

f Fysikaktuell

NR 4 • DECEMBER 2013

Mikrovågor som vapen

sid 9-11

Gravity – läs
filmrecension
sid 21

ISSN 0283-9148

Nobelpriset
2013

sid 6

En udda
kolmolekyl

sid 14

Kvantsimulatorens
som redskap

sid 18

Svenska Fysikersamfundet

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 utbildnings-svariga 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
Högskolan i Borås
anne-sofie.martensson@hb.se

Skattmästare: Lage Hedin
Uppsala universitet
lage.hedin@fysik.uu.se

Sekreterare: Raimund Feifel
Uppsala universitet
raimund.feifel@fysik.uu.se

Adress: Svenska Fysikersamfundet
Institutionen för fysik och astronomi
Uppsala universitet
Box 516
751 20 Uppsala

Postgiro: 2683-1

E-post: kansliet@fysikersamfundet.se

Medlemskap

Svenska Fysikersamfundet har ca 800 individuella medlemmar samt ett antal stödjande medlemmar (företag och organisationer) och ett antal stödjande institutioner. Årsavgiften är 400 kr, dock 250 kr för pensionärer och forskarstuderande, samt 50 kr för grundutbildnings-studenter. För den som även vill bli individuell medlem i European Physical Society tillkommer en årsavgift på 200 kr.

Stödjande medlemskap, vilket ger kraftigt rabatterat pris på annonser i Fysikaktuellt, kostar 400 kr per år.

Bli medlem genom anmälan på:
<http://www.fysikersamfundet.se/formular.html>

Sektioner

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

Kosmos

Fysikersamfundet ger ut årsskriften Kosmos. Redaktör för denna 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, Dan Kiselman och Elisabeth Rachlew. Ansvarig utgivare är Anne-Sofie Mårtensson. Alla kan kontakta redaktionen via: fysikaktuellt@fysikersamfundet.se
För insänt, ej beställt material ansvaras ej.

Omslagsbild: © NASA, ESA, bilden visar Proxima Centauri – Hubblesite

Tryck: Trydells, Laholm 2013

Stödjande medlemmar

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

Stödjande institutioner

- Chalmers tekniska högskola – Institutionen för fundamental fysik och Institutionen för teknisk fysik
- Göteborgs universitet – Institutionen för fysik
- Högskolan i Halmstad – IDE-sektionen
- Institutet för rymdfysik, Kiruna
- Karlstads universitet – Avdelningen för fysik och elektroteknik
- Kungliga tekniska högskolan – Institutionen för fysik, Institutionen för teoretisk fysik och Institutionen för tillämpad fysik
- Stockholms universitet – Fysikum
- Linköpings universitet – Institutionen för fysik, kemi och biologi (IFM) och Institutionen för naturvetenskap och teknik (ITN)
- Lunds universitet – Fysiska institutionen och Institutionen för astronomi och teoretisk fysik
- Mittuniversitetet – Institutionen för naturvetenskap, teknik och matematik
- Nordita, Nordic Institute of Theoretical Physics
- Uppsala universitet – Institutionen för fysik och astronomi

- 4 NOTISER – AKTUELLT
- 5 FYSIKERSAMFUNDETS ÅRSBOK
Recension av Bengt E Y Svensson
- 6 NOBELPRISET I FYSIK 2013
Gunnar Ingelman
- 9 MIKROVÅGOR SOM VAPEN
Intervju med Cecilia Möller
- 10 ÅRHANDLINGEN
Mikrovågor som vapen mot elektronik, Cecilia Möller
- 12 BOHR'S ATOMMODELL I SVERIGE
Karl Grandin
- 14 EN UDDA KOLMOLEKYL
Henning Zettergren
- 16 FRAMTIDA ELSAMHÄLLET
Harry Frank
- 18 KVANTSIMULATOREN
Ett framtida redskap i simuleringsfysik? Jonas Larson
- 20 WALLEBERGS FYSIKPRIS 2014
Annons
- 21 FILMRECENSION
Filmen Gravity ur ett fysikerperspektiv. Niklas Nyberg
- 22 K-MÄRKT
Tycho Brahes Observatorium på Ven nu EPS Historic Site
- 23 MÖTE FÖR LEKTÖRER
Sammanfattning av Jennie H Häglund
- 24 INTERVJU
Luisa Cifarelli (EPS) vill samla alla fysiker. Margareta Kesselberg
- 25 DEBATT
Nationella resurscentra hotade! Debattartikel av Anne-Sofie Mårtensson & Minna Panas
- 26 BOKRECENSION
Jakten på livet i universum Karl-Fredrik Berggren
- 27 BOKRECENSION
Tankar som ändrar allt Johan Mauritsson
- 28 FYSIK I KUNGSTRÄDGÅRDEN
Experiment, testa själv och teoretiska föredrag en lördag i september
- 30 HELENÖTTER
Litterärt quiz med fysikanknytning – Lycka till!
- 31 FYSIKALISKA LEKSAKER
Hur man i köket mäter jordens rotation. Per-Olof Nilsson

Relativt många svenska nobelpris



Vid den här tiden på året så får man ibland frågan vilka svenskar som fått nobelpriset och då kanske underförstått att det väl inte är så många? Följdfrågan blir om inte ett så begränsat antal visar att svensk forskning behöver bli bättre? Håller vi inte på att halka efter? Det mesta här i livet kan förstås förbättras men om vi bortser från allmänna sanningar kan man fundera lite kring forskningskvalitet, priser och utvärderingar generellt. Många instämmer nog i att Nobelpriset ger god PR för Sverige och bidrar till bilden av vårt land som framstegsvänligt. Varifrån kommer den prestige som priset har? Gissningsvis är svaret kvaliteten hos arbetet som redan belönats och därmed den utvärderingsprocess som använts snarare än prissumman. Om alltför många svenskar hade tilldelats priset över åren så skulle känslan av oväld gå förlorad. Lyckligtvis, även för oss utomstående, har det inte hänt. Som förberedelse inför nästa gång frågan om potentiella korrelationer mellan antalet svenska pristagare och svensk forskningskvalitet dyker upp, så har jag tittat på lite statistik. Det totala antalet pristagare uppges vara drygt 850 st så långt. Antalet pristagare från vårt land uppges till ca 30 st. Av dessa har 16 st mottagit priset i ett vetenskapligt ämne, ekonomi inräknat. Om vi tar det enklaste måttet och jämför antalet pristagare per capita från olika länder så bidrar vi svenskar med ca 0.1% av världens befolkning men med drygt 3% av pristagarna. M.a.o. kan

man säga att svenskar är överrepresenterade med en faktor om ca 30. Vän av ordning säger då att detta är en djupt felaktig jämförelse. Vi bör jämföra oss med våra närmsta konkurrentländer t.ex. Tyskland och USA. De är framgångsrika forskningsnationer och jämfört med dem halkar vi efter! Gör man den jämförelsen istället så finner man att Tyskland borde ha ca 250 pristagare och USA mer än 1000 för att nå vår nivå. Det verkliga antalet är omkring 100 resp. 300 personer. Även om man endast räknar de 16 vetenskapliga pristagarna från Sverige så når vare sig Tyskland eller USA upp till vår nivå. Samma sak gäller i fysik. Sverige har så långt 4 fysikpristagare. Tyskland och USA borde även där haft fler pristagare för att kunna konkurrera med oss. För de flesta som är involverade i forskningen så är nationalitet förstas en icke-fråga. Man dristar sig sällan till jämförelser av typen ovan. De tillför förstas inget för vetenskapen i stort, men om man trots allt blir föremål för frågor om svensk forskningskvalitet och dess korrelationer t.ex till antalet Nobelpris så kan det ju vara trevligt att stolt utbrista: Med det måttet tillhör vårt land redan de främsta!

