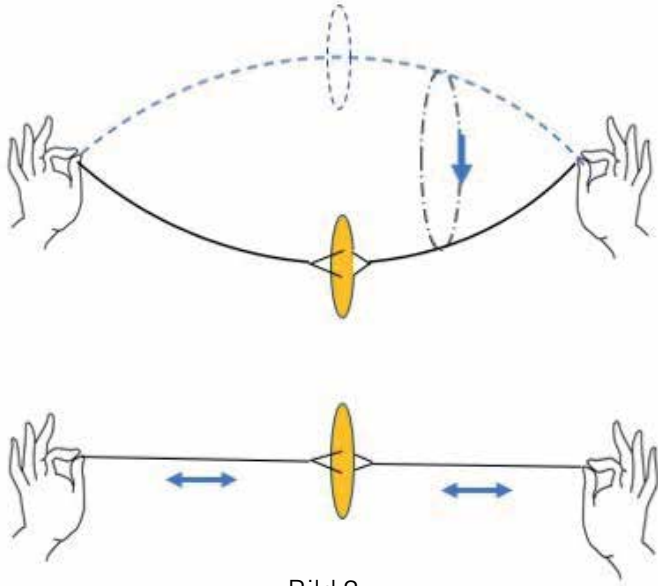


Bild 2

Knappsnurran

Jag hade inga köpta leksaker i min barndom, men det var ett stort nöje att själv tillverka leksaker från vardagsprylar. En av dom var knappsnurran. Man trädde en tråd genom två motsatta hål på en knapp, se bild 1. Sedan snurrade man runt knappen som överst på bild 2, kanske 20 gånger, så att trådarna snodde sig runt varandra. Därefter kunde man genom att periodiskt dra i och släppa tråden få knappen att snurra runt mycket fort, se nederst på bild 2. Leksaken har varit populär i årtusenden. På medeltiden hade man en benbit istället för en knapp och kunde "spela" med instrumentet.

Det är inte förrän mycket nyligen som man har förstått hur knappsnurran fungerar fysikaliskt. Dynamiken är ett komplext fenomen, men med en enkel modell går det att få fram den grundläggande förståelsen för mekaniken [1]. Det tvisade paret av snören formar en spiral, vilket vi teoretiskt ersätter med två mycket tunna trådar på en cylinder med radie r (trådens radie). På bild 3 syns tre krafter som är tangenter till cylindern. Kraften i trådarna har en tangentialkomponent F_t som åstadkommer ett vridmoment $2rF_t$ på knappen. Man finner att det totala

vridmomentet är $M = 2rF \tan(\theta)$. Här är F är dragkraften från handen på tråden och θ helixvinkeln, det vill säga trådens vinkel mot rotationsaxeln.

Förra året publicerade en forskargrupp vid Stanforduniversitetet i USA en artikel [2] med en mycket intressant tillämpning av knappsnurran, där den används som en centrifug. Knappen ersattes med en pappskiva (radie 50 mm, massa 2g), vilken nådde 125 000 varv/minut, svarande mot en centrifugalkraft på 30 000 g! Kostnaden för apparaten är extremt låg, bara några kronor, och drivs alltså med handkraft. Funktionen kunde kvantitativt modelleras (inklusive två parametrar) genom att det totala vridmomentet på skivan beskrevs med bidrag från inte bara handkraften utan också från luftmotståndet och trådvridningen. En kapillär med blod fästes på plattan och efter 1,5 minuters dragande erhöles en fullständig separation av plasmat från de röda blodcellerna. På 15 minuter kunde malariaparasiter isoleras. Apparaten är givetvis mycket viktig i miljöer där elektricitet saknas och där kostnader är avgörande. Enkelheten och robustheten är också attraktiva egenskaper för vidare-

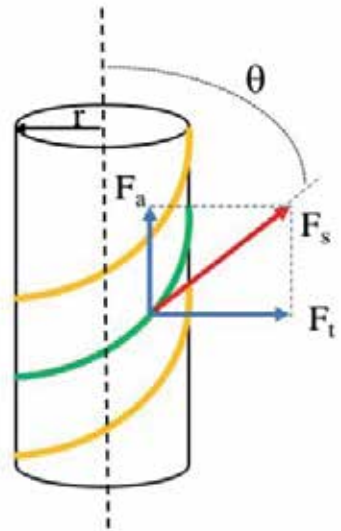


Bild 3

utveckling av apparaten för andra ändamål genom utnyttjande av 3D-printer-teknik. Se där hur enkla "fysikleksaker" kan komma till stor nytta!

Referenser

1. H. J. Schlichting och W.Suhr, Eur. J. Phys. **31** (2010) sid 501-510
2. M. S. Bhamla et al, Nature biomedical engineering **1** article 0009 (2017)

PER-OLOF NILSSON
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Framtidens Laborativa Läromedel

Utbilda
morgondagens
ingenjörer och
forskare med ...



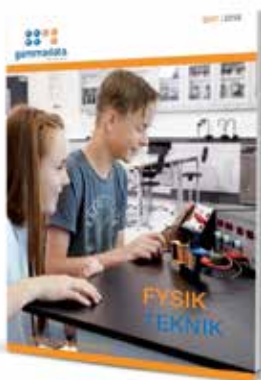
Gamdata Education
exklusiv representant för
Frederiksen Scientific



FLIR | The World's Sixth Sense™



... Framtidens
Laborativa
Läromedel



Nya kompletta kataloger
innehållande spännande
nyheter.

Kontakta oss så skickar vi
ut katalog till din skola.

Corporate Headquarters
Sweden
+46 18 56 68 00

Gamdata Instrument AB
Box 2034
750 02 UPPSALA

www.gamdata.se
info@gamdata.se

Sweden
+46 18 56 68 00

Finland
+358 40 773 1100

Norway
+47 330 96 330

Webshop
www.gamdata.net