

f Fysikaktuellt

NR 3 • SEPT 2016

Fysikolympiaden 2016
arrangerades av Schweiz
och Liechtenstein

Läs mer sid 26–29

ISSN 0283-9148

Gravitationsvågor en
ljusning för svarta hål

Sid 8

Hur långsamt
kan ljus färdas?

Sid 14

Unga fysiker i
arbetslivet

Sid 22

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 Leif Karlsson, leif.karlsson@fysik.uu.se.

Fysikaktuellt
Fysikaktuellt utkommer med fyra nummer per år, och distribueras till samfundets medlemmar samt till alla gymnasieskolor med naturvetenskapligt eller tekniskt program. Redaktionen består av: Sören Holst, Margareta Kesselberg, Johan Mauritsson, Dan Kiselman och Elisabeth Rachlew.
Ansvarig utgivare är Anne-Sofie Mårtensson.
Kontakta redaktionen via: fysikaktuellt@fysikersamfundet.se
För insänt, ej beställt material ansvaras ej.

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>

Omslagsbild: Liechtenstein 2016. Foto: Bo Söderberg.

Layout: Göran Durgé
Tryck: Trydells, Laholm 2016

Utgivningdatum för Fysikaktuellt
Nr 4 – 2016, manusstopp 10 nov. Hos läsaren 5 dec.

Stödjande medlemmar

- ALEGA Skolmateriel AB
www.alega.se
- Gammadata Instrument AB
www.gammadata.net
- Gleerups Utbildning AB
www.gleerups.se
- Laser 2000
www.laser2000.se
- Myfab
www.myfab.se
- VWR International AB
www.vwr.com

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 teoretisk 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
- Mittuniversitetet – Institutionen för naturvetenskap, teknik och matematik
- 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

Välkommen till Fysikaktuellt, Fysikersamfundet och Fysikdagarna!

Kanske är du en av dem som nu för första gången läser Fysikaktuellt? Den här gången har vi tryckt upp en extra stor upplaga för att bland annat kunna dela ut tidningen till fysikstudenter runt om i landet. Vi hoppas du som är ny läsare ska tycka om innehållet: En blandning av stort och smått, pinfärskt och ständigt aktuellt, lek och allvar, men allt med koppling till fysik.

Fysikaktuellt är Fysikersamfundets medlemstidning, och enklaste sättet att få läsa även kommande nummer är att bli medlem. Då får du fyra nummer per år direkt hem i brevlådan. Du kommer också att få fem nummer av Europhysics News, Europeiska fysikersamfundets medlemstidning. Men viktigast av allt, du bidrar till att stärka fysikens ställning. Vi som ideell organisation behöver ha stöd från många medlemmar för att med tyngd kunna driva frågor om forskning och utbildning, och vi behöver också din medlemsavgift (och helst även ditt direkta engagemang!) för att sprida kunskap om fysik och stimulera intresset för naturvetenskap.

För att öka på medlemstillströmningen gör vi nu en extra satsning. Betalar du medlemsavgiften i höst gäller den även för 2017. Och för dig som är gymnasieelev eller student är villkoren ännu bättre: Fritt medlemskap under resten av detta år och nästa! Fyll bara i formuläret på vår hemsida, <http://www.fysikersamfundet.se/ansokan-om-medlemskap/>.

Det kanske viktigaste arrangemanget vi har för att samlas och lyfta fram fysik är Fysikdagarna. Nu i höst, 27 – 29 oktober, är det Fysikcentrum i Göteborg som står värd för konferensen och bjuder på ett brett och spännande program som verkligen öppnar för nya perspektiv: Vad sägs om gravitationsvågor på förmiddagen och seglingens dynamik på efter-



Foto: Mia Halleröd Palmgren

middagen? Eller renrum på morgonen och Lise Meitners pensionatsrum efter lunch? Den sistnämnda programpunkten vill jag verkligen rekommendera. På lördagseftermiddagen invigs en *European Physical Society Historic Site* i Uddmanska huset i Kungälv. Där bodde Meitner när hon vintern 1938 insåg att atomkärnor kunde klyvas, och nu blir detta hus Sveriges andra fysikhistoriska plats.

Hela programmet för Fysikdagarna hittar du på <http://www.fysikdagarna.se>. Än finns det tid för dig att anmäla dig. Hoppas vi ses!

Anne-Sofie Mårtensson

ANNE-SOFIE MÅRTENSSON
ORDFÖRANDE I FYSIKERSAMFUNDET

Årsmöte

28 okt 2016, kl 16.15

I år har Svenska Fysikersamfundet årsmöte under Fysikdagarna den 28 oktober, kl 16.15, på Fysikcentrum, Campus Johanneberg i Göteborg. Årsmöteshandlingar kommer att läggas ut på vår hemsida senast två veckor innan mötet.

Vi hoppas att så många som möjligt att våra medlemmar deltar i hela programmet under Fysikdagarna, se <http://www.fysikdagarna.se>. Sista anmälningsdag är den 15 oktober.

Varmt välkommen!

Styrelsen

Fråga Lund – och få svar från en sektionsordförande!

I nya upplagan av tv-programmet Fråga Lund är det rymdforskaren Gabriella Stenberg-Wieser (som arbetar på Institutet för rymdfysik i Kiruna!) som besvarar tittarfrågor om fysik och astronomi. Gabriella deltar bland annat i Rosettaprojektet och skrev om denna kometjakt i Fysikaktuell nr 3 2014.

Dessutom är Gabriella ordförande i Fysikersamfundets Plasmafysiksektion och inleder sektionens möte under Fysikdagarna. Ytterligare ett skäl till att anmäla sig till Fysikdagarna!

Offentliggörande av Nobelpriset i fysik

4 oktober 2016. kva.se

Astronomins dag och natt

8 oktober 2016.

astronominsdag.se

Big Bang i universum och partikelkollisioner i accelerators

Inspirationsdag för lärare inom naturvetenskap. Jönköping 1 december 2016. kva.se

The 28th International Conference on Low Temperature Physics

Göteborg, 9-16 augusti 2017

Har du något du vill visa upp för gymnasieelever?

Nu är det knappt två månader tills Lise Meitner-dagarna börjar vid AlbaNova i Stockholm, den 25:e till 26:e november, och programmet är fullt med inspirerande föreläsningar och roliga experiment. Bland annat kommer Rahman Amnullah prata om universums accelererande expansion och Emely Lindblom om jakten på den ultimata strålbehandlingen.

Under dagarna finns det även en utställning eleverna tar del av och om du känner att du har ett intressant projekt att visa upp – anmäl dig via vår hemsida www.lisemeitnerdagarna.se. Utställningen är gratis för alla utställare och vi bjuder på lunch.

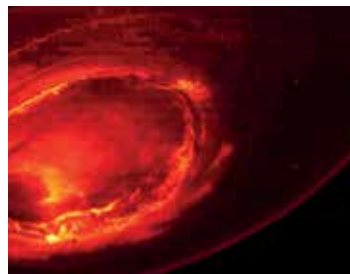


Exoplaneter upptäcks numera löpande, men tillkännagivandet att solens närmaste stjärngranne, Proxima Centauri, troligen har en planet väcker uppmärksamhet. Denna exoplanet – Proxima Centauri b – har en massa som inte är så väldigt mycket större än jordens. Dess avstånd från sin sol ger den en temperatur som skulle kunna tillåta flytande vatten på ytan. Proxima är dock en aktiv stjärna med kraftiga utbrott av joniserande strålning vilket kan vara besvärligt för livsmiljön.

Bilden är tagen av Hubble Space Telescope. Alla strålar och mönster kring den överexponerade bilden av Proxima Centauri härrör från teleskopoptiken. Den nya exoplaneten är helt omöjlig att avbilda direkt eftersom den drunknar i stjärnljuset. Upptäckten är gjord genom att studera periodiska röd- och blåförskjutningar i stjärnans spektrum. Credit: NASA/ESA HST

NASA:s kretsare Juno har gjort sin första närpassage över jätteplaneten Jupiters poler. Som närmast var den 4200 km ovanför Jupiters molntäcke.

Bilden visar polarsken kring Jupiters sydpol i infrarött ljus (våglängd 3,3-3,6 mikrometer) och är tagen med det italienska instrumentet JIRAM. Juno kommer att göra 36 närpassager innan uppdraget avslutas i februari 2018. Foto: NASA



Iransk fysiker villkorligt frigiven efter fem år

Fysikaktuell har tidigare rapporterat (se nr 3 2014) om Omid Kokabee, en iransk fysiker som efter att ha påbörjat en doktorandutbildning i Texas, USA, fängslades 2011 under ett tillfälligt besök i Iran. Han dömdes senare av Irans revolutionsråd i en kollektiv rättegång, och utan tillgång till försvarsadvokat, till ett mångårigt fängelsestraff för "samarbete med fiendlig stat". Ett annat skäl för domen var sannolikt att han trots påtryckningar konsekvent hade nekat att samarbeta med de iranska myndigheterna inom militära projekt.

Omid Kokabee har nu efter en tids cancersjukdom beviljats villkorlig frigivning. Amnesty International har engagerat sig i fallet, och Kokabee har även under sin tid i fängelset mottagit utmärkelser från ett flertal vetenskapliga institutioner.

För mer information om fallet, se: http://www.nature.com/news/iran-releases-physicist-after-five-years-in-jail-1.20505?WT.mc_id=TWI_NatureNews



Invigning av MAX IV



Den 21 juni kom ljuset tillbaka till Lund då synkrotronljusanläggningen MAX IV invigdes på årets ljusaste dag. Christoph Quitmann, chef vid MAX IV, fick hjälp av både Kung Carl XVI Gustaf och statsministern Stefan Löfven när det var dags att starta anläggningen. Detta gjordes genom att de tre tillsammans stängde den 15 ton tunga och metertjocka dörren till de centrala delarna av anläggningen precis klockan 13.08.55 då solen stod som högst på året. Sedan firades det med dans och specialkomponerad musik.

Vi har tidigare här i Fysikaktuell beskrivit anläggningen och fysiken som ska göras på MAX IV (Fysikaktuell 2015-1 sid 26)





God fysik även på sommaren

Uppsala universitet och Freie University Berlin organiserade en gemensam sommarskola i augusti 2016: "Mångfald inom fysiken". Totalt deltog 21 deltagare från Tyskland, Sverige och olika afrikanska länder. Sommarskolan vände sig till unga fysiker med en masterutbildning. Projektet ingår i ett bilateralt utbyte med två veckor i Berlin och två veckor i Uppsala.

Skolan erbjöd möjlighet att lära sig om betydelsen av genus och mångfald inom olika kulturer. På programmet fanns föreläsningar och workshops med vetenskap, kommunikation och jämställdhet. Deltagarna fick genom besök på forskningsanläggningar och hos forskargrupper, möjlighet att knyta nya kontakter och bygga nätverk inom fysiken som kan leda till framtida samarbeten och utlandsvistelser.



Fysikdagarna

nya **perspektiv** i fysik **2016**

#fysikdagarna2016

Gravitationsvågor med världskända kosmologen **LAWRENCE M. KRAUSS**

Tekniskt system eller levande organism? Möt nätverksanalytikern **ALBERT-LÁSZLÓ BARABÁSI**

Upplev fysik med alla sinnen med Årets fysiklärare **JENNY JANSSON**

GRAFEN

SPORTIG FYSIK

KREATIVT LABB

KLURIG FRÅGESPORT

LISE MEITNER

Besök en ny historisk plats

...och mycket mer...

Anmäl dig idag!

FYSIKCENTRUM GÖTEBORG | 27-29 OKTOBER

www.fysikdagarna.se



Gravitationsvågor en ljusning för svarta hål

11 februari 2016 tillkännagav det amerikanska LIGO-observatoriet den efterlängtrade upptäckten av gravitationsvågor. Vågorna kom från två kolliderande svarta hål vars rörelse hade fått rumtiden att skvalpa medan deras bana tätnade och de slutligen smälte samman till ett enda stort svart hål.

De svarta hålen hade innan kollisionen massor runt 30 gånger solens, radier runt 100 km och deras sista bana innan det stora ögonblicket en omkrets på bortåt 1000 km. Med hastigheter nära ljusets varv på en enda sekund och gravitationsvågorna hade därför frekvenser på några hundra Hz. Rumtiden är stel och det skall mycket till om man vill få den att ruska, men med hela tre solmassor som tappas bort på vägen och på en bråkdel av en sekund omvandlas till ren energi har man goda förutsättningar.

I den här artikeln skall vi se hur man med relativt enkla medel kan uppskatta vågornas storlek.

Hur skapar man gravitationsvågor?

Om man slår med handen på en vattenyta skapas vattenvågor och på ett liknande sätt kan elektromagnetiska vågor och gravitationsvågor skapas av elektriska laddningar respektive massor i rörelse. Analogin till slaget med handen skulle vara en elektrisk

laddning eller massa som pulserar i storlek. Men laddning och massa (eller snarare energi) kan inte skapas eller förstöras och kan heller inte pulsera vilket innebär att denna enklaste typ av strålning, *monopolstrålning*, inte är möjlig.

Låt oss istället dra med handen fram och tillbaka i vattnet utan att lyfta upp den. Detta svarar mot elektriska laddningar som rör sig fram och tillbaka och är precis vad som sker i en radioantenn med en varierande elektrisk ström. Resultatet är *dipolstrålning*. Massor kan däremot inte röra sig på detta sätt på grund av rörelsemängdens bevarande. Varje förändring i en massas rörelse måste kompenseras av rörelsen hos en annan massa. Om man istället drar med *båda* händerna fram och tillbaka i vattnet åt motsatta håll får man något som gravitationen kan åstadkomma genom två massor i omloppsbana, *kvadrupolstrålning*.