J. Cederkäll
JOAKIM CEDERKÄLL

Aktuellt

"Julföreläsning i Faradays anda",
AlbaNova, 3 dec 2013, kl 19:00,
sal Oscar Klein. (www.fysik.su.se)

Nobelföreläsningar i fysik, kemi och ekonomi Aula Magna, Stockholms universitet, 8 dec 2013, kl 09:00-15:20

Kvalificeringsomgång till Wallenbergs fysikpris 2014 Gymnasieskolans årskurs 2 och 3, 23 jan 2013. (Se annons sid 20)

FEBS Journal Prize – för den bästa forskningsartikeln

Doktoranden Anna-Karin Gustavsson, vid institutionen för fysik, Göteborgs universitet, har belönats i kategorin för unga forskare och belönas med utmärkelsen FEBS Journal Prize for Young Scientists 2012.

Läs mer: <http://www.science.gu.se/aktuellt/nyheter/Nyheter+Detalj/enforskande-fysiker-med-framtiden-forsig.cid1173478>

Källa: Göteborgs universitet

Voyager 1 lämnar heliosfären

Rymdsonden Voyager 1 befinner sig mer än 125 astronomiska enheter från oss och har varit på resande fot i 36 år. Sonden är det människotillverkade objekt som befinner sig längst bort och den har för länge sedan lämnat de stora gasplaneterna bakom sig. Nu har Voyager 1 också lämnat heliosfären och inträtt i den interstellära rymden. Heliosfären är den bubbla i universum som domineras av de elektriskt laddade partiklar som kommer från vår sol. Observationerna från Voyager 1 har inte varit helt enkla att tolka och det dröjde innan de inblandade forskarna ville bekräfta att sonden verkligen passerade ut i det interstellära mediet i augusti förra året. En del vill hävda att sonden då också lämnade vårt solsystem men det är en definitionsfråga: Voyager 1 har fortfarande enormt långt kvar tills den når kometernas hemvist i Oorts moln, som också kan anses tillhöra vårt solsystem.

GABRIELLA STENBERG WIESER,
INSTITUTIONEN FÖR RYMDFYSIK, KIRUNA

Naturvetarpriset för bästa examensarbete 2013

Priset för bästa examensarbete belönas med 25 000 kronor och går till Stella Riad för hennes arbete "Running of Neutrino Parameters in Extra Dimensions". Hennes forskning inom teoretisk elementarpartikelfysik anknuter till Higgs partikel.

– Det är grundforskning i ordets rätta bemärkelse. I dag ser vi ingen praktisk tillämpning på min forskning, utan den ingår i jakten på förståelse för naturen, säger Stella Riad.

Neutriner saknar i det närmaste massa. Hon har studerat hur massan kan mätas vid olika energier. <http://www.naturvetarna.se/Om-oss/Medlemsartiklar/Naturvetarna-belonade-fysiker/>

Källa: Naturvetarna

(Naturvetarpriset för bästa doktorsavhandling 2013 gick till Daniel Platz vid KTH. Doktorsavhandlingen kommer att presenteras i Fysikaktuellt 2014-1.)

Fysikkonferens i Sverige

What is Dark Matter?

Stockholm 5 -30 maj 2014

<http://agenda.albanova.se/conference-Display.py?confId=2885>. NORDITA-program, man måste ansöka om att få vara med senast 10 februari.



Nationellt resurscentrum för fysik nedläggningshotat

Denna besynnerliga effekt av regerings-satsningen på natur och teknik har lett till kraftfulla protester från de lärare som idag utnyttjar stödet från resurscentra.

Uppropet på nätet "Bevara Nationella resurscentra i biologi, fysik, kemi och teknik" har samlat mer än 1 400 namn (20131115).

http://www.skrivunder.com/bevara_nationella_resurscentra_i_biologi_fysik_kemi_och_teknik

Undertecknarna lyfter fram det konkreta och praktiska stöd som bland annat Nationellt resurscentrum för fysik ger till lärare från förskola till gymnasieskola. Det gäller allt från genomarbetat lektionsmaterial till fortbildningskurser i labbsäkerhet och lärarkurser på CERN. Under lång tid har nätverk byggts upp där lärare kan ta del av varandras erfarenheter, från hur man utnyttjar lekplatser i undervisningen, till hur gymnasiearbetet kan läggas upp. (Läs debattartikeln på sid 25.)

Teknisk fysik-utbildningar granskade

"Mycket hög kvalitet" blev omdömet för Umeå universitets civilingenjörsutbildning i teknisk fysik i UK-ämbetets granskning av alla tekniska utbildningar.

Umeå universitet var enda lärosäte i landet som nådde upp till högsta betyg för just denna examen.

Precis som för fysikerutbildningarna, där resultatet av granskningarna presenterade i förra numret av Fysikaktuellt, har UK-ämbetets utvärdering även denna gång gjorts på grundval av examensarbeten, lärosätenas självvärdering samt intervjuer. Hela utvärderingen presenteras på Universitetskanslersämbetets hemsida, <http://www.uk-ambetet.se>, under den något dystra rubriken "En tredjedel av teknik- och ingenjörsutbildningarna håller inte måttet".

Fysikersamfundets årsbok Kosmos 2012

Det är alltid lite av en högtidsstund när Fysikersamfundets årsbok dimper ned i brevlådan. Med över 90 år på nacken är *Kosmos* en vital publikation som på ett mycket förtjänstfullt sätt speglar fysikens utveckling. Med tiden blir också många artiklar i äldre årgångar en guldgruva för den fysikhistoriskt intresserade. Och allt görs – liksom det mesta annat inom samfundet – helt ideellt. Inte minst redaktörens arbete är beundransvärt. Årets redaktör, Leif Karlsson, är här inget undantag!

Till skillnad mot vad som varit brukligt inleds årets upplaga inte med att presentera samma års nobelpris, vilket skulle ha varit 2012 års. Det är synd. Och en kommentar kring detta borde det kanske funnits i förordet?

Istället inleds boken med en aktuell, informativ och mycket välskriven artikel av Gunnar Ingelman och Jonas Strandberg om 2013 års purfäriska nobelpris, alltså om Higgspartikeln. Männe författarna skådat in i kristallkulan; artikeln skrevs ju i våras.

En stor eloge också till Gösta Ekspongs artikel kring upptäckten av elektronens spinn och varför den upptäckten inte fått något nobelpris. Ekspong är en nestor bland dagens svenska fysiker. Hans första bidrag till samfundets årsbok finns i 1950 års *Kosmos*! Sedan dess har det kommit åtskilliga, alla lika läsvärda.



En annan fysikens nestor är Ingemar Bergström, också han flitig författare i *Kosmos*. I år handlar hans bidrag, skrivet tillsammans med den argentinska fysikern Veronica Grünfeld, om kall fusion. De båda författarna ger en bred historisk översikt, med en viss argentinsk vinkling, över detta ständigt uppkommande ämne. Tyvärr lider artikeln av en hel del språkliga brister; artikeln uppges vara översatt från engelska av årsbokens redaktör, så vem som är upphov till sådana lätt irriterande ofullkomligheter kan en utomstående inte avgöra.

Den Bergströmsk-Grünfeldska artikeln följs av en artikel av Peter Ekström om det senaste försöket att lansera kall fusion: italienaren Andrea Rossis Energikatalysator, E-Cat. Till skillnad mot vissa andra svenska fysiker har Ekström hela tiden varit kritisk mot Rossis beskrivning av hur apparaten fungerar. Nu reder han förtjänst-

fullt ut begreppen och visar att om Rossis påståenden är korrekta så måste flera av fysikens grundlagar vara fel!

Jörgen Sjöströms artikel om fotoner kring teman som "Finns fotoner?" och "När upptäcktes fotonen?" gör mig lätt konfunderad. Den skildrar förtjänstfullt hur de sätt vi idag uppfattar fotonen på inte alls var självklara när de först kom fram. Men även om jag inte själv har någon särskild kompetens på området, så ger artikeln ett lite ytligt intryck, som om den inte riktigt "bottnar" i den djupare kunskap i ämnet som man väntar sig av en artikel i *Kosmos*. Till detta bidrar starkt det som bekymrar mig mest med artikeln, dess figur 9. Den sägs visa Einstein och Satyendra Bose. I själva verket är det ett fotomontage: Boses ansikte har klippts in istället för Leo Szilards! Detta görs i ett välkänt foto, som skall visa hur Szilard övertygar Einstein att 1939 skriva sitt berömda brev till president Roosevelt med varning för tyskarnas påbörjade kärnvapenprogram och med förslag att USA också startar ett sådant (originalfotot är nog för övrigt taget efter kriget!). Det är ovärdigt *Kosmos* att ha med en sådan uppenbar förfälskning!

Bokens sista artikel, av Stephan Schwarz, handlar om de fysiker och andra forskare som blev kvar i Tyskland under Hitler, särskilt hur de anpassade sig till nazisterna ideologi och praktik. Med en uppsjö citat belyser Schwarz vad han kallar "anpassningens retorik". Artikeln föder många tankar även om dess innehåll kanske ligger lite utanför det vanliga i *Kosmos*.

Till sist ett par småsaker. Några av de återgivna fotografierna är av rätt dålig kvalitet. Och kanske man kunde önska sig att varje artikel innehöll tips för vidare läsning. Men detta hindrar inte slutomdömet att nya *Kosmos*, liksom sina föregångare, är intressant, läsvärd och på alla sätt informativ. Så nu väntar jag bara på nästa årgång!

BENGT E Y SVENSSON
INSTITUTIONEN FÖR ASTRONOMI OCH
TEORETISK FYSIK, LUNDS UNIVERSITET

Kungl. Vetenskapsakademien har beslutat utdela Nobelpriset i fysik 2013 till **François Englert**, Université Libre de Bruxelles, Bryssel, Belgien och **Peter W. Higgs**, University of Edinburgh, Storbritannien "för den teoretiska upptäckten av en mekanism som bidrar till förståelsen av massans ursprung hos subatomära partiklar, och som nyligen, genom upptäckten av den förutsagda fundamentala partikeln, bekräftats av ATLAS- och CMS-experimenten vid CERN:s accelerator LHC".



Foto: © Cern

François Englert
Université Libre de Bruxelles,
Bryssel, Belgien

Peter W. Higgs
University of Edinburgh,
Storbritannien

Nytt kvantfält grund för standardmodellen

Det tog 48 år innan deras teori bekräftades experimentellt, men året efter blir de Nobelprisbelönade. Deras teoretiska arbeten som publicerades 1964 [1] lade grunden för utvecklingen av partikelfysikens standardmodell genom att lösa problemet hur kraftförmedlande partiklar kan ha massa trots att den fundamentala symmetri som är grunden till denna växelverkan kräver masslösa partiklar. Som en extra bonus erhöles även en teoretisk grund för materiepartiklarnas massor.

Standardmodellen är en rigorös kvantfältteori som beskriver alla fundamentala materiepartiklar, dvs kvarkar och leptoner, samt deras växelverknings genom de elektrosvaga och starka krafterna som beskrivs genom utbyte av kraftfältens kvanta, foton, W och Z respektive gluoner. Denna teori växte fram i slutet av 1960-talet då även de första experi-

mentella observationerna gjordes av protonens inre struktur i form av kvarkar. Under de följande decennierna har sedan teorin verifierats experimentellt med stor precision, vilket kulminerade med upptäckten 2012 av den i teorin förutsagda Higgspartikeln.

För att förstå vikten av det teoretiska genombrott som gjordes 1964 måste man utgå från det dåvarande läget för den fundamentala fysiken. Kvantelektrodynamiken hade firat stora triumfer genom att ge en mycket god förståelse av den elektromagnetiska kraften och atomära fenomen. Men i den subatomära världen bröts ny mark genom kärn- och partikelfysiken där många nya, till synes fundamentala, partiklar upptäcktes tillsammans med nya fenomen orsakade av de svaga och starka kärnkrafterna. Det stod klart att dessa hade mycket kort räckvidd och kunde därför inte beskrivas på samma sätt med utbyte av masslösa partiklar lik-

nande kvantelektrodynamikens fotoner. Den sammanbindande kraften i kärnan kunde visserligen beskrivas i termer av utbyte av pioner med massa, men försöken att härur göra en kvantfältteori hade misslyckats. De många nya partiklarna med stark växelverkan komplicerade situationen innan kvarkarna var påtänkta och än mindre experimentellt påvisade. För den svaga kraften upptäcktes att den inte bevarade pariteten, vilket var ett nytt fenomen att behandla teoretiskt.

En viktig grund att stå på hade man dock och två viktiga genombrott hade nyligen gjorts. Grunden var att lokal gaugesymmetri leder till växelverkan, dvs krafter kan härledas från en fundamental symmetri. I grunden är detta insikten att fysiken inte kan bero på olika konventioner gällande val av referenser för mätningar. Maxwell insåg att kravet på invarians under lokal, dvs rumsberoende, ändring av nollpunkten för det elektro-

statiska fältets potential medför att även magnetisk växelverkan måste finnas med och han skapade därför teorin för elektromagnetism. På liknande sätt ville man skapa gauge-teorier för de svaga och starka krafterna. Eftersom den matematiska beskrivningen av symmetrier är grupp-teori, måste man här hitta den mängd av symmetritransformationer som lämnar det studerade systemet invariant, dvs oförändrat.