Hur starka är vågorna? I elektromagnetismen gäller att monopolen, dvs den elektriska potentialen, är av formen

$$\frac{Q}{r},$$

där Q är den elektriska laddningen och r är avståndet till laddningen. I detta fall kan man alltså inte ha någon svängande rörelse. Den svängande dipolen har storleken

$$\frac{\omega R Q}{r},$$

och den svängande kvadrupolen

$$\frac{\omega^2 R^2 Q}{r},$$

där ω är frekvensen och R svängningens amplitud. När det gäller gravitationen måste vi ersätta elektrisk laddning med massa och vi får för kvadrupolen

$$\frac{\omega^2 R^2 G M}{rc^4}.$$

Konstanterna är valda så att vi får ett dimensionslöst tal som utgör ett mått på vågens storlek och som anger hur mycket tyngdkraftfältet eller rumtiden vibrerar. Kontrollera med dimensionsanalys! R är nu radien på de svarta hålen bana. Våra uppskattningar är grova och vi struntar i faktorer som 2, π eller liknande.

Hur stor var vågen?

Låt oss undersöka de två svarta hålen och deras omloppsbana lite närmare. Om de befinner sig i en cirkulär bana ger balansen mellan tyngdkraft och centripetalkraft

$$\frac{GM}{R^2} = \frac{v^2}{R} = \frac{\omega^2 R^2}{R} = \omega^2 R,$$

och därför

$$\omega^2 = \frac{GM}{R^3}.$$

Om vi använder detta i amplituden för gravitationsvågen får vi

$$\frac{G^2 M^2}{R c^4}.$$

Precis innan de svarta hålen kolliderar ges banans radie av de svarta hålen Schwarzschildradier

$$R = R_S = \frac{2GM}{c^2},$$

vilket innebär att vår uppskattning blir mycket enkel

$$\frac{R_S}{r}.$$

Låt oss sätta in de aktuella värdena. Med avstånd på 1 miljard ljusår och en radie på 100 km får vi ett tal av storleken 10^{-20} . Om vi tar hänsyn till alla konstanter blir det ännu lite mindre, 10^{-21} . Detta motsvarar att avståndet till en stjärna på ett avstånd av 10 ljusår förändras med en ynklig tiondels millimeter. De 4 km långa armarna hos LIGOs detektor förändrade längden med en tusendel av en protonens storlek, men hur detta var möjligt att mäta är en annan historia.

Hur kraftfull var explosionen?

Energiskalan för explosionen ges av de svarta hålen massa och tidsskalan av den tid det tar för ljuset att röra sig motsvarande Schwarzschildradien. Vi uppskattar effekten, eller energi per tidsenhet, till

$$\frac{Mc^2}{R_S/c}.$$

Om vi granskar uttrycket lite närmare och utnyttjar att Schwarzschildradien beror av massan får vi

$$\frac{c^5}{G} \approx 10^{52} \text{ W}.$$

vilket intressant nog är oberoende av de svarta hålen storlek. I praktiken är strålningen från de svarta hålen något beskedligare än vår uppskattning, 10^{49} W, men det är ändå många gånger starkare än alla stjärnor tillsammans i det synliga universum.

Starkare än 10^{52} W kan förövrigt ett enskilt objekt inte stråla. Om du hittar en ficklampa märkt med en effekt större än så, tänd den inte! Den kommer att kollapsa till ett svart hål i samma ögonblick du trycker på knappen.

ULF DANIELSSON
UPPSALA UNIVERSITET

Från rymdens kameleonter till mikrokosmos värsting

Det är inte särskilt svårt att fascineras av modern partikelfysik, med dess teorier om extra dimensioner, mörk materia och nya krafter, samt de enorma teknologiska underverken i form av mätinstrument och acceleratorer. Mitt intresse för partikelfysik gick dessutom att kombinera med ett annat stort intresse: rymden.

I min forskning skulle jag komma att bekanta mig med mikrokosmos kanske märkligaste partiklar, neutriner, och lite senare med värstingen toppkvarken.

Ett nytt fönster mot universum

Neutriner är unika budbärare av information. De saknar elektrisk laddning och växelverkar enbart via den så kallade svaga växelverkan samt gravitation, vilket gör att de varken absorberas eller på annat sätt låter sig påverkas märkbart under sin resa genom universum. Neutriner fungerar som ett lackmustest för att skilja mellan två olika typer av energetiska processer, leptoniska respektive hadroniska. Hadroniska processer ger, till skillnad från leptoniska, ett stort flöde av neutriner som resultatet av en kedja sönderfall av tunga partiklar, så kallade mesoner, främst pioner och kaoner. Genom att observera de neutriner som når jorden kan vi utforska några av universums mest extrema och energitäta platser. Kanske är det här som protoner och tyngre hadroner skapas?

Neutrino teleskopet IceCube är det första experimentet någonsin som har upptäckt högenergetiska neutriner med ursprung utanför vårt eget solsystem, men det återstår att identifiera deras källor och de mekanismer som skapar dem. Särskilt intressant är den södra stjärnhimlen där vårt galaxcentrum är beläget, med en hög koncentration av potentiella källor.

Hur detekterar vi neutriner?

Eftersom neutriner växelverkar så sällan är det minst sagt en utmaning att

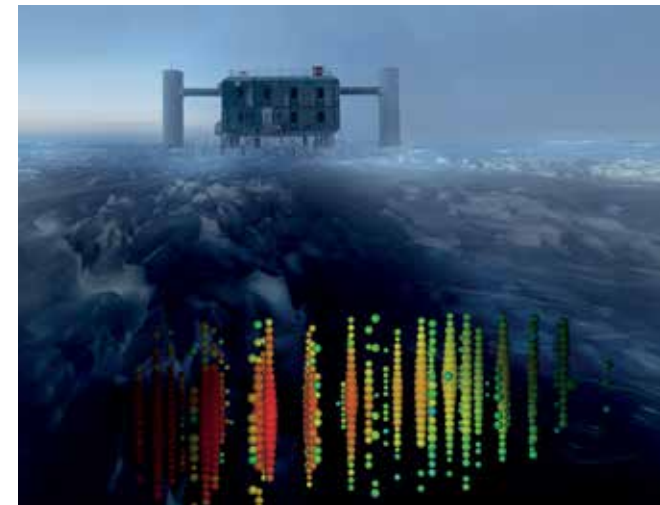
lyckas detektera dem. IceCube är en unik detektor belägen på 1,5 till 2,5 km djup under ytan i den klara glaciärisen vid den geografiska sydpolen på Antarktis. IceCube består av totalt 5160 optiska sensorer som tillsammans med isen utgör en aktiv volym på en kubikkilometer. IceCube har ett brett forskningsområde: från den största skalan i universum, med mörk materia och källor till kosmisk strålning, till den minsta skalan, där forskningen handlar om exempelvis neutriners så kallade oscillationer, ett slags kameleonisk egenskap som innebär att neutriner

kontinuerligt växlar mellan olika kvanttillstånd.

IceCubes optiska sensorer mäter det ljus som skapas då elektriskt laddade partiklar överskrider ljushastigheten i isen (Tjerenkovstrålning). Sådana laddade partiklar skapas bland annat då neutriner växelverkar med isens atomkärnor, men kan också uppstå då kosmisk strålning växelverkar med partiklar i jordens atmosfär. Min avhandling handlar till stor del om att utveckla metoder för att skilja mellan dessa två olika typer av händelser i detektorn. Detta görs genom att analysera vilka av de optiska sensorer som träffats, vid vilken tidpunkt och hur mycket energi som deponerats i sensorernas omgivning. Med hjälp av den informationen kan vi beräkna den ursprungliga neutrinens riktning och energi, men analysen är komplex eftersom bakgrunden är flera miljoner gånger högre än det förväntade antalet signalthändelser.

Analysmetod och resultat

I min avhandling undersökte jag förekomsten av neutriner från södra stjärnhimlen med lägre energi än vad som studerats tidigare (vi bortser här från neutriner i MeV-området). I analysen fokuserade jag på händelser som startar i en inre delmängd av detektorn. Detta görs genom att använda de yttersta lagren av de optiska sensorerna som ett slags



Färgerna visar tid (där röd betyder en tidig observation och blå senare), och storleken av bubblorna visar signalens storlek i sensorerna. Det är denna information som vi använder för att kunna rekonstruera var partikeln kom ifrån, samt dess energi (se vidare i texten). Credit: IceCube Collaboration.

”veto”. På så vis kan vi skilja ut händelser där en neutrino faktiskt har växelverkat och bildat en laddad partikel inuti detektorn, från de händelser där någon laddad partikel färdats genom hela detektorn, och alltså även vetolagret.

Analysen involverar flera olika steg i vilka vi fokuserar på olika egenskaper, bland annat kvaliteten på riktningsinformationen och sannolikheten för ”läckage”, dvs. då en laddad partikel smiter in genom vetot utan att där lämna några spår efter sig. Ett av stegen involverar en så kallad maskininlärningsalgoritm som kan tränas att skilja mellan signal och bakgrund genom att kombinera flera olika variabler.

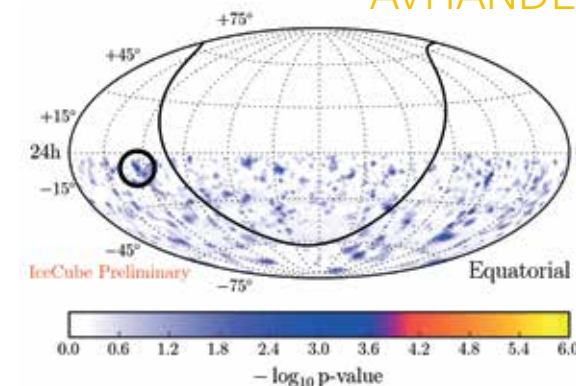
En av de stora utmaningarna vid den här typen av experiment är att hantera den enorma mängden data som samlas in. Vi skapade ett nytt dataformat för att komprimera all insamlad data med en minimal förlust av information. Tillsammans med det filter som vi också utvecklade kunde en stor del av alla potentiellt intressanta händelser samlas in och sparas i en gigantisk händelsebank med drygt 6 miljarder händelser per år.

I analysens sista steg använder vi händelsernas riktning i kombination med deponerad energi i ett stort sannolikhetstest. Här undersöker vi om den experimentella datamängden har en komponent från lokaliserade neutrinkällor

eller är isotropt fördelad och således inte innehåller neutrinkällor starkare än vad vår känslighet kan påvisa. Ingen lokaliserad källa av neutriner kunde påvisas i händelsebanken från 2011, men analysen som presenteras i min avhandling visar att de metoder som användes fungerar genom att utnyttja de yttre delarna av den instrumenterade volymen av ljuskänsliga detektorer kan vi nå en mycket hög grad av känslighet för neutriner från den södra stjärnhimlen även vid låga energier. Ytterligare tre år av data (från 2012, 2013 och 2014) har analyserats och just nu pågår de slutliga sannolikhetstesterna. När denna artikel trycks vet vi om vår analys påvisar existensen av neutrinkällor på södra halvklotet eller om mer arbete behövs för att hitta källorna till den kosmiska strålningen.

Mikrokosmos värsting

Sedan ett halvår är jag anställd som forskare vid den Europeiska organisationen för kärnforskning (CERN) utanför Genève, där jag arbetar inom projektet CLIC (Compact Linear Collider). Detta är en möjlig framtida linjär partikelaccelerator vid CERN för kollisioner mellan elektroner och positroner med energier upp till 3 TeV. Sådana kollisioner är fundamentalt annorlunda jämfört med kollisionerna i världens mest högenergetiska



Bilden ovan visar resultatet av det slutgiltiga sannolikhetstestet med 2011 års data i ekvatorialkoordinater, där värdet i varje punkt indikerar sannolikheten för att det vid denna punkt skulle finnas ett bidrag från en punktkälla av neutriner. Den svarta linjen visar vårt galaxplan och cirkeln indikerar den punkt som hade högst sannolikhet. När man tar hänsyn till att vi letar på så många olika ställen var det ingen punkt som gav tillräckligt utslag för att kunna säga att vi har hittat en punktkälla, istället ser vi svarare resultatet av statistiska fluktuationer i vår data.

protonkrockare Large Hadron Collider (LHC). Dels är elektronen och positronen elementarpartiklar vilket innebär att kvanttillstånden precis före en kollision är väldefinierade, och dessutom är kollisionsmiljön mindre komplicerad kvantmekaniskt. Denna förhållandevis lugna kollisionsmiljö är orsaken till att vi kan nå väldigt hög känslighet för fysik där den svaga kraften dominerar, vilket även ger goda förutsättningar för att studera partikelvärldens värsting toppkvarken.

Framtiden för Europas partikelfysik

Just nu finns ett flertal intressanta alternativ för att ersätta LHC när den tas ur bruk någon gång omkring 2035. Här återfinns bland annat CLIC, samt FCC (Future Circular Collider), en gigantisk cirkulär partikelaccelerator med en kollisionse energi för protoner på i storleksordningen 100 TeV. Inom några år, omkring 2019 – 2020, väntas Europa ta fram en gemensam plan för de stora satsningar inom partikelfysik som bör prioriteras, den så kallade ESPP (European Strategy for Particle Physics). Men planen kan komma att revideras rejält om experimenten vid LHC gör nya spännande upptäckter.