Det första genombrottet hade gjorts 1954 av Yang och Mills som formulerade en gauge-teori baserad på symmetri-gruppen SU(2) för isospinn (som då gällde symmetrin mellan protoner och neutroner, men som vi idag använder för symmetri mellan upp- och ner-kvarkar). Det andra genombrottet hade gjorts 1960 av Nambu (Nobelpris 2008) som, utgående från teorin för supraledning, hade infört begreppet spontant bruten symmetri i den subatomära fysiken. Detta gav nya angreppssätt för hur man skulle kunna lösa problemet att de subatomära krafterna har kort räckvidd vilket är karakteristiskt för att dess kraftförmedlare är massiva, men gaugesymmetrin ur vilken kraftverkan härleds fordrar masslösa kraftförmedlare.

Lösningen gavs av årets pristagare genom att med BEH-mekanism, uppkallad efter författarna [1], på ett finurligt sätt smyga in ett spontant symmetribrott så att partiklar får massa medan gaugesymmetriens goda egenskaper i teorin ändå bevaras. Detta åstadkoms genom att införa ett nytt "bakgrundsfält" som ursprungligen masslösa partiklar växelverkar med och därigenom blir massiva. Detta fält måste dock ha ovanliga egenskaper. Normalt är energin i ett fält lägst när fältstyrkan är noll, men för detta fält är potentialen lägst då fältstyrkan är skild ifrån noll (Fig. 1). Detta ger en ny innebörd till begreppet vakuum som definieras som

det tillstånd som har lägst energi och därmed inte behöver motsvara avsaknad av alla sorters fält. Detta s. k. Higgsfält, betecknat Φ , svarar mot en potential av formen $V(\Phi) = -a\Phi^2 + b\Phi^4$ (Fig. 1) så att ett minimum uppstår vid $\Phi = \sqrt{a/2b}$ som är grundtillståndet med lägst energi och utgör det så kallade vakuumförväntansvärdet.

I kvantfältteori är fälten komplexa storheter med både real- och imaginär-delar. Higgsfältets potential motsvarar därför en mexikansk hatt (Fig. 1) med minimum längs en cirkel. Ett Higgsfält med fältstyrka noll, dvs både real- och imaginär-del noll, utgör ett lokalt instabilt maximum och övergår spontant till ett minimumläge på samma sätt som en kula rullar ner från kullens topp till dalens lägsta punkt. Eftersom alla punkter i denna dal är ekvivalenta är det samma sannolikhet att hamna i vilken som helst av dessa minima, men när ett visst läge intagits så är detta grundtillstånd inte längre symmetriskt. Ett *spontant symmetribrott* har skett i och med att fältet har "valt" ett visst grundtillstånd.

Kulans rörelse längs cirkeln i dalen motsvarar en frihetsgrad som genom en matematisk omskrivning av teorin kan överföras från det komplexa Higgsfältet

till den partikel som förmedlar den växelverkan gaugesymmetrin medför. Detta ger den ursprungligen masslösa kraftpartikeln ett extra spinn-tillstånd som innebär att den får massa med ett värde som ges av Higgspotentialen. Kulans radiella rörelser upp i potentialen runt dess minimum svarar mot Higgsfältets kvantum, dvs den fysikaliska Higgspartikeln som har spinn noll.

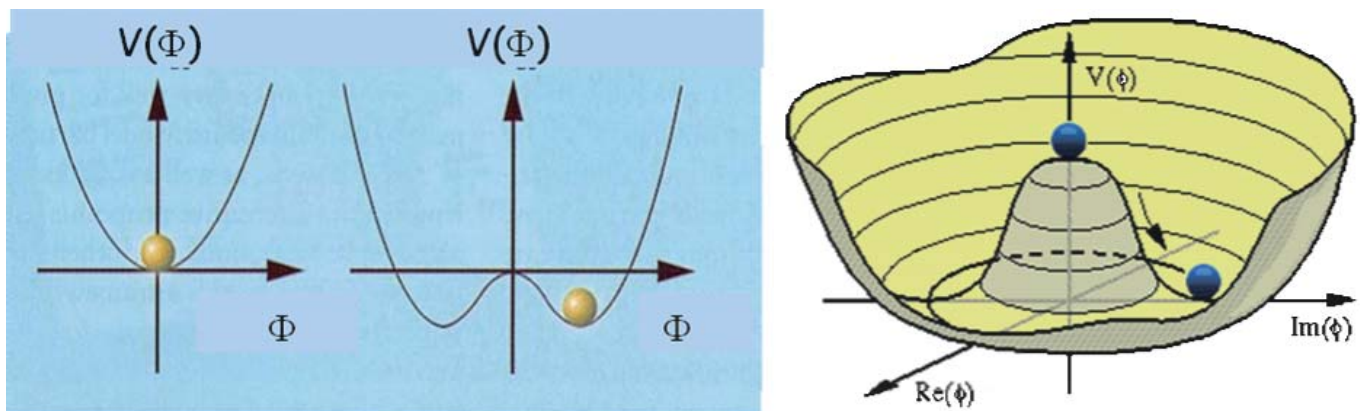
Denna generiska BEH-mekanism användes 1967 av Weinberg och Salam när de var för sig konstruerade standardmodellens elektrosvaga teori (Nobelpris 1979). Higgsfältet infördes då i form av en kolumnmatris $\Phi = \begin{pmatrix} \phi^+ \\ \phi^0 \end{pmatrix}$

med två element som vardera är komplexa, dvs totalt fyra nya frihetsgrader infördes. Tre av dessa överförs enligt ovan till W^+ , W^- och Z^0 , vilket innebär att dessa blir massiva partiklar som har alla tre frihetsgrader som en partikel med spinn=1 har, dvs tredje-komponenten av spinnet kan vara -1,0,+1 och inte bara ± 1 som de hade som masslösa i teorin utan Higgsfältet. (Jämför den masslösa fotonen som har spinn 1 men bara de två spinn-tillstånden ± 1 vilket medför att ljus bara två polarisationstillstånd, t.ex. höger- och vänstervridet.) Den återstående frihetsgraden är Higgspartikeln, dvs Higgsfältet

François Englert och Peter Higgs på CERN 4 juli 2012 vid tillkännagivandet av upptäckten av Higgsbosonen. Det var första gången de träffades – 48 år efter att de oberoende av varandra föreslagit den teoretiska mekanismen för hur partiklar får massa genom spontant symmetribrott baserat på ett nytt kvantfält.



Foto: © CERN



tets kvantum som därmed förutsägs vara en fysikalisk partikel som ska finnas om teorin är korrekt.

Med BEH-mekanismen i standardmodellen bryts den elektrosvaga symmetrin spontant för dess grundtillstånd men de av gaugesymmetrin förutsagda växelverkningspartiklarna består. Detta beskrivs på ett matematiskt rigoröst sätt, som förklarar att den svaga kraftens förmedlarpartiklar W och Z har massa med de uppmätta värdena.

Genom växelverkan med Higgsfältet får även kvarkar och leptoner massa. Deras exakta massvärden förutsägs inte av teorin, som istället anger att massan är proportionell mot styrkan av växelverkan mellan Higgsbosonen och kvarken eller leptonen i fråga. Denna förutsägelse är långt ifrån trivial och är helt central för teorins verifiering. Hittills stämmer alla mätningar av den på CERN upptäckta partikelns egenskaper med standardmodellens Higgsboson utan signifikanta avvikelser.