RICKARD STRÖM
UPPSALA UNIVERSITET



Ödmjukhet inför möjligheterna

Rickard Ström brinner för att popularisera och kommunicera forskningsresultat. Han gillar det tvärvetenskapliga perspektivet, men känner sig som mest hemma i den nyfikenhetsbaserade grundforskningen inom partikelfysik. Rickard är en överraskande person som förutom forskning och intellektuella utmaningar även gillar dans och rörelse. Han har tidigare tagit privatlektioner i både balett och Street Dance berättar han.

Idag jobbar Rickard sedan mars 2016 inom kollaborationen CLICdp (CLIC detector and physics study) och studerar mikrokosmos värsting, toppkvarken, som är den hittills tyngsta kända elementarpartikeln. Rickard berättar att toppkvarken tack vare sin stora massa har en betydande koppling till den för den svaga växelverkan så viktiga Higgsbosonen.

– Toppkvarken är särskilt intres-

sant eftersom flera modeller för ny fysik bortom standardmodellen förutspår att de första indikationerna på eventuella nya partiklar kan dyka upp i kollisioner som involverar just toppkvarken, säger Rickard. Stor vikt läggs vid att beräkna med vilken precision man skulle kunna mäta olika egenskaper relaterade till toppkvarken, Higgsbosonen samt ny fysik.

– Inom CLICdp pågår dessutom in-

tensiv forskning för att utveckla helt nya tekniker och detektordelar som kan nå den höga precision som krävs (generellt en storleksordning bättre än vid dagens experiment som t.ex. CMS och ATLAS, vid LHC), berättar Rickard för FA.

Rickard arbetar nu med att beräkna med vilken precision man skulle kunna mäta olika parametrar inom partikelfysikens Standardmodell samt vilken ny fysik man skulle kunna upptäcka.

Under joggingrundor händer det att han får idéer till lösningar på problem.

Det har hänt att han kommit oduschat i svettiga träningskläder till datorn och börjar återkoppla idéer som dykt upp under träningen på campusområde vid CERN.

– Vetenskapen är ständigt närvarande och löser man problemet under en joggingrunda så gäller det att rusa in i labbet och testa direkt, berättar han skrattande.

Vad innebär ditt fellowship vid CERN?

– Det är väldigt speciellt och spännande eftersom att jag får vara med och forma framtidens forskning inom partikelfysik. Att visa på hur CERN kan fortsätta i sin roll som världens största partikelfysiklaboratorium även i framtiden känns stort, berättar Rickard.

Hur är det att jobba på CERN?

– Konkurrensen är stenhård och det kan vara stressande. Man försöker alltid göra sitt bästa i varje liten detalj, säger Rickard. Dessutom måste du kunna samarbeta på en konstruktiv nivå, tillägger han. Alla måste ge sitt yttersta och man är definitivt beroende av gruppen och att den fungerar i sitt arbete.

Kommer du från en miljö med akademiska traditioner?

– Jag kommer från en familj utan egentliga akademiska traditioner, men med positiva och uppmuntrande föräldrar.

– Det skapar dock inget specifikt akademiskt självförtroende som alltid är bra att ha i den miljö där jag verkar nu, konstaterar Rickard.

– Det är egentligen en ganska ensam resa jag gör, reflekterar han.

Vilken egenskap tror du är den viktigaste för att klara nuvarande jobb?

– Min drivkraft att alltid göra mitt bästa vid varje tillfälle. Det är en egenskap som gått min väg, säger Rickard bestämt.

Hur kommer det sig att det blev fysikstudier?

Rickard har alltid varit nyfiken och frågvis, så länge han kommer ihåg, men var inte speciellt duktig eller intresserad av matematik och fysik från början.

– Det var mitt allmänna vetenskapsintresse som avgjorde mitt gymnasieval.

Min lärare i fysik och matematik på gymnasiet var bra och stöttande, vilket var bra för självförtroendet. Kanske helt avgörande.

– Men det var egentligen inte förrän vid min masteruppsats som jag på riktigt började fundera på en karriär inom forskning, berättar Rickard.

Han har disputerat inom ett internationellt storprojekt, IceCube, med forskare från hela världen.



Har det blivit mycket resor för dig?

– Ja, det har inneburit att jag bland annat varit på sydpolen en omgång, men även många olika konferenser över hela världen, berättar Rickard med stor ödmjukhet och tacksamhet inför möjligheter som öppnar sig.

Hur ser du på framtiden?

Rickard vill trots hårt arbete ge andra möjligheten att upptäcka världen ur ett tvärvetenskapligt perspektiv och ser den så kallade tredje uppgiften som mycket viktig för att väcka intresse hos grupper som kanske inte har så starka kopplingar till den akademiska traditionen och kunskapsletandet.

– Kanske blir det en kombination av partikelfysik och vetenskapskommunikation som jag kommer att ägna mig åt framöver, avslutar Rickard.

FA tackar för ett spännande samtal och önskar lycka till!

MARGARETA KESSELBERG
FYSIKAKTUELLT

Rickard Ström

- Ålder 30 år
- Bor: Lägenhet i Genève, Schweiz
- Familj: Särbo, syster och föräldrar i Sverige.
- Född i Tyresö söder om Stockholm
- Utbildning: Tyresö gymnasium med naturvetenskaplig inriktning (2004) Masterexamen i Fysik vid Stockholms universitet (2010) Doktorexamen i experimentell partikelfysik vid Uppsala universitet (2015)

- Fritidsintressen: gillar att vandra i naturen, skidåkning i Schweiz, segling på Genèvejön, tv-serier, läser mycket, vetenskapskommunikation i olika former. Producerar även vetenskapspodden "Professor Magenta".
- Nuvarande arbete: Fellow/Postdoc vid CERN (Europeiska organisationen för kärnforskning) i Genève från mars 2016 och två år framåt.
- Framtidsplaner: Forskning inom partikelfysik eller astro-partikelfysik.

Vad är brytningsindex, och hur långsamt kan ljus egentligen färdas?

Brytningsindex är en materialegenskap som beror på att ljus går långsammare när det färdas i ett material, som till exempel glas eller vatten, men varför gör det egentligen det och hur fungerar det? Vi kommer här att visa att det beror på att ljuset sätter elektronerna i materialet i svängning, och att dessa svängande elektroner i sin tur sänder ut nytt ljus. Ljusets växelverkan leder då till att det går långsammare i materialet än i vakuum. När man förstår hur detta fungerar kan man förklara varför ljus böjs, reflekteras och absorberas. Detta ska vi inte gå igenom här, utan istället ska vi, efter att vi har gått igenom vad brytningsindex är, förklara ett mer exotiskt fenomen som kallas "slow light" (på svenska *långsamt ljus*) och undersöka hur sakta ljus egentligen kan färdas.

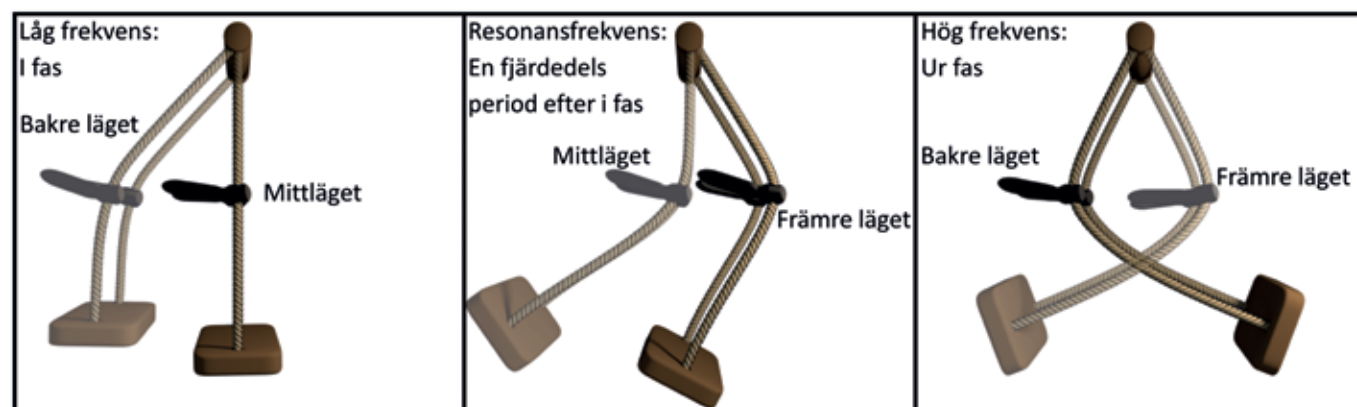
Vi försöker genomgående i artikeln hitta enkla analogier om svängningsrörelser för att förklara fenomen, och vi börjar med att beskriva två olika effekter som kan ge upphov till fördröjningar när ljus utbreder sig.

Två fördröjningseffekter hos ljus beskrivna med en enkel analogi

Tänk dig en gunga som drivs av en person. Det finns en frekvens som gör att gungan svänger så högt som möjligt (*resonansfrekvensen*), men man kan välja att driva gungan i vilken takt som helst, den kommer alltid svänga med samma frekvens som den drivs med. Om personen som driver gungan håller i repen och går väldigt långsamt fram och tillbaka (låg frekvens) så kommer gungan precis följa armarnas rörelse, vi kallar detta att svängningen är i fas (figur 1 vänstra bilden).

Om gungan istället drivs med precis rätt takt (resonansfrekvensen) så kommer den att gunga högre och högre i varje svängning (figur 1 mittersta bilden). I detta fall är armarna i mittläget då gungan är längst bak i svängningen. En fjärdedels svängning senare när gungan passerar nära marken (mittläget) är armarna istället längst fram i svängningsrörelsen. Gungan rör sig alltså en fjärdedels svängning efter i fas relativt personen som driver den. Slutligen kan man väldigt hastigt dra fram och tillbaka i repen (hög frekvens) och då kommer gungan röra sig omvänt den drivande rörelsen, det vill säga helt ur fas (figur 1 högra bilden).

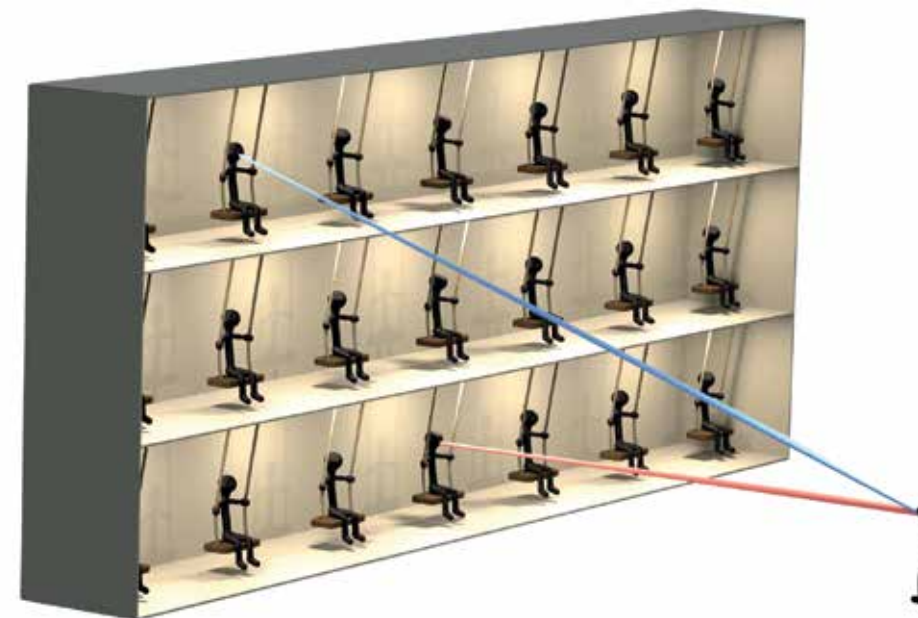
Ljus kan driva elektronerna runt en atom på liknande sätt som du kan driva en gunga. Så länge vi pratar om problem som har med ljus att göra, kan vi behandla elektronerna som en gunga som vi driver med ljuset. Precis som en gunga, har atomer *resonansfrekvenser*, de frek-



Figur 1. Bilderna visar hur en gunga svänger då man drar olika fort i repen. De delvis transparenta gungorna visar ett tidigare skede än de

icke-transparenta gungorna. Från vänster till höger drar man; långsamt, i resonans, och till sist snabbt. Vilket leder till att gungan svänger; i fas,

en fjärdedels period efter i fas, och slutligen helt ur fas relativt den som driver svängningen.



Figur 2. Ett våningshus fullt av gungor som alla svänger i fas representerar ett plan av atomer som alla nås samtidigt av inkommande ljus. Personerna på gungorna ropar alla ut samtidigt vid ett tillfälle i svängningen. Eftersom det är olika långt från alla gungorna till en person som står mitt framför huset, kommer personen uppfatta kombinationen av alla ropen som ett utdraget fördröjt rop.

venser som gör att elektronerna svänger som kraftigast. Ljus är elektriska och magnetiska fält som svänger med en viss frekvens, och som i fallet med personen som driver gungan, kan denna frekvens variera och vara antingen lägre, samma, eller högre än atomernas resonansfrekvenser. Ljuset styr elektronerna via den elektriska fältkomponenten så att de svänger med samma frekvens som ljuset, precis som gungan följer frekvensen den drivs med. När elektronerna svänger, accelererar de, och en accelererande laddning sänder ut ljus. Detta ljus kommer i enkla fall att ha samma färförhållande till det inkommande ljuset, som gungan och personen som driver den har.