Upptäckten av Higgsbosonen har fullbordat standardmodellen där BEH-mekanismen är central för att ge dess partiklar massa. Men Higgsbosonen är också den första fundamentala partikeln utan spinn, vilket är anmärkningsvärt. Det kvantmekaniska Higgsfältet har redan påverkat vår uppfattning och förståelse av begreppet vakuum, vilket kan få långtgående konsekvenser. Efter lång väntan på teorins experimentella verifiering är Englert och Higgs väl värda Nobelpriset.

GUNNAR INGELMAN
INSTITUTIONEN FÖR FYSIK OCH ASTRONOMI
UPPSALA UNIVERSITET

Fig. 1. Potentialen för ett "vanligt" fält, t.ex. $V(\Phi) = a\Phi^2$, har minimum när fältstyrkan är noll, men grundidén med Higgsfältet är en potential av formen

$V(\Phi) = -a\Phi^2 + b\Phi^4$ så att ett minimum uppstår vid $\Phi = \sqrt{a/2b}$, dvs en fältstyrka skild från noll. För ett komplext Higgsfält fås en potential $V(\phi) = -a\phi^*\phi + b(\phi^*\phi)^2$ med formen av en mexikansk hatt som ger spontant symmetribrott då grundtillståndet intas i ett av alla ekvivalenta minima.

Uttalande av Vetenskapsakademien vid prisets tillkännagivande den 8 oktober 2013:

This is a triumph, not only for professor Englert and professor Higgs, but for theoretical physics more generally and the whole research field of elementary particle physics. It also illustrates the scientific method, namely to formulate theories based on mathematics in attempts to understand the laws of Nature and testing them against experimental measurements.

In 1964 Francois Englert, together with his now deceased colleague Robert Brout, and Peter Higgs proposed independently of each other, their theory to solve the fundamental problem of how particles acquire mass. Their theory became a corner stone of the Standard Model for elementary particle physics, which describes all matter as being built of only a few kinds of basic matter particles and all forces in Nature as mediated by a few kinds of force particles.

However, their theory required a totally new quantum field which should be manifested by a new and special kind of particle, the Higgs particle. This particle has now, at last, been observed last year by the ATLAS and CMS experiments at the international CERN laboratory outside Geneva in Switzerland.

De Nobelprisbelönade publikationerna:

[1] Francois Englert, Robert Brout, "Broken symmetry and the mass of gauge vector mesons", Physical Review Letters 13 (1964) p. 321

Peter Higgs, "Broken symmetries, massless particles and Gauge fields", Physical Letters 12 (1964) p. 132, "Broken symmetries and the masses of gauge bosons", Physical Review Letters 13 (1964) p. 508

Läs mer om upptäckten av Higgspartikeln och därtill hörande teori:

[2] G. Ingelman, J. Strandberg, "Higgspartikeln upptäckt – Äntligen!", Kosmos 2012 (Svenska Fysikersamfundets årsbok)

Vetenskapsakademiens och Nobelstiftelsens webbsidor med populär och avancerad information:

[3] <http://www.kva.se/sv/pressrum/Pressmeddelanden-2013/Nobelpriset-i-fysik-2013/>

[4] http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2013/



Cecilia Möller trivs som systemingenjör vid Saab Electronic Systems. Det är kreativt och det finns inga färdiga koncept eller lösningar. Något av teknisk grundforskning.

Cecilia berättar att hon är äldst av tre syskon. Något som hon nu efteråt kan se som en fördel i arbetslivet. Jag fick mycket stimulans och stöd i teknisk problemlösning under min uppväxt. Något som säkert har påverkat mina val. Idag lockar speciellt praktiska laboratorieför sök utifrån teoretiska resonemang.

Cecilia återkommer flera gånger under samtalet till vikten av helhetsperspektiv och tillsammans med, som hon säger, en stor portion envishet kommer det säkert att påverka hennes framtida jobbinriktning. Känslan av att inte låsa in sig i rutinuppgifter är viktig. Hennes nuvarande arbete, sedan ett halvår tillbaka, är stimulerande och förmågan att snabbt sätt sig in i olika projekt har hon nytta av. Den ena dagen är inte den andra lik.

– Jag gillar verkligen att kunna sätta in saker i ett sammanhang och strävar mot att se helheter. Något som också präglar

Namn: Cecilia Möller

Ålder: 34 år

Familj: gift med två barn, nu 3 och 6 år gamla

Bakgrund: Uppvuxen i Täby utanför Stockholm.

Utbildning: Täby musikklasser, Gymnasieingenjör med elinriktning, Åva gymnasiet, Civilingenjör vid KTH med elektrofysik inriktning, 2003

Teknisk doktor inom fysikalisk elektroteknik vid KTH, 2012 (Se nästa uppslag)

Tidigare arbete: FOI, 2003-2013

Nuvarande arbete: Systemingenjör vid Saab Electronic Systems, Jakobsberg, 2013-

hur jag förhåller mig till olika arbetsuppgifter, berättar hon.

En teori som inte är testad rent praktisk eller i laboratoriemiljö känns otillräcklig, teori och praktik skall gå hand i hand. Det ger bra överblick.

Hur kom det sig att du först hamnade på FOI?

– Hela mitt arbetsliv har påverkats av olika möjligheter där jag tagit tillfället i flykten, konstaterar Cecilia. När jag var utexaminerad civilingenjör från KTH

2003 var det ont om jobb. Jag hade gjort mitt examensarbete i teoretisk elektroteknik vid institutionen men det fanns inga doktorandtjänster eller motsvarande att söka. Det fanns dock ett utannonserat jobb vid FOI där alla mina extra kurser som jag tagit under KTH-tiden passade som hand i handske, berättar Cecilia.

– Jag fick jobbet på FOI och blev kvar i tio år.

Under den här tiden fick jag förmånen att på deltid arbeta med det som blev min doktorsexamen vid KTH 2012. Doktorandkurser fick jag genomföra på fritid eller annan ledig tid, men avhandlingsarbetet har FOI stött. Jag är mycket nöjd med de möjligheter som FOI gav mig. Det var utvecklande år. Jag är verkligen glad och tacksam att arbetet vid FOI kom i min väg.

Det är en ganska fullbokad småbarnsmamma som Fysikaktuellt möter över en frukost en fredagsmorgon på Stockholms central. Hon kommer släpandes på en hopfällbar cykel till vår gemensamma frukost. De långa pendelresorna från Tullinge till Jakobsberg har hon löst optimalt.

Genom att ha cykeln med på pendeltåget, ganska ovanligt i stockholms-trakten, slipper hon vänta på försenade anslutningsbussar. Friheten att själv styra över sina arbetsresor så långt möjligt är viktig.

När Cecilia behöver koppla av har hon två recept hon gärna använder. Det ena är körsång och det andra är bergsklättring, men av praktiska skäl blir klättrandet mest inomhus på klätterväggar.