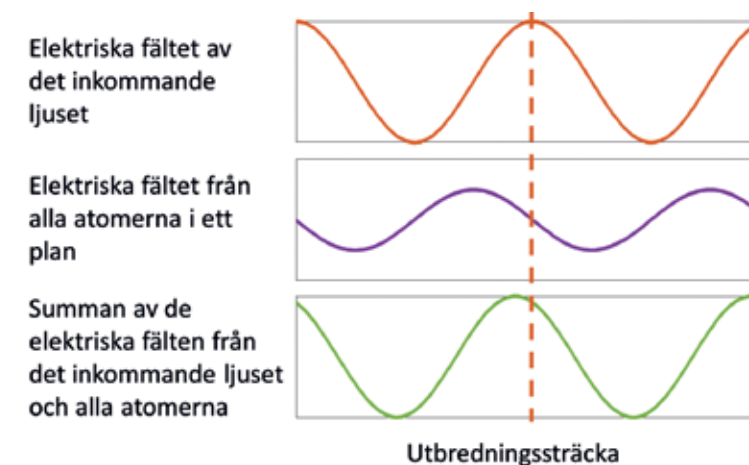
Normalt när ljus passerar genom ett fönster, så interagerar ljuset med och driver många elektroner samtidigt. Elektroner som nås samtidigt kommer därför svänga likadant, i fas med varandra. För enkelhetens skull kan vi tänka oss ett stort våningshus där vi på varje plan har

en rad av gungor som alla svänger i fas, och där det sitter personer på gungorna som ropar högt varje gång de rör sig som snabbast framåt (se figur 2). Det ljudet en person som är mitt framför huset skulle höra kommer vara en kombination av alla rop från personerna på gungorna. Eftersom ljudet rör sig med en begränsad hastighet och det är olika långt från alla gungorna till personen framför huset, så kommer ropet från den gungan som är närmast uppfattas först (längs den röda linjen i figur 2), sen anländer ljudet från gungorna som är lite längre bort (t.ex. längs den blåa linjen i figur 2), och så vidare. Tillsammans kommer alla ropen

uppfattas som ett utdraget fördröjt rop. På liknande sätt kommer ljusvågorna som alla elektronerna sänder ut samverka så att de tillsammans uppfattas som en svängning som är en fjärdedels period efter i fas relativt vad den närmsta enskilda elektronen sänder ut.

Vanligt långsamt ljus: brytningsindex

Låt oss återgå till fallet med fönstret. Glas har normalt resonansfrekvenser i det ultraviolette våglängdsområdet, glasets atomer vill alltså svänga med dessa frekvenser. Ifall vi sänder in synligt ljus, som har



Figur 3. Ljusets svängning längs utbredningssträckan. Överst visas det inkommande ljuset, sedan ljuset från alla atomer i ett plan och slutligen summan av det inkommande ljuset och det från alla atomer i ett plan. Ifall den första och sista grafen jämförs, ser vi att summan av allt ljus ligger efter det inkommande ljuset, det är alltså fördröjt, men har samma amplitud.

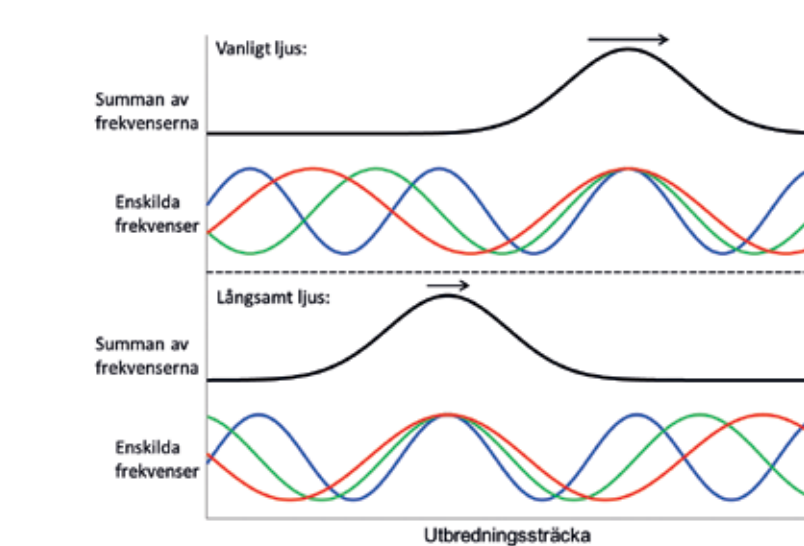
lägre frekvens än ultraviolett, så kommer varje enskild atom sända ut ljus som är i fas med det inkommande ljuset, precis som i fallet då vi driver gungan med låg frekvens (vänstra bilden i figur 1). Men eftersom vi har många atomer kommer varje plan av atomer tillsammans sända ut ljus som ligger en fjärdedels period efter i fas relativt ljuset vi sände in (p.g.a. att det färdats olika långt). Om vi summerar det inkommande ljuset med ljuset som alla atomerna sänder ut så kommer svängningarna vara något fördröjda (se figur 3, sid 15). Ljuset fördröjs alltså lite när det passerar ett plan av atomer. När det passerar igenom ett fönster, finns det många plan av atomer efter varandra, vilka alla ger en lika stor fördröjning. Ljuset färdas alltså långsammare på grund av glasets. Hur mycket långsammare ljuset går kallar vi för brytningsindex. För vatten och glas är brytningsindex ungefär 1,33 respektive 1,5, vilket betyder att ljuset färdas genom materialet med $1/1,33 \approx 75\%$ respektive $1/1,5 \approx 67\%$ av ljusets hastighet i vakuum (som är nästan 300 000 km/s).

Extremt långsamt ljus

Fördröjningen som vi precis förklarar beror på vilken frekvens ljuset vi sänder in har eftersom olika ljusfrekvenserna är olika nära atomernas resonansfrekvenser. De olika frekvenskomponenterna av ljuset kommer alltså röra sig olika snabbt genom materialet, något som kallas för *dispersion*.

Om ljuset som sänds in endast har en frekvens så kommer det vara en oändligt lång puls i tiden. I verkligheten finns det alltid en början och ett slut på ljuspulsen som därför måste innehålla flera olika frekvenser som tillsammans *interfererar* så att en ljuspuls kan skapas. *Interferens* innebär att man adderar alla svängningarna, som, eftersom de har olika frekvenser, så småningom kommer vara ur fas och alltså adderas till noll, det vill säga ingen svängning alls. På så sätt kan svängningen lokaliseras i tid och rum och forma en *ljuspuls* (se figur 4).

Ifall en ljuspuls sänds in i ett material som har dispersion, uppkommer ytterligare en fördröjningseffekt ovanpå den



Figur 4. Båda delarna visar hur en puls (på ett förenklat sätt) kan vara uppbyggd som en summa av utvalda enskilda frekvenskomponenter. Den övre delen visar hur långt ljuset skulle komma i ett vanligt material på en viss tid, medan den undre visar den extra fördröjning som sker då kraftig dispersion skiftar om de olika frekvenskomponenterna på ett sådant sätt att pulsens maximum nu har förskjutits.

vi redan beskrivit. När de olika frekvenserna rör sig med olika hastigheter (p.g.a. dispersionen i materialet), kommer positionen där de interfererar att ändra sig och därmed ändra var pulsen är. I figur 4 har vi valt ett medium där de korta blåa vågorna som bygger upp pulsen rör sig långsammare än de gröna som i sin tur rör sig långsammare än de röda. Som kan ses i bilden kommer detta att ändra de relativa faslägena mellan de enskilda frekvenserna så att maximumet nu hamnar på en fördröjd position, alltså långsamt ljus. Vi kan nu konstruera ett medium där alla enskilda frekvenser rör sig runt den normala ljushastigheten i det materialet, medan summan av frekvenserna, själva pulsen, kan saktas ner så mycket att den endast rör sig med 1 m/s. Då kan även en människa gå fortare än ljuspulsen färdas!

Vad kan man använda stora förändringar i ljusets hastighet till?

Långsamt ljus är ett intressant fenomen i sig själv, men det finns också praktiska tillämpningar. Ett exempel är inom kvantinformation, ett snabbt växande forskningsfält med stora möjligheter i

framtiden. Inom detta forskningsområde är en viktig uppgift att kunna kommunicera kvantinformation över långa avstånd, något som skulle kunna leda till obrytbara krypteringar av information och säkra bankverifieringar. Då ljus normalt färdas väldigt fort utan att förvrängas är en ljuspuls ett väldigt användbart sätt att skicka kodad kvantinformation. Ett problem uppstår dock då man behöver synkronisera flera källor och användare, ljuset står normalt inte stilla och väntar på andra signaler. Men vi har nu visat att ljus tillfälligt kan saktas ned till 1 m/s, och det är faktiskt möjligt att t.o.m. stanna det helt i vad som kallas för *"stopped light"*. Med hjälp av dessa tekniker blir det möjligt att synkronisera flera källor och länka samman flera segment till en lång kommunikationskedja för att så småningom bygga upp ett framtida internat för kvantinformation.

Förmågan att ändra ljusets hastighet kan också användas för att förbättra befintlig utrustning som bygger på ljus. Tidigare i år blev det exempelvis en världsnöhet när de första gravitationsvågorna detekterades av LIGO, en enorm precisionsapparat som använder ljus för att väldigt noggrant mäta längdförändringar

genom en så kallad interferometer. Man har visat att genom att ändra hastigheten på ljuset i en sådan interferometer kan man både göra den mer eller mindre känslig för ändringar, beroende på hur man ändrar ljushastigheten. I många fall vill man göra interferometern mindre känslig som när man vill bygga en ultrastabil laser, och då vill man ha ett medium med långsamt ljus precis som det vi precis har beskrivit. I andra fall, som med LIGO, vill man tvärtom göra mätningarna mer känsliga för att kunna detektera ännu mindre förändringar på grund av gravitationsvågorna, och då måste man tvärtom använda sig av snabbt ljus (*"fast light"*). Detta är då en ljuspuls i ett speciellt förberett medium färdas snabbare än ljuset vanligen gör i vakuum! Trots att detta låter fysikaliskt tveksamt så bryter det inte mot några av fysikens lagar, och inte heller mot Einsteins tes om att ingen information kan färdas snabbare än ljuset i vakuum.

Snabbt ljus fungerar på liknande sätt som beskrivningen i figur 4, med ändringen att pulstoppen nu förskjuts framåt istället för bakåt. Man kan övertyga sig om att det inte bryter mot några lagar, om man tänker sig att man tar ljuskonen från en ficklampa och lyser ut i rymden. Ljuset kan färdas väldigt långt innan det stöter på något, låt oss säga 1 miljon ljusår, och då har också konen brett ut sig så att frontens bredd är av en liknande storlek. Om du snabbt drar din hand framför ficklampan skapar du en skugga som passerar ljuskonen på ungefär en sekund. På fronten av ljuskonen en miljon ljusår bort, måste då också din skugga att röra sig över hela bredden, en miljon ljusår, på bara ungefär en sekund! Trots att skuggan kan röra sig så snabbt så kan detta naturligtvis inte användas för att skicka information mellan olika punkter ute på fronten av ljuset från din ficklampa, då vi fortfarande måste vänta en miljon år på att alla förändringar vi gör ska få effekt! Det är en liknande effekt som gör att en ljuspuls i speciellt förberedda material kan röra sig snabbare än ljuset i vakuum utan att bryta mot några lagar. Sen visar det sig trots det att effekten kan användas för att förbättra precisionen i apparater som interferometrar.

Vi som skrivit artikeln är båda forskare vid Lunds Universitet och undersöker hur man kan bygga kvantdatorer och använda sig av kvantinformation i framtiden. Vi fokuserar på att använda system baserade på sällsynta jordartsmetaller, nedkylda till bara ett par grader över absoluta nollpunkten, då dessa är kända för att ha förmågan att spara kvantinformation under ovanligt lång tid. Som en del i vårt arbete studerar vi även långsamt ljus och hur det kan förbättra olika aspekter av hårdvara till kvantinformation.

ADAM KINOS OCH ANDREAS WALTHER,
LUNDS UNIVERSITET



INSTITUTIONEN FÖR FYSIK SÖKER PREFEKT

OM INSTITUTIONEN

Som en av Sveriges ledande fysikinstitutioner bedriver vi forskning och utbildning i världsklass. Verksamheten täcker in både grundvetenskap och tillämpad forskning och sträcker sig från matematisk fysik till experimentell fysik. Med en internationellt konkurrensmässig utbildning fostrar vi framtidens fysiker inför morgondagens utmaningar inom både industri och akademi. Institutionen har cirka 250 medarbetare och verkar inom ramen för Fysikcentrum Göteborg, som är en samverkansplattform för de tre Chalmersinstitutionerna Fysik, Mikroteknologi & nanovetenskap och Rymd- & geovetenskap samt Institutionen för fysik vid Göteborgs universitet. Institutionen är även hemvist för EU:s största forskningssatsning, Graphene Flagship.

Institutionen för fysik erbjuder en kreativ och internationell miljö för såväl forskning och lärande som för innovation och samverkan. Vi strävar efter att alla skall ha möjlighet att utvecklas som individer både på en vetenskaplig, pedagogisk och personlig nivå.

ÄR DU DEN VI SÖKER?

Vi söker dig som har den integritet och personliga mognad som krävs för att leda en stor verksamhet med många viljor genom olika förändringar. Du är tydlig i din kommunikation och i dina förväntningar på berörda parter. Du har en mycket god samarbetsförmåga, lyssnar, och tar dig an utmaningar på ett positivt och konstruktivt sätt.

Läs mer om tjänsten och ansök på:
www.chalmers.se/sv/om-chalmers/ledigatjanster



Välkommen med din ansökan senast
den 6 november 2016!

Läs mer om vår verksamhet på www.chalmers.se/physics

Ola Wassvik vill göra skillnad för kommande generationer

Den tekniska utvecklingen är något som engagerar Ola Wassvik. Han hoppas kunna bidra med sina teknikkunskaper och kreativa idéer. Idag är han teknisk direktör och delägare i det internationella företaget FlatFrog AB. Företaget har utvecklat ny teknik med interaktiva bildskärmar som bygger på helt andra principer än tidigare. Användarna får ett effektivare och enklare samarbete. Något som inte fungerat särskilt bra med tidigare teknik. Flatfrogs interaktiva skärmar utnyttjar avancerade algoritmer och optiska lösningar för att ge användarna en helt naturlig interaktion med datorer.



Ola Wassvik, teknisk fysiker från Lunds universitet, entreprenör och innovatör, jobbar ständigt på flera idéer parallellt. Kreativiteten kräver uppmärksamhet, drivkraft och energi. Ola vill bidra med sin tekniska kompetens inom flera olika områden. Några detaljer vill han i dagsläget dock inte avslöja när FA frågar.

– En viktig uppgift, som nästan känns som ett kall, är att försöka bidra till ett bättre samhälle för oss alla genom teknisk utveckling, säger Ola. Han brinner för att försöka förverkliga sina idéer med hjälp och stöd av andra.

– Framgångarna med Flatfrog och den interaktiva storskärmen bygger på ett fantastiskt lagarbete och utan alla projektdeltagares kompetens hade det inte fungerat, förtydligar han.

– Jag vill verkligen understryka att det är samarbete som lett till framgångarna, och tillägger att det verkligen inte är eler varit en mans jobb. Det finns många idéer under utveckling, men han vill inte berätta mer om dem i nuläget.

Ola tror att det kommer att bli stora tekniksprång de kommande tio åren inom energiområdet. Framför allt inom hållbar energiproduktion.

Det andra stora intresset är att skapa fantasivärldar som andra kan ta del av och läsa om. Han berättar att redan som

åttaåring läste han Tolkiens böcker, bland annat "Sagan om Ringen" och "Hobbit" och sedan dess varit fascinerad av fantasy.

Ola berättar att han tycker det är svårt att ibland få ut all sin kreativitet inom teknikutvecklingen. Det finns ekonomiska begränsningar, du måste "sälja produkten", världsmarknaden kan vara ofördelaktig osv. När det gäller att skriva fantasy-böcker finns inte samma yttre begränsningar.

När Ola var yngre ägnade han sig en del åt rollspel, något som det inte finns tid till numera.

– Det så kallade livspusslet måste gå ihop också, konstaterar han. Kombinationen teknikutveckling och litteraturskrivande passar mig bra, berättar han. Kreativiteten får utlopp och det ger en viss balans i tillvaron. Ola är på gång att ge ut en egen bok i "fantasy-genren" nu i höst på ett litet nystartat förlag.

Pendlar du mellan företaget i Lund och gården i Småland?

– Ja, jag arbetspendlar ungefär fyra dagar i veckan, konstaterar Ola. Det blir cirka 3–3,5 timme på tåget per dag. När jag sitter på tåget går jag in i min egen bubbla och jobbar verkligen effektivt, berättar han vidare.

– Tidigare innan jag började pendla till Lund behövde jag alltid ha några timmar egen tid på kontoret, utan att bli störd. Tågresorna Lund–Småland gör att det behovet inte finns längre under konorstid.

– Jag älskar att åka tåg, det är ett suveränt färdmedel som fungerar bra för mig, berättar Ola

Vid vårt första intervju tillfälle via Skype sitter Ola på ett tåg. Det är några trötta och kanske hungriga småbarn som låter i bakgrunden och ljudmattan och sorlet runt om kring skapar inte de bästa förutsättningarna för en intervju. Efter ungefär en halvtimme ger FA upp och vi beslutar gemensamt att fortsätta dagen efter under lugnare förhållanden.

Ola berättar innan vi avslutar att han närmast flydde från staden ut till det mörka Småland och tystnaden för att han egentligen inte stod ut med ljudnivåerna och det ständiga ljudet som staden alltid

Ola Wassvik: 39 år. Född i Lund men flyttade till Växjö ganska snart.

Utbildning: Gymnasiet vid Katedralskolan i Växjö (1996).

Civilingenjör i Teknisk fysik, Lunds universitet (2001).

Bor sedan fem år: Gård i Småland.

Familj: Fru och två barn, 4 och 5 år.

Tidigare arbeten: Utvecklingsingenjör Anoto AB, Utvecklingsingenjör Taktio A/S, Utvecklingschef FlatFrog AB.

Nuvarande arbete: CTO FlatFrog AB.

Intressen: Att vara i naturen och bara njuta av lugnet som finns där.

Brädspel, rollspel, renovering av den gamla gården, skönlitterärt skrivande (debuterar som författare i höst).

genererar. Tystnaden på landet skapar balans i vardagen med alla ljudkulisser som man tar del av i staden. Ola verkar strötrivas ute i naturens tystnad medan andra får lappsjuka av att inte höra stadens puls. Samtidigt berättar han att det alltid finns musik i "noise-cancelling" hörlurarna som han har när han jobbar på tåget.

Hur kommer det sig att du blev fysiker?

– Jag har alltid varit nyfiken av mig och fysiken har så länge jag kan minnas intresserat mig, berättar Ola. Jag vill förstå hur saker och ting hänger ihop och hur dessa är relaterade till varandra.

– Det har aldrig funnits något annat alternativ än teknisk fysik, säger Ola med eftertryck. Det bestämde jag mig för strax efter att jag börjat på högskoladiet.

Har din skola påverkat dig i dina val, tror du?

– Mina fysiklärare har aldrig inspirerat mig. Allt var för lätt och tråkigt, även under gymnasiet upplevde jag detta, berättar han.

– Det var inte förrän på högskolan som det blev lite utmaningar och man var tvungen att börja jobba, konstaterar Ola.

Har dina föräldrar varit det stöd som skolan inte klarade?

– Ja, det kan man nog säga. Båda mina föräldrar är lärare, men i helt andra ämnen än de som intresserade mig. De har alltid visat ett starkt stöd för att stödja

mig i mina val av ämnen. De tyckte att det var viktigt att jag utvecklade de talanger och det intresse som jag brann för.

Vilka personliga egenskaper har underlättat din yrkeskarriär, tror du?

– Det är en klar fördel att inte ge upp så lätt. Min uthållighet är en klar fördel, säger Ola samtidigt som han förtydligar att han inte är envis.

– Jag kan ha fel och accepterar det, berättar Ola. Något som behövs i mitt jobb är samarbetsförmåga och stöd mellan medarbetare. Jag kan inte lösa allt på egen hand utan måste lita på att de som jag anställer klarar av uppgiften.

Du har ett internationellt företag med 70 anställda från 4 olika nationer. Hur kan du få dessa att fungera ihop?

– Det viktiga är att tillsammans genomföra idéerna som vi har, säger Ola. Olika bakgrunder är en styrka för organisationen.

Du måste ha en del språkkunskaper utöver det tekniska kunnandet?

– Ja, jag talar franska och engelska flytande utöver svenska. Var bland annat utbytesstudent i Frankrike under en period. Dessutom kan jag spanska hyfsat och förstår kinesiska, berättar Ola.

Ola verkar vara en begåvad elev som skolan inte såg. Vi är glada att han lyckades trots skolans svårigheter med att fånga upp speciella begåvningar tidigt.

Har du några framtidsdrömmar som du kan avslöja för FAs läsare?

– Jag skulle vilja ägna mig åt teknikutveckling där jag själv är ekonomiskt oberoende. Ekonomer är alltid fast i sin kvartalsekonomi och kan inte alltid tänka utanför boxen, medan jag ser mer långsiktigt.

– Då kan jag, utan att behöva fundera över finansierare, marknader och konjunktur utveckla mina idéer, avslutar Ola.

FA önskar lycka till i framtiden med de kreativa idéerna och ser med spänning fram mot författardebuten under hösten.

MARGARETA KESSELBERG
FYSIKAKTUELLT

Det svarta hålet – ett annorlunda Underland

I böcker kan man med fantasins hjälp färdas långt och komma till otroliga platser. När Alice följer efter den vita kaninen genom kaninhålet kommer hon fram till Underlandet – en fantastisk värld där allt möjligt (och omöjligt) kan hända. Vår enda svenska astronaut väljer i stället att ta huvudrollsinnehavarna i sin barnboksserie till den spännande kvantvärlden. Givetvis genom ett svart hål.

Kvantvärlden och mikrokosmos är på många sätt mycket märkligare än Underlandet som Alice besökte. De flesta fysiker lär sig till slut att acceptera märkligheterna, men få kan nog ärligt säga att de förstår allt (och de som hävdar det har antagligen missförstått det mesta). Ett sätt att möjligen få en djupare förståelse för kvantfysiken är kanske att läsa om det redan som barn, när man är mottaglig på ett helt annat sätt för ny kunskap och nya möjligheter.

Att blanda fantasi och fakta, på det sätt som görs i boken, är briljant eftersom den spännande historien fångar barnens (och de vuxnas) intresse samtidigt som kvantvärldens annorlunda begreppsvärld stimulerar barnen att redan vid unga år fundera över hur det till exempel skulle vara om vår position var kvantiserad eller hur det skulle kännas att tunnla igenom en mur. Att saker bara kan vara på ett ställe vid ett givet tillfälle är något vi är vana vid, men för ett barns livliga fantasi är det inga problem att föreställa sig en elektron som väljer att färdas flera olika vägar samtidigt.

Det svarta hålet är den fjärde boken i Christer Fuglesangs barnboksserie om syskonen Marcus och Mariana som tillsammans med sin farbror Albert åker på olika äventyr i Alberts antiprotondrivna

rymdraket. Böckerna i serien har samma uppbyggnad och är gjorda för att läsas tillsammans med barnen. Det är svåra och fantasieggande frågor som presenteras och de leder ofta till trevliga diskussioner där ”fakta och fantasi”-delen i slutet av boken kan vara ett bra stöd.

I boken finns flera underfundigheter som det även för den historiskt intresserade fysikern kan ta en liten stund att begripa. Till exempel leds paraden i kvantvärlden av en oxe som heter Eper:

Först när man ser det skrivet som ”parad-oxen Eper” faller kopplingen till paradoxen EPR på plats (ett tankeexperiment formulerat av Albert Einstein, Boris Podolsky och Nathan Rosen i ett försök att visa på brister hos kvantfysiken publicerat 1935).

Johan Egerkrans fina illustrationer kompletterar den fascinerande och tankeväckande historien på ett mycket bra sätt. (Min dotter Ellens kommentar var att det borde vara många fler av de fina bilderna i boken.) Illustrationerna visar barnen på möjligheten att bearbeta de svåra begreppen som presenteras i boken genom att själva rita bilder av hur de ser på kvantvärlden. På så sätt har de hunnit bearbeta informationen ett steg innan det är dags att prata med någon äldre om det. Detta har lett till att det producerats

Det svarta hålet
Christer Fuglesang
Förlag: Fri Tanke
Utgivningsår: 2013
ISBN: 978-91-86061-66-1
Antal sidor: 170
Pris: 147 kr



många fantastiska teckningar hemma hos oss, till exempel den här som Cornelia ritat, där Fru Elektron tar flera olika vägar till affären samtidigt för att först när hon är framme bestämma vilken som är den snabbaste och vilken hon därför väljer (möjligen också lite inspirerad av pappas forskning¹).

Vi kan varmt rekommendera Det svarta hålet och de övriga böckerna i serien till fysiker och deras barn och barnbarn att läsa och förundras över tillsammans.

ELLEN OCH CORNELIA MAURITSSON,
FLYGELSKOLAN LUND
JOHAN MAURITSSON,
LUNDS UNIVERSITET



Bild: Cornelia Mauritsson

¹ För en sammanfattning för stora och små, se: www.youtube.com/watch?v=wXH1daFXSb8

Fem unga fysiker i arbetslivet

Karin Skoglund Keiding, 28 år
Teknisk Fysik, 2014
Managementkonsult, McKinsey & Co

Var det lätt att få jobb efter examen?

– Jo, det tycker jag. Jag upplevde att man som teknisk fysiker var eftertraktad på arbetsmarknaden.

Varför blev det McKinsey & Co?

– Det kändes som ett spännande ställe med intressanta kollegor, där man fick chans att lösa många olika typer av problem, ha stor påverkan och att jobba med människor på olika sätt.

Vad innebär arbetet?

– Vi rådgör och hjälper företag och organisationer med olika typer av problem eller utmaningar som de står inför, inom många olika sektorer och med en bredd av olika frågeställningar. Vi arbetar inom projekt som vanligtvis är 2 veckor – 3 månader långa. Det ger möjlighet att prova väldigt många olika typer av arbete under kort tid.

Hur ser en dag ut?

– Jag spenderar ofta min dag ute hos våra klienter, för att arbeta nära dem och kunna förstå deras problem bättre. Under dagen går jag kanske på några möten och träffar eller intervjuar personer från organisationen, sitter och bearbetar data för att kunna analysera problemet, och dokumenterar och presenterar det vi kommit fram till t.ex. via PowerPoint.

Träffar du många andra yrkeskategorier?

– Ja, väldigt många olika, då vi arbetar med alla typer av organisationer och människor.



Vilka fysikkunskaper är speciellt viktiga att ha i ditt arbete?

– Det kan låta lite klyschigt, men förmågan att strukturera och lösa problem, oavsett ämne, är nog min största tillgång i mitt arbete – där har fysiken och matten hjälpt mig.

Dessutom är de såklart till hjälp när jag ska göra beräkningar och arbeta med formler i t.ex. Excel.