– Du måste ha helt fokus på uppgiften, både när du sjunger och klättrar, konstaterar Cecilia. Det gillar jag.

När Fysikaktuellt läser tar del av den här intervjun har flyttlasset gått från Tullinge söder om Stockholm till Jakobsberg, där Saab Defence Industries har sin verksamhet. Flytten till Jakobsberg är planerad för att sexåringen skall kunna börja sin skolgång på plats. Fysikaktuellt önskar lycka till med arbete och nytt boende!

MARGARETA KESSELBERG
FYSIKAKTUELLT

Mikrovågor som vapen mot elektronik

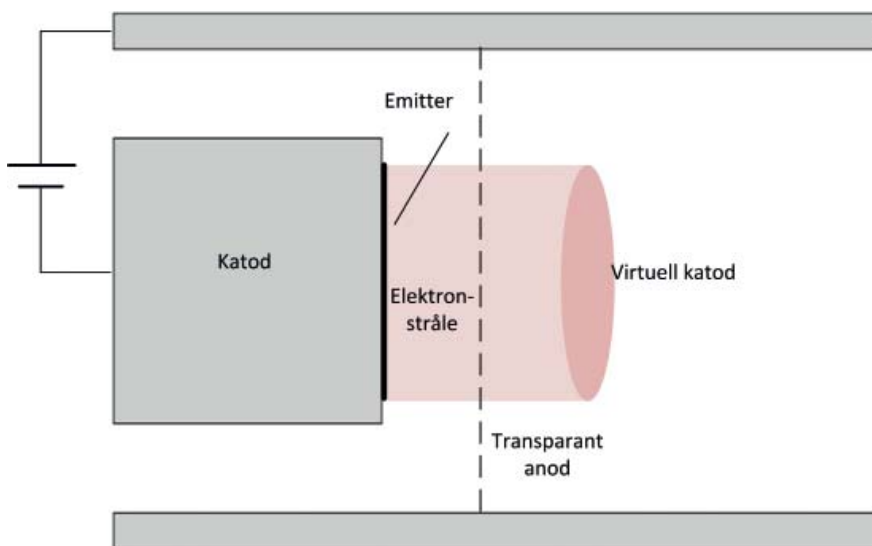
När en kärnladdning sprängs genereras en mycket stark elektromagnetisk puls som kan slå ut elektronik på flera kilometers avstånd. Ett sätt att få samma effekt utan att spränga en kärnladdning är att generera en stark mikrovågs-puls. Denna puls kan användas som ett ickedödligt vapen som enbart siktar in sig på de elektriska komponenterna.

HPM (från engelskans High Power Microwave) är mikrovågsstrålning med mycket hög effekt där tanken är att kunna störa eller förstöra elektronik utan att skada omgivningen. Pulserna är korta, bara några hundra nanosekunder, och trots att den utstrålade effekten kan vara upp emot 1 GW är energiinnehållet därför lågt.

Det går att skydda sig mot HPM genom att helt omsluta sitt objekt i metall. Oftast behövs dock något slags kontakt med omvärlden, till exempel via kablar, antenner eller andra öppningar och genom dessa kan HPM-pulsen ta sig in. Väl inne i objektet kan den orsaka över-

slag i känsliga elektriska komponenter eller generera störningar. I det första fallet går komponenten sönder och i det andra kan pulsen generera felaktiga signaler eller tvinga systemet till omstart. I de flesta fall är det svårt att på förhand veta vilken frekvens och polarisation som ett objekt är känsligast för. Genom att generera flera HPM-pulser efter varandra med olika frekvens och polarisation ökar man sannolikheten för att tränga in i målet väsentligt.

För att kunna störa eller förstöra elektronik på avstånd krävs det mycket starka mikrovågskällor. Den utstrålade effekten hos en HPM-källa brukar vara ungefär 100 MW till 1 GW. En HPM-källa är den virtuella katodoscillatorn, även kallad virkator. Virkatorn har en enkel geometri och består av en katod med ett elektronemitterande material, emittern, och en anod som är transparent för elektroner, se figur 1. Elektronerna dras ur emittern och accelereras av den pålagda spänningen mot anoden. De flesta av elektronerna fortsätter sedan rakt igenom anoden. Vid ett avstånd från anoden som är ungefär lika stort som avståndet mellan anod och katod bildas ett elektronmoln, en virtuell katod, med samma potential som katoden. Den virtuella katoden ligger inte still. Den oscillerar och då genereras mikrovågsstrålning. När elektronerna som tagit sig igenom den transparenta anoden närmar sig den virtuella katoden kommer de att repelleras av den virtuella katodens negativa potential och reflekteras tillbaka mot anoden. Då genereras också mikrovågsstrålning. Frekvensen på mikrovågsstrålningen från de reflekterade elektro-



Figur 1. Schematisk virkator. Elektroner dras ur emittern och accelereras av den pålagda spänningen mot och igenom den transparenta anoden. På andra sidan anoden bildas ett elektronmoln, en virtuell katod. När elektronerna reflekteras mellan virtuell katod och katod, samt när den virtuella katoden oscillerar, genereras mikrovågsstrålning.

- Avhandlingen framlagd vid KTH den 14 dec 2012
- Respondent: Cecilia Möller
- Länk till avhandlingen: <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:kth:diva-104794>
- Handledare Prof. Nils Brenning, Inst. för rymd- plasmafysik vid KTH och Tomas Hurtig, FOI

nerna bestäms av den pålagda spänningen mellan anod och katod och av avståndet däremellan. Strålningen från den virtuella katoden har inte nödvändigtvis samma frekvens, även om det är önskvärt att den har det. Den virtuella katoden är känslig för hur omgivningen ser ut och med en kavitet kan man få den att oscillera med samma frekvens som strålningen från de reflekterade elektronerna.

Förutom att geometri och pålagd spänning påverkar den genererade mikrovågsstrålningen, har också elektrodmaterialen stor inverkan. Elektronemittern på katoden är oftast tillverkad av ett material med många små spetsar. Ett vanligt material är sammet av polyester eller kolfiber. Anoden ska ha så stor genomsläpplighet för elektroner som möjligt men måste samtidigt tåla strömmar på ett par kiloampere. Parallella metalltrådar i molybden eller rostfritt stål ger både bra genomsläpplighet och hållbarhet. Olika kombinationer av anod- och emittermaterial ger skillnader i pulsform, frekvens och utstrålad effekt hos HPM-pulsen, trots att övrig geometri och pålagd spänning är densamma. Detta gör det svårt att förutsäga det exakta beteendet hos en virkator enbart från simuleringar.

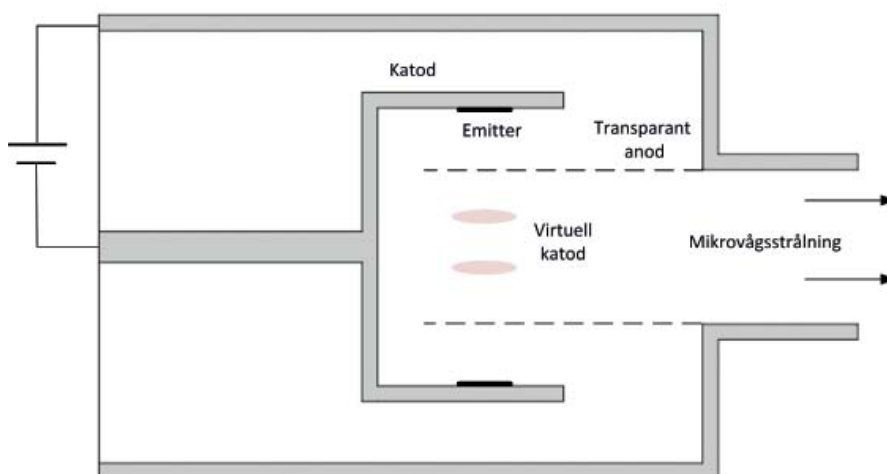
Anod och katod kan placeras lite olika i en virkator. Två vanliga geometrier är den axiella, där anod och katod ligger parallellt längs samma axel, se figur 1, och den koaxiella där anod och katod är cylindrar med samma centrumaxel, se figur 2. I den koaxiella virkatorn sitter emittern på insidan av katoden och den kan täcka hela eller delar av omkretsen. Figur 3 visar en katod med delad sammetsemitter och

en anod med parallella trådar av rostfritt stål. Om emittern täcker hela omkretsen blir strålningsintensiteten formad som en munk. Det blir alltså ingen strålning alls längs centrumaxeln. Delar man däremot upp emittern i två motstående delar hamnar den maximala strålningsintensiteten på centrumaxeln, som ljuskäglan

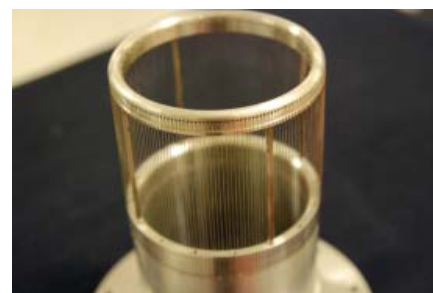
från en ficklampa. Detta är önskvärt eftersom energin då blir mer koncentrerad och det blir lättare att sikta. En annan stor fördel med att ha delad emitter är att det går att ändra polarisationen hos HPM-pulsen genom att rotera katoden.

Virkatorn har en låg effektverkningsgrad, sällan mer än några procent, men till skillnad från de flesta andra HPM-källor behövs inget externt pålagt magnetfält. För ett HPM-vapen som behöver ett externt magnetfält kan det krävas lika hög effekt till magnetfältet som till mikrovågsgenereringen. Virkatorn har dessutom fördelen att man kan ändra frekvens och polarisation mellan pulserna utan att behöva öppna upp systemet. Detta är viktigt eftersom man mycket sällan vet på förhand vilken polarisation och frekvens målet är känsligast för.

CECILIA MÖLLER
TEKN. DOKTOR VID KTH



Figur 2. Koaxiell virkator. Anod och katod är cylindrar med samma centrumaxel. På insidan av katoden sitter emittern som kan täcka hela eller delar av omkretsen på katoden.



Figur 3. Katod och anod till koaxiell virkator. Emittern är av sammet och är uppdelad i två motstående delar. Anoden är gjord av parallella rostfria trådar. Diametern på katod och anod är 136 mm respektive 106 mm.



Bohrs atommodell i Sverige

I somras var det 100 år sedan Niels Bohr (1885–1962) publicerade sin epokgörande atommodell som utgick från Ernest Rutherfords planetmodell för atomen och lade till att elektronerna befann sig i stationära tillstånd och att de bara kunde övergå från ett tillstånd till ett annat genom att uppta eller avge ett bestämt energikvantum.

I *Fysikaktuellt* nr 1 2013 finns en uppsats om Janne Rydberg (1854–1919) och Bohrs atommodell som visade hur viktigt Rydbergs arbete var för Bohrs atommodell. Här ska vi ta vid där den texten slutade och undersöka hur Bohrs tidiga arbete togs emot i Sverige.

Redan i samband med Bohrs doktorsavhandling om elektronteori hade den sex år äldre svenske teoretiske fysikern, C.W. Oseen (1879–1944) fått upp ögonen för dansken. Och då de två träffades i Köpenhamn på den andra skandinaviska matematikerkongressen i augusti 1911 knöt de två en vänskap som skulle fortsätta genom flera år. Oseen skrev till Bohr efteråt att

"Det ären av kongressens stora vinster för mig, att jag lärt känna er båda [Niels och Harald Bohr (1887–1951)]. Jag tror att det är en sak av betydelse för hela mitt liv. – Jag har lärt mycket av dig och har ännu mycket att lära. Jag skall alltid med varmt intresse följa din utveckling".

Och brevväxlingen fortsatte dem emellan och Bohr rapporterade från sin vistelse i England till Oseen om sina problem och om sina framsteg. Niels bror Harald skrev även till Oseen för att be om hjälp med att ordna en anställning för Niels i Köpenhamn och rekommendationsbrev från Ernest Rutherford och Oseen (Bohrs två allierade) medverkade säker till att Bohr fick en fast tjänst till slut. Bohr besökte även Oseen på ett sanatorium utanför Tranås vårvintern 1913 när svensken vårdades för sin TBC samtidigt som Bohr

hade börjat fundera på sin atommodell, vilken publicerades sommaren 1913.

Oseen uppfattades som kritisk till kvantteorin, men var emellertid positivt stämd till Bohrs atommodell. Han visade i egna arbeten att H.A. Lorentz' (1853–1928) elektronteori inte lät sig förenas med Bohrs atommodell. Bohr uppfattade inte detta som en för allvarlig kritik dock och skrev till Oseen:

Jeg ved ikke hvad Dit Standpunkt til Kvanteteorien egentlig er; men for mig staar det som om dens experimentelle Realitet næppe kan betvivles, dette fremgaar maaske allerbedst af Bjerums smukke Theori og E. v. Bahrs Arbejder næsten synes at give directe Bevis for Kvantelovene, eller i hvert Tilfælde for umuligheden af at behandle Molekylernes Rotation ud fra noget der ligner sædvanlig Mekanik.



Senare, under första världskriget kom den unge holländaren Hendrik Kramers (1894–1952) till Bohr i Köpenhamn och blev därmed den förste i en lång rad namnkunniga assistenter till den danske fysikern. Han blev snabbt underkunnig om Bohrs tankar i fysiken och kom att fungera som en "apostel" för Bohrs vetenskapliga idéer i Sverige genom att flera gånger resa till Sverige och föreläsa för svenska fysiker. De flesta svenska fysiker var tveksamma till de nya teorierna, men Kramers gjorde sitt bästa och kunde i varje fall överlämna brev från Bohr till Oseen i Uppsala. Vid en av sina resor träffade han dessutom på den jämnårige Oskar Klein (1894–1977) som arbetade hos Svante Arrhenius (1859–1927) med en avhandling om elektrolyter. De två unga männen fann varandra och det blev en anledning till att Klein valde att resa förbi Köpenhamn för att träffa Bohr på sin väg till andra fysiker. Kleins möte med Bohr blev nu sådant att han valde att stanna hela tiden hos Bohr och hemkommen till Stockholm började han genast planera för nästa möjliga vistelse i Köpenhamn. Klein fortsatte med sitt avhandlingsarbete, men lärdes samtidigt upp i den bohrska atomteorin av Bohr och Kramers. Efterhand kom Klein, efter han färdigställt sin avhandling, att helt ägna sig åt den teoretiska fysiken. Han skrev t.ex. två längre uppsatser i de två första årgångarna av *Kosmos* om just Bohrs atomteori.

En tidigare presentation av Bohrs

teorier gjorde även Oseen 1919 när han höll föreläsningar för gymnasielärare på en sommarkurs vilka senare gavs ut som *Atomistiska föreställningar i nutidens fysik*. Samma år ordnade Manne Siegbahn (1886–1978) i Lund en konferens där han bjöd in både Niels Bohr och Arnold Sommerfeld (1868–1951). Den senare hade ju som bekant vidareutvecklat Bohrs teorier med relativistiska hänsyn. På denna konferens fungerade Oskar Klein som Bohrs assistent. Senare samma år hälsade Bohr på Klein i Sverige och åkte skidor med honom i Dalarna.

Några år senare blev det även Oseen som nyss invald i Nobelkommittén i fysik sattes att utreda Niels Bohrs Nobelpriskandidatur. Oseen rekommenderade med enfaset att Bohrs atomteori var värdig ett Nobelpris, och Bohr fick också 1922 års Nobelpris i fysik. Klein hade varit med återigen som Bohrs assistent denna sommar i juni till Göttingen dit Bohr var inbjuden att föreläsa. Där var även Oseen som kunde konstatera att alla församlade tyska fysiker hade den största respekt för Bohrs arbete, vilket gjorde Oseens Nobelpristvärdering några veckor senare lättare att författa manne.

Fortfarande var det flera problem med den dåvarande bohrska atommodellen, Kramers var mycket frustrerad innan lösningen kom från flera andra håll. Den unge Werner Heisenberg (1901–1976) skapade en kvantmekanik som efter Max Borns (1882–1970) vidareutveckling och



Bilden på föregående sida visar Oseen vid skrivbordet i Uppsala där han skrev Nobelutredningen om Bohr (och den om Einstein) 1922. (Bild: Arkivet Oseensällskapet)

Ovan till vänster: Atomfysikkonferens i Lund där Bohr och Sommerfeld föreläste 1919. Klein var med som Bohrs assistent. (Bild: Nils Bohr Arkivet, Köpenhamn)

Ovan till höger: Bohr och Klein på skidsemester i Dalarna 1919. (Bild: KVA:s arkiv)

Erwin Schrödingers (1887–1961) vågmeکانik i grunden kom att omformulera atomfysiken. Om all denna intensiva utveckling beskrev Bohr i ett mycket utförligt brev till Oseen i januari 1926. Ett brev som utöver sitt spännande innehåll bär vittnesbörd om hur viktigt det var för Bohr att rapportera till sin gamle vän Oseen. Men då gällde inte längre Bohrs modell för atomen från 1913.

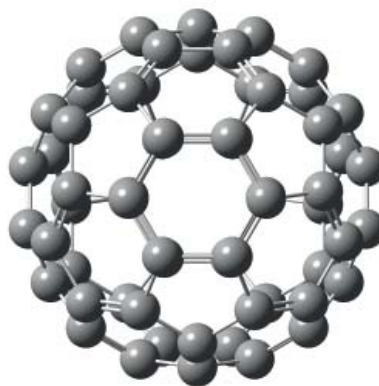
KARL GRANDIN
KVA

Referenser

- N. Bohr, "On the constitution of atoms and molecules", *Philosophical Magazine* (1913).
- K. Grandin, "Janne Rydberg och Bohrs atommodell", *Fysikaktuellt*, nr 1 (2013).
- , "Niels Bohr frem til 1930 set fra et svensk perspektiv", *Bohr på ny* (2013).
- O. Klein, "Den Bohrska atomteorien, 1", *Kosmos* (1922).
- , "Den Bohrska atomteorien, 2", *Kosmos* (1923).

En udda kolmolekyl

De senaste årtiondena har nästan tvåhundra olika sorters molekyler identifierats i rymden. Upptäckterna har bland annat väckt följande frågeställningar: Hur skapas dessa molekyler och vad händer då de växelverkar med varandra, med andra molekyler, elektroner, joner eller andra laddade partiklar – eller med elektromagnetisk strålning? Leder sådana processer alltid till att molekylerna bryts ned eller kan de också leda till att större molekyler skapas?



Figur 1: En C_{60} -molekyl har en struktur som påminner om en fotboll av den typ som tidigare användes som officiell VM boll. De 60 kolatomerna är arrangerade i 12 pentagoner (svarta ytor) och 20 hexagoner (vita ytor).

De största molekylerna som hittills har identifierats i rymden har ihåliga slutna strukturer och består enbart av kolatomer. Den mest kända av dessa så kallade fulleren, C_{60} , har en struktur som påminner om en fotboll där sömmarna motsvarar de kemiska bindningarna mellan kolatomerna (se figur 1). Denna klass av mycket stabila kolmolekyler upptäcktes i ett laboratorieexperiment så sent som 1985, vilket belönades med Nobelpriset i kemi 1996. Syftet med experimentet var egentligen att studera långa kolkedjor som antogs vara vanligt förekommande i rymden, men istället producerades en helt ny form av kolstruktur – fullerenerna. Sedan dess har man sökt efter bevis för förekomsten av fulleren i rymden men det dröjde ända tills 2010 innan övertygande observationer kunde rapporteras (karaktäristisk strålning från vibrationsövergångar i C_{60} och C_{70}). Identifieringen bygger på att man har tillgång till laboratoriespektra i motsvarande våglängdsområde.

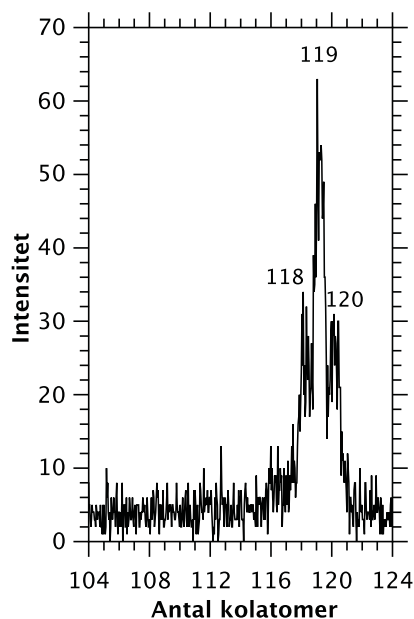
Redan i början på 1990-talet utvecklades metoder att framställa makrosko-

piska mängder av fulleren. Det blev startskottet för ett nytt forskningsfält och sedan dess har mycket arbete lagts ner för att försöka förstå hur fulleren skapas i en naturlig miljö som till exempel i en eldslåga. Trots det återstår många öppna frågor i anslutning till hur fulleren egentligen bildas på en molekylär nivå och varför vissa fulleren är mer vanligt förekommande än andra. Att finna svar på dessa frågor är avgörande för