Vilka kunskaper utöver fysiken är betydelsefulla?

– En stor del av mitt arbete involverar människor, så att förstå och kunna hantera människor på ett bra sätt är en viktig del – få dem att känna sig trygga och vilja samarbeta med mig, förstå och lyssna till deras behov.

Vilka utvecklingsmöjligheter och karriärvägar ser du framöver?

– Jag upplever att det finns många spännande möjligheter till utveckling både inom och utanför McKinsey framöver.

Inom firman får man mycket stöd och coachning, och över tid skulle jag kunna gå vidare mot mer av en projektledarroll, och specialisera mig inom ett ämne eller industri som jag tycker är extra intressant.

Om jag senare väljer att inte längre vara konsult, så tror jag att det nätverk man bygger upp under tiden, och det faktum att man får prova på mycket olika organisationer och industrier gör att jag har en god möjlighet att hitta ett intressant arbete inom en industri som jag brinner för.

Har du några tips till fysikstuderande som läser detta?

– Oh, svårt! Kanske att komma ihåg att det finns så mycket olika spännande sätt som man kan lösa problem och "rädda världen" på när man sedan går ut i arbetslivet!

Och att göra sådant som känns kul (både i och utanför skolan)!

Anna Bäcklund, 27 år
Teknisk Fysik, 2013
Kvantanalytiker, Nasdaq

Var det lätt att få jobb efter examen?

– Relativt lätt: som teknisk fysiker är man allmänbildad inom fysik och matematik, och det gör att man kan söka många olika sorters arbeten. Själv erbjöds jag arbete som projektledare inom byggbranschen och kvantanalytiker inom finansbranschen.

Varför blev det Nasdaq?

– Jag valde det arbetet eftersom det både är utvecklande och utmanande.

Vad innebär arbetet?

– Arbetet innebär programmering och analytiskt tänkande, lite matematik och mycket kommunikation med människor.



Vilka fysikkunskaper är viktiga att ha i ditt arbete?

– Det analytiska tänkandet! Som teknisk fysiker tränar vi upp vår förmåga att

hitta olika lösningar under utbildningen och det är inte låst till ett speciellt ämnesområde.

Vilka utvecklingsmöjligheter ser du?

– I allmänhet brukar man kunna gå åt två håll; bli chef eller bli specialist. Inom finansbranschen finns också möjlighet att utvecklas antingen inom mer programmeringstunga roller, rena finansroller eller HR.

Har du några tips till fysikstuderande som läser detta?

– Det spelar inte så stor roll vilken masterinriktning man läser, utan det är bättre att välja något som man är intresserad av. Däremot vill jag verkligen rekommendera att ta tillfället i akt att förkovra sig och läsa kurser inom andra områden, och lite extra programmering är synnerligen bra att ha med sig.

Leon Petersson, 25 år
Teknisk Fysik, 2015
Doktorand vid Universidad Autónoma de Madrid, Spanien

Varför valde du fysikutbildningen?

– Jag har alltid varit intresserad av fysik och matematik och jag valde en bred, intellektuellt stimulerande utbildning.

Vilken inriktning har dina doktorandstudier?

– Jag studerar teoretisk attosekundfysik.

Vad var det som avgjorde valet av inriktning?

– De delar av fysiken som jag tycker är mest fascinerande är ämnen som kvantmekanik och relativitetsteori – de som är främmande för de förhållanden våra hjärnor har utvecklats i. Jag föredrog även de teoretiska aspekterna över de experimentella. Det slutgiltiga valet av specialisering kom som ett resultat av mitt val av examensarbetet.

Jag var snabbt klar med mina kurser och kunde då välja examensarbete ett halvår innan de flesta andra hade tillräckligt med poäng för att kunna söka. Detta

gjorde att jag hade väldigt liten konkurrens och kunde välja fritt bland de ämnen som hade ackumulerats under det senaste halvåret.

Hur gick du tillväga?

– Jag gick runt till olika institutioner som sysslade med de ämnen jag var mest intresserad av. Där presenterade jag mig och frågade närmare om de hade några examensarbeten att erbjuda. Till slut valde jag ett examensarbete hos Johan Mauritsson på atomfysikavdelningen vid Lunds universitet. Examensarbetet verkade spännande då det var både teoretiskt och forskningsinriktat, och lyckligtvis hade de kontakt med den forskargrupp där jag nu arbetar och doktorerar.

Vilka tips vill du ge till fysikstuderande som läser det här?

– Att läsa kurser i förväg ger en större frihet att kunna välja inriktning på examensarbete. Det mest användbara jag plockade upp på en extrakurs var, typ La-



TeX. Inom varje grupparbete jag deltog i därefter kunde jag hänvisa till den höga kvalitén på dokument jag tidigare skapat, för att visa att jag borde vara gruppens sekreterare. Detta gav mig många värdefulla tillfällen att utveckla ledaregenskaper och gav också en viss garanti att ingen lyckades få in något fullständigt galet i slutprodukten.

Kommer du att fortsätta som ingenjör efter doktorsexamen?

– Nej, jag föredrar att fortsätta med grundforskning i framtiden, jag har släppt ingenjörsdelen för nu.

Maria Duvaldt, 27 år
Teknisk Fysik/Sjukhusfysiker, 2015
Sjukhusfysiker,
Karolinska Universitetssjukhuset

Var det lätt att få jobb efter examen?

– Ja, vikariat fick jag direkt efter examen. Jag jobbade först på röntgen och nu har jag fått ett nytt vikariat på MR (magnetresonans).

Varför blev det Karolinska Universitetssjukhuset?

– För att jag ville bo i Stockholm och jobba i landstinget med MR.

Vad innebär arbetet?

– Jag jobbar som MR-fysiker inriktad mot strålbehandlingen. Mina arbetsuppgifter handlar om att hjälpa till med de MR-bilder som de på avdelningen vill ta av cancerpatienter i syfte att dosplanera och strålbehandla. Just nu är min största arbetsuppgift att kvalitetssäkra – att hitta ett sätt där vi kan försäkra oss om att bildkvaliteten är tillräckligt bra.



Vi vill vara säkra på att bilderna återger verkligheten och att ingenting är förvridet, till exempel att ett höftben i bilden inte har flyttat några millimeter åt något håll, på grund av att magnetfälter är lite ojämnt just där.

Hur ser en dag ut?

– Jag brukar inleda med att kolla mailen och se om det hänt något nytt. Jag är rätt ny på jobbet så en stund brukar gå åt till att diskutera detaljer i bildtagningssekvenser (olika sätt att ta MR bilder på) med mina mer erfarna kollegor. Sedan kan jag läsa någon artikel där någon kom-

mit på ett nytt sätt att ta bilder, som de kanske använder på något annat sjukhus. Det forskas väldigt mycket i MR-världen. På eftermiddagen kan jag gå till kameran och testa mina nya idéer, genom att scanna försökspersoner (kollegor) eller andra saker. I bästa fall kan vi (efter lite kvalitetssäkring) sedan scanna patienter på ett nytt sätt, och då kan läkarna bättre se det de vill. Det kan handla om lite bättre kontrast eller annan upplösning. Jag har inte så mycket rutinuppgifter utan det handlar mer om att jobba i projekt och att bidra med den kunskap som varken läkare, sköterskor eller ingenjörer har. Just nu jobbar vi mycket för att kunna använda endast MR och inte datortomografin vid planering av strålbehandling.

Träffar du många andra yrkeskategorier?

– Ja, sjuksköterskor, undersköterskor, läkare och ingenjörer.

Vilka fysikkunskaper är speciellt viktiga att ha i ditt arbete?

– Elektromagnetism, strålningsfysik, Fouriertransformer, MR-fysik.



Niklas Nyberg, 28 år
Teknisk Fysik, 2014
Complete Vehicle Function Developer, Volvo Cars

företaget sedan tidigare genom både sommarjobb och deras gymnasieskola.

Vad innebär arbetet?

– Just nu händer mycket spännande inom företaget, och med det ställs vi inför nya utmaningar. Min gruppering inom Research & Development jobbar med att se till att vi har en funktionsarkitektur som står väl rustad inför framtiden. Rent konkret består arbetet av väldigt mycket kommunikation, för att förstå respektive områdes behov för att bygga en stabil helhet.

Hur ser en dag ut?

– En typisk dag består av några timmars funderande och pillande på modeller, kompletterat med ett antal möten med olika experter kryddat av mängder

med diskussioner och bollande med kollegorna i gruppen.

Träffar du många andra yrkeskategorier?

– För att skapa rätt förutsättningar för de som ska sälja de bilar R&D utvecklar, krävs ständigt input från övriga delar av organisationen. Det är absolut inte så att vi jobbar avskärmade från resten av företaget, utan den kors-funktionella kontakten är snarare värderad väldigt högt. Så jag träffar allt från inköpare av komponenter till folk från vår marknadsavdelning.

Vilka fysikkunskaper är speciellt viktiga att ha i ditt arbete?

– Ärligt talat, inte några rent specifikt. Men förmågan att sätta sig in i saker som

Vilka kunskaper utöver fysiken är betydelsefulla?

– Projektledning, att vara pedagogisk, att vara lösningsfokuserad. Att ha någon koll på anatomi i läkartermen är rätt bra också.

Vilka utvecklingsmöjligheter/karriärvägar ser du framöver?

– MR är en teknik där det händer mycket och nya forskningsområden ständigt upptäcks. Många som jobbar med det har disputerat inom något litet specifikt område och det är en vanlig väg att gå. Om en inte vill göra akademisk karriär är det kanske möjligt att bli chef eller enhetsledare efter ett visst antal år. Det är även många som jobbar kliniskt några år för att sedan bli rekryterade till stora leverantörer som Siemens, GE och Philips.

Har du några tips till fysikstuderande som läser detta?

– I min klass var vi rätt många som var livrädda för att verka dumma och ställa frågor. Den attityden smittar av sig. Jag har kommit på att det är härligare och mer harmoniskt att vara en person som är engagerad och vill lära sig, än att vara knäpptyst och styras av rädslan att verka misslyckad. Om jag hade tänkt det då så hade jag nog haft lättare för mig på universitetet. Vi lär oss på olika sätt, det finns många olika typer av studenter och i arbetslivet är det ofta kombinationen av människor som gör att en kommer framåt.

man inte förstår alls från början tar jag med mig från min tid på Teknisk Fysik. Dessutom är kommunikation A och O, och att förklara svåra saker på ett förståeligt sätt upplevde jag att jag fick mycket träning i under Chalmers-åren.

Vilka kunskaper utöver fysiken är betydelsefulla?

– I jobbet jag fick hade man specifikt sökt efter just en teknisk fysiker, trots att jag inte direkt sysslar med fysik i mitt arbete dagligdags. Vad jag däremot tror att man sökte efter var någon med förmågan att bli generalist, vilket jag tror att tekniska fysiker får en bra grund för att bli. Man kan lite allt möjligt.

Vilka utvecklingsmöjligheter/karriärvägar ser du framöver?

– Alla vägar känns fortfarande öppna, men just nu känner jag att jag är precis där jag vill vara. Vi får se vad framtiden bär med sig.

Har du några tips till fysikstuderande som läser detta?

– Fokusera inte för mycket på betygen utan på att lära dig. Det är inte betygen utan kunskapen du får med dig som är det som hjälper dig i framtiden. En sak till, samarbete! Det finns nästan inga jobb idag där du jobbar helt självständigt, så det är lika bra att börja träna.

Visst ses vi på Fysikdagarna i Göteborg i oktober?



Heureka!

Skapa förutsättningar för ett aktivt lärande med Heurekas interaktiva böcker.

Heureka Fysik 1 Interaktiv bok

45 filmade genomgångar
13 interaktiva simuleringar
16 förkunskapstest
16 kapiteltest

Heureka Fysik 2 Interaktiv bok

46 filmade genomgångar
55 interaktiva simuleringar
15 förkunskapstest
15 kapiteltest

Prova direkt på nok.se/provainteraktiv



Allt material nås via den interaktiva boken

Teori- och demonstrationsgenomgångar

Interaktiva simuleringar



Heureka! Fysik 1 och 2 Basåret

Vi har lyssnat på önskemål från lärare som undervisar elever på naturvetenskapligt och tekniskt basår. Resultatet är ett läromedel med material från Heureka! Fysik 1 och 2 och fördjupande innehåll från Heureka! Fysik 3 och tidigare upplagor.

NYHET

Rekordresultat i Zürich

– tre svenska medaljer vid fysikolympiaden 2016



Det svenska olympiadlaget efter prisceremonien. Från vänster Julia Järlebark, Oskar Wallgren, Aletta Csapo, Erik Tegler och Albert Johansson.

Oskar Vallhagen från Kitas gymnasium och Aletta Csapo från Donnergymnasiet, båda Göteborg, samt Erik Tegler från Polhemsskolan i Lund fick alla tre bronsmedaljer på årets fysikolympiad. Dessutom fick Albert Johansson från Åva gymnasium i Täby ett hedersomnämmande. Aletta fick dessutom pris som bästa kvinnliga europé.

Kina var återigen bäst, med fem guld, följt av Taiwan och Korea, alla med fem guld. Bästa europeiska nation blev Ryssland med fyra guld och ett silver. Mao Chenkai från Kina vann och Shumaiev Olexandr från Ukraina blev bästa icke-asiat på 11:e plats.

Finland blev bästa nordiska land med tre silver, ett brons och ett hedersomnämmande. Därefter kom Sverige med tre brons och ett hedersomnämmande, och för andra året i rad blev vi bättre än Danmark, nu med ett brons mer. Sammantaget ännu bättre än förra året, en trend som började 2012. Bredden har ökat och denna gång även toppen. Mycket tack vare stödet från Markus och Amalia Wallenbergs minnesfond har vi kunnat öka träningen inför olympiaden. **Hur ska vi slå detta nästa år?**

Runt omkring

Olympiaden, den 47:e, samlade nära 400 tävlande från 87 nationer. Det var endast 25 kvinnliga deltagare, men Sverige bidrog med två. Den hölls i Zürich och arrangerades av Schweiz och Liechtenstein. Olympiaden genomfördes på ett utmärkt sätt, och det var den första olympiaden på länge, där tidsschemat följdes noga. Busstransporterna avgick nästan på utsatt tid. En förklaring till den schweiziska precisionen kan vara det stora antal



Figur 1: Traditionellt alphorn av trä och ett av kolfiber som endast vägde 1,5 kg.

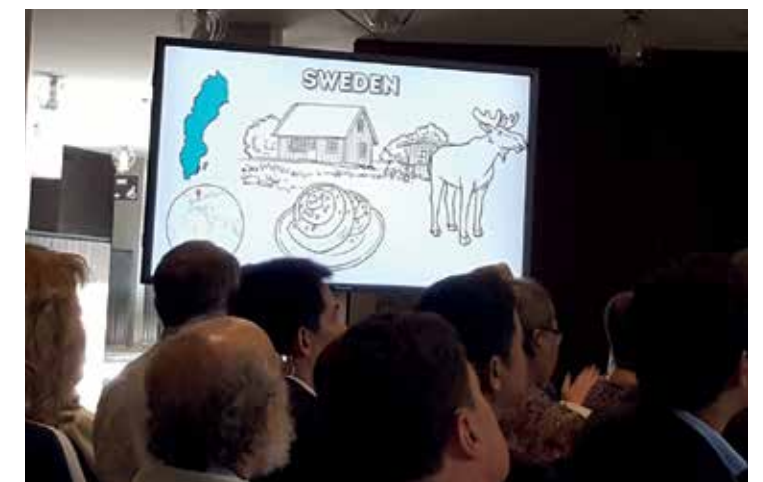
klockbutiker som fanns längs Zürichs huvudgata. Inställningen att inte slösa med andras tid innebär hög effektivitet och kan nog till del förklara den höga levnadsstandarden. Zürich är följaktligen en stad med högt prisläge, men så är 25 procent av invånarna dollarmiljonärer; enbart Monaco har en högre andel. De två dagar som ledarna diskuterar och sedan översätter uppgifterna erbjuds de tävlande olika utflykter, och under de två tävlingsdagarna är det ledarnas tur, dvs. de ledare som orkar upp efter nattens översättning. En av utflykterna förde oss till den lilla monarkin Liechtenstein, men arvprinsen var inte på plats och vår förhoppning om en selfie grusades.

Vid invigningen spelade Enrico Lenzin bl.a. trumma på mjölkflaskor och

bläste i alphorn. Plötsligt tog han fram en svart cirka 4 dm lång mackapär. När han sedan kastade ut den horisontellt, vecklade den ut sig som en piratkikare och simsalabim hade han fällt ut ett 1,5 kg alphorn i kolfiber (figur 1). Tonen var väl så bra som i träversionen.

Nationerna presenterades sedan i ett bildspel med typiska symboler, som Eiffeltornet för Frankrike, Parthenon för Grekland samt älg och kanelbulle för Sverige (figur 2).

Avslutningsceremonin med prisutdelning ägde rum i konsertlokalen Tonhalle. På dess orgel med 67 register, 4 manualet och pedaler framfördes teman ur Star Wars. Det var mäktigt och mycket uppskattat.



Figur 2: Vid invigningen förknippades Sverige med älg och kanelbulle.

Uppgifterna

Uppgifterna i år var normalsvåra, vilket med svenskt gymnasie-mått innebär mycket omfattande med många deluppgifter. De var också knepiga, men så var det ändå fysikeliten som samlats och här kan inspiration hämtas till uppgifter både på gymnasie- och universitetsnivå, se (<http://www.fysikersamfundet.se/wallenbergs-fysikpris/>).

Teoriuppgift 1 bestod av två delar. Den första delen var ett "Gedanken-experiment" kallat den "gömda skivan" (figur 3). Det gällde att genom olika "mätningar" finna var i en platt träcylinder en mindre likaledes platt metallcylinder hade dolts. Alla behövliga storheter gavs i en figur eller i texten. Först stod anordningen i stabil jämvikt på ett horisontellt plan som sedan lutades en viss vinkel, varpå anordningen rullade en vinkel till dess en ny stabil jämvikt infann sig. Sambandet mellan vinklarna eftersöktes. Därefter hängdes anordningen upp i en stel stång i symmetriaxeln, så att den kunde rotera små vinklar. Här efterfrågades rörelseekvationen och tröghetsmomentet.

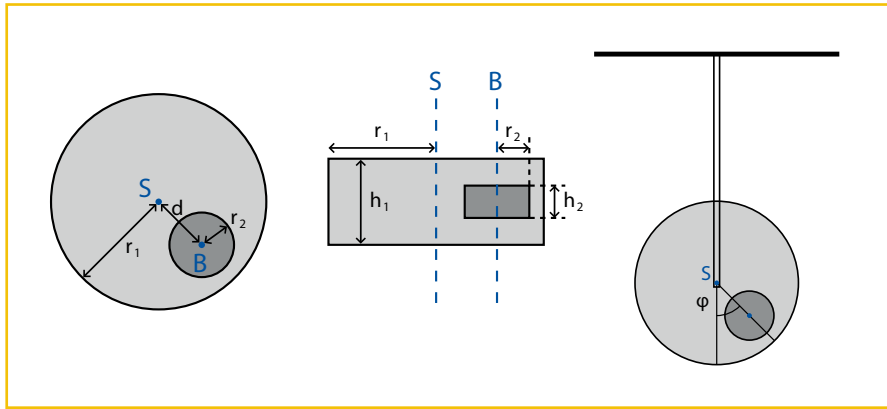
Andra delen handlade om förhållandet på en roterande rymdstation, typ den som fanns i Stanley Kubricks filmatisering av

Arthur C Clarkes "2001 – ett rymdäventyr". Först efterfrågades vinkelhastigheten för att en gravitation motsvarande jordens skulle uppmätas. Därefter gällde det att med olika experiment bevisa att man befann sig på en rymdstation med fallförsök och fjäderpendel, både fast upphängd och glidande längs horisontell stång.

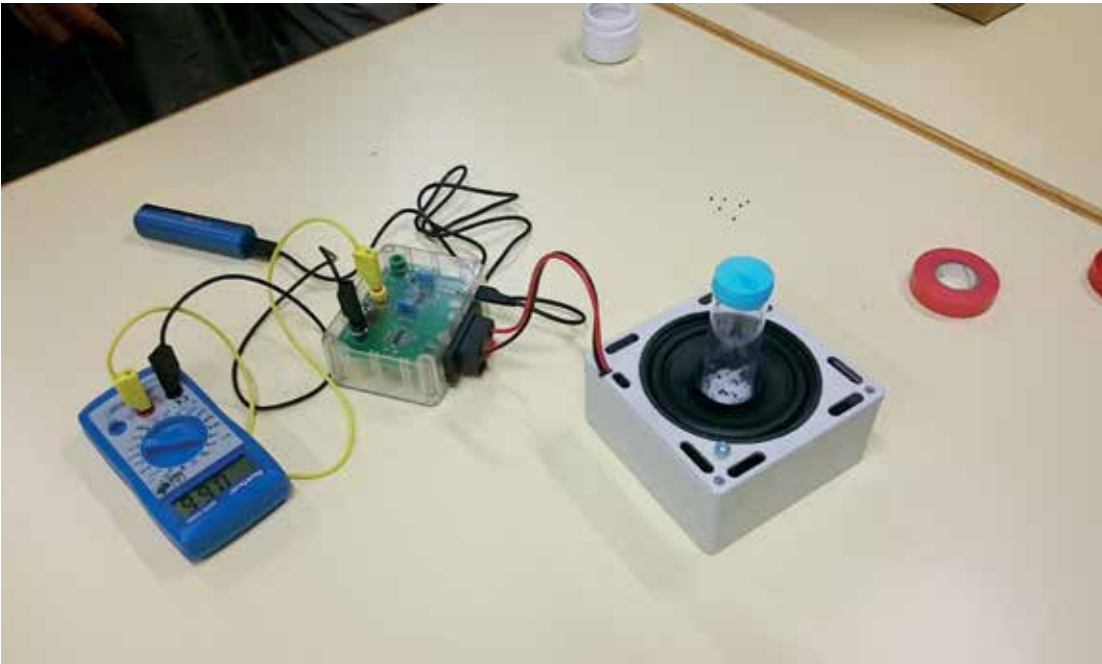
Teoriuppgift 2 handlade om komponenter med icke-linjär I-V-karaktäristik, typ tyristorer. Givet karaktäristikens tre grenar skulle resistansen för grenarna beräknas. Sedan kopplades komponenten (kallad X) i serie med en likspänningskälla, en resistor och en spole, varpå ett antal stationära tillstånd för två olika värden på resistorns resistans beräknas. Med värden på resistans, induktans och

spänning efterfrågades vidare värdena för motsvarande stationära punkt och om den var stabil. Därpå parallellkopplades X med en kondensator för att få en svängningskrets, och den oscillationscykel som då uppstår när X hoppar mellan olika grenar skulle ingående analyseras. Slutligen skulle man avgöra om kopplingen kunde duga som neuristor, dvs. till att modellera nervimpulser.

Teoriuppgift 3 var den nationsspecifika uppgiften i form av LHC. Utifrån data om acceleratoren begärdes protonernas sluthastighet, styrkan på magnetfältet för att protonerna ska gå i cirkel och strålningsförlusten på grund av detta. Vidare beskrevs en spårdetektor och en ToF-detektor för partikelidentifikation.



Figur 3: Den "gömda skivan" och upphängningen i symmetriaxeln.



Figur 5: Plastcylinder med kulor placerad ovanpå högtalaren.

Givet uppmätta data skulle några partiklar identifieras.

I den första experimentella uppgiften gällde det att med hjälp av en fyrpunktsprob bestämma ytesistiviteten för ett karbonpapper och för en kiselskiva. Vidare krävdes en skiss som visade hur strömmarna i papperet flödade mellan spetsarna. Hänsyn måste tas till provets dimensioner och för kiselskivan skulle resultatet jämföras med den så kallade van der Pauws metod, som klarar prov med

godtycklig geometri (figur 4).

I den andra experimentella uppgiften studerades fasövergångar och instabiliteter. Det fanns 30 – 50 små kulor i en plastcylinder som hade en halvhög vertikal vägg, så att kulorna kunde hamna i endera av två fack. Temperaturen simulerades genom att kulorna gavs vertikala knuffar med en högtalare (figur 5). Antalet kulor i respektive fack som funktion av knuffamplituden, dess standardavvikelse och den kritiska amplituden efterfråga-

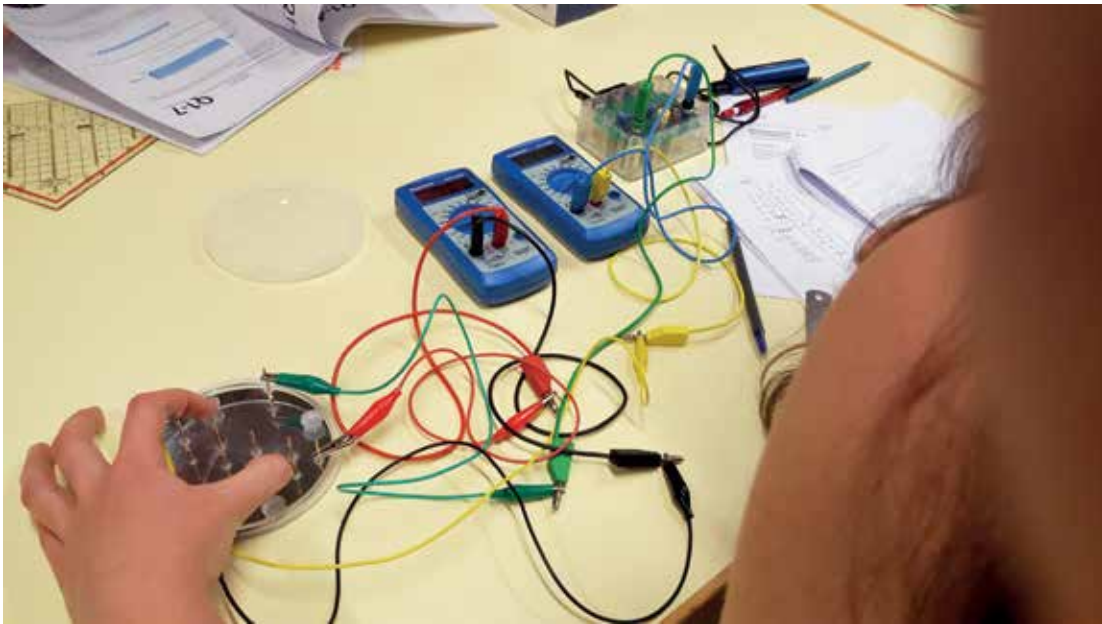
des. Som vanligt behövdes kalibrering, denna gång mellan pålagd spänning och knuffhöjd och där var fältet fritt för innovativa varianter.

Fysikolympiaden 2017 arrangeras på Bali, Indonesien under juli.

BO SÖDERBERG
LUNDS UNIVERSITET

MAX KESSELBERG
STOCKHOLMS
UNIVERSITET

Figur 4: Fyrpunktsprob på kiselskiva, likspänningskälla samt två multimetrar.



Bilden till vänster: Schweiz bjöd på mycket dis och regn under olympiadveckan. Högra bilden visar ett klassiskt alphorn som det också fanns möjlighet att provblåsa.

Stryktips



Klädtyger kan vara gjorda av både natur- och konstfibrer. Naturfibrer kommer antingen från växtriket, till exempel bomull och lin, eller från djurriket, som silke eller ull. Konstfibrer kan vara utvunna ur naturmaterial, vanligen trämassa från gran, eller skapade på rent kemisk väg, oftast från olja.

En fiber består av många polymerer som ligger omlott, och överlappar varandra. Dessa binds till varandra med många vätebindningar som gör fibern stark. När fibrerna ligger oordnade ser tyget skrynkligt ut. De flesta av oss har nog försökt stryka bomullsplagg. Det beror på att bomullskläder blir skrynkliga efter tvätt och att de dessutom är så vanliga, eftersom bomull används i ungefär hälften av all textiltillverkning.

Ordning och reda

Bomull består av mer än 90 % cellulosa (cellulosus är latin för *rik på små celler*). Det är en polymerkedja som kan bestå av fler än 3 000 glukosmolekyler. Det finns kovalenta bindningar inom molekylna och starka vätebindningar, både interna i polymerkedjan och mellan polymerkedjorna, vilket ger upphov till skiktade strukturer. Skikten hålls samman av van der Waals krafter.

Alla polymerer har en så kallad glasomvandlingstemperatur (T_g), som är den temperatur vid vilken elasticitetsmodulen drastiskt sjunker. Under T_g är molekylna som fastfrusna och materialet sprött, men när temperaturen överstiger T_g blir materialet mjukare. Bomull har $T_g = 225^\circ\text{C}$, varför strukna bomullskläder håller formen vid rumstemperatur.

De flesta strykjärn arbetar i intervallet $200\text{--}240^\circ\text{C}$ för bomull, men tempe-

raturen har visat sig ha mindre betydelse för strykresultatet enligt ICA-kuriren [http://www.hemtrevligt.se/icakuriren/artiklar/test-rad/20150924/strykjarn]. En termostat som kan vara av bimetalltyp får temperaturen att hålla sig inom valt intervall, men den reagerar ganska långsamt på temperaturförändringar. En snabbare variant har ett par metallskivor med en gasfylld bälg i mellan. Skivorna har stor area, så att de reagerar snabbt på värme. Den inre skivan ligger an mot en mikrobrytare i mitten som slår på eller av strömmen. När man vrider på strykjärnets temperaturväljare påverkas avståndet mellan skivorna och därmed tiden som järnet är på respektive av.

Varför stryka kläder?
För att kläderna ska se snyggare ut, men också för att strukna kläder håller sig rena längre och känns mjukare att ha på sig.

Förr i världen

Strök eller manglade gjorde man vanligtvis dagen efter tvättdagen, när tvätten fortfarande var lite fuktig. Var tyget för torrt användes en stänkflaska. (Man säger dänka i södra Sverige). Trycket från strykjärnet plattar till fibrerna. Räckte inte det kunde man strykpressa istället, det vill säga använda en väl urvriden pressduk mellan strykjärn och plagg. Stänkning används till lin- och bomullstextilier medan pressduk används till ylletextilier.

Varför vatten?

Hydroxylgrupper (-OH) sticker ut från sidorna av cellulosamolekylna, vilket hjälper till att attrahera vattenmolekyler, som ju är polära, via vätebindningar. En annan orsak till att bomull absorberar vatten är ”kapillärkraften”, dvs. att attraktionskraften mot väggmaterialet är större än kraften mellan vattenmolekylerna. Läger man ena änden av en smal bit bomullstyng i ett glas med vatten och placerar den andra änden i ett tomt glas kommer en del av vattnet att flyttas till det tomma glaset. Bomullströjor närmast kroppen vid träning blir snabbt fuktiga.

Vatten sänker T_g till ca 20°C och

man kan säga att vatten fungerar som smörjmedel mellan molekyllkedjorna och ökar deras rörlighet. Bomullstyng blir därför lättare skrynkligt när det blir fuktigt.

Ånga når djupare in mellan fibrerna och leder värmen till dem mycket bättre än luft. För att fördela ångan jämnt har de bästa ångstrykjärnen undersidor med fasade hål, skårar och mönster där ångan kan pysa ut och fördelas över hela tyget. Enklare strykjärn har bara en krans av hål runt kanterna. När värmen sedan tas bort ligger de tillpressade fibrerna kvar i prydliga rader.

Blandad kompott

Stryker man mörka tyger ser tyget ännu mörkare ut. Före strykningen är fibrerna oordnade och reflekterar ljus i många olika riktningar. Därför ser ytan ljus ut, jämfört med en välpressad yta som sprider ljus betydligt sämre.

Till skillnad från bomull som ”gillar” vatten (hydrofil) finns ofta i konstgjorda tyger hydrofobiska molekyler, vilket gör dem mindre benägna att absorbera fukt. Konstfiber som nylon och polyester absorberar inte vatten eller svett bra. Rayon däremot, som är gjort av ett slags cellulosa som liknar bomull, tar upp vatten.

Strykfria skjortor – en (mar)dröm

Garntypen och vävtekniken är betydelsefulla för hur lättstruken en skjorta är. Tyget kan också ha undergått kemisk behandling, exempelvis med formaldehyd. Effekten lär avta med antalet tvättar och oavsett vart formaldehyden tar vägen är den sannolikt inte bra för miljön.

Tips

Centrifugera inte utan häng upp plagget på en galge och låt det droptorka. Välj att stryka plagget innan det har torkat helt eller välj ångstrykjärn. Annars fukta med stänkflaska eller blomspruta, alternativt en kökshandduk som pressduk. Välj hög(sta) värme för bomullplagg och stryk i trådriktningen. Bra också om strykjärnet har en funktion som gör att det stänger av sig själv om man skulle råka glömma det.

MAX KESSELBERG
FYSIKUM
STOCKHOLMS UNIVERSITET

Snurrande snören

Roterande föremål uppvisar många fascinerande fenomen. Teorin är dock ofta komplicerad, så behovet är stort för enkla experiment som kan ge intuitiva förståelser. Här tar jag upp ett par experiment som du enkelt kan göra hemma i köket för familjen.

Ta ett mjukt snöre av ungefär en meters längd och håll det så att det hänger lodrätt. Snurra sakta runt snöret och det slänger ut liknande som för en konisk pendel. Ökar du rotationshastigheten ställer snöret in sig som en våg, se bild 1. Du får bättre resultat om du driver snöret med en liten elektrisk motor från en



Bild 1

hobbyaffär eller en elvisp. Man kan också köpa billiga små stroboskop med LED-lampor om man vill studera rörelsen i mer detalj. Man ser då att snöret ställer in sig ett plan och snurrar som en stel kropp. Vi har fått en sk helicoseir. Ju högre frekvens, ju fler noder observeras. Fysiken är väl utredd, se till exempel referens 1. Som du ser på Bild 1 är våglängden större upptill. Detta beror på att sträckkraften där är större än nedtill på snörets tyngd. Då blir våghastigheten c större och därmed också våglängden λ större enligt vågekvationen $c = \lambda v$.

En utvidgning av experimentet är att hänga en liten tyngd i form av en kula på snöret, vilket jag funnit stabiliserar rörelsen bättre. Om man istället väljer ett utsträckt objekt som en penna, platta eller något annat inträder något intressant. Om man väljer en stel ring ($R \approx 10\text{ cm}$), blir teorin förhållandevis lätt. Ringen roterar för låga frekvenser längs sin lodräta diameter. Vid ökande frekvens börjar ringen att resa sig vid en kritisk frekvens $\Omega_c = \sqrt{2g/R}$ (några få Hz), där g är tyngdaccelerationen. Detta fenomen utgör ett symmetribrott och en bifurkation ($\pm\Omega$). Vid $\Omega = 2\Omega_c$ har ringen rest sig 75° och för $\Omega \gg \Omega_c$ ligger den vågrätt. Vid höga frekvenser kan man observera en viss instabilitet i form av en precession av ringens masscentrum på cirka 10 Hz. Detta beror troligen på snörets ändliga massa. En trevlig variant är att istället för en stel ring göra en slinga på en kedja. Över Ω_c bildar slingan en cirkel, ett fascinerade fenomen att iaktta och som du ser på Bild 2.

För ett slutet (men inte isolerat) system, som har konstanta externa parametrar och konstant entropi, kommer den interna energin att minska och gå mot



Bild 2

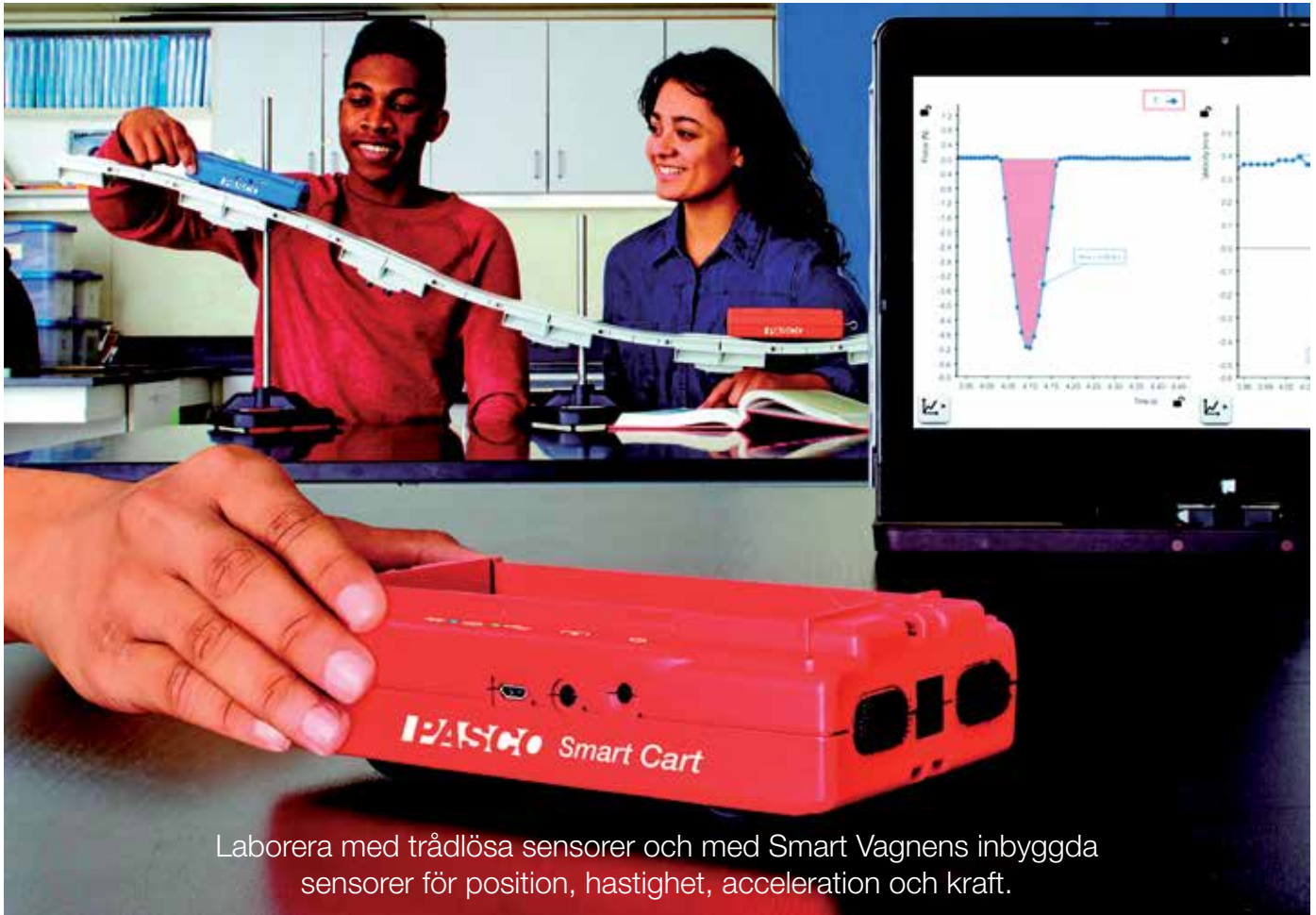
ett minsta värde vid jämvikt. I vårt system däremot *maximeras* både kinetisk och potentiell energi! Detta är möjligt i ett dynamiskt system på ena externa krafter. Teorin för detta fenomen är utredd i till exempel referens 2. Jag har tidigare diskuterat detta fascinerade fenomen för snurrande ägg i Fysikaktuellt nr 4, år 2012. Andra exempel är tippetopp-snurran och rockringen.

Referenser

1. M P Silverman, W Strange och T C Lipscombe, Eur. J. Phys. 19 (1998) 379
2. F Moisy, Am. J. Phys. 71 (2003) 999.

PER-OLOF NILSSON
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

FRAMTIDENS LABORATIVA LÄROMEDEL



Laborera med trådlösa sensorer och med Smart Vagnens inbyggda sensorer för position, hastighet, acceleration och kraft.

Välkomna att besöka Gamdata på höstens utställningar:

Framtidens Läromedel

18–19 okt i Stockholm

Fysikdagarna

27–28 okt i Göteborg

Skolforum

31 okt–1 nov i Stockholm

Du kan även kontakta oss för en visning eller utbildningsdag på 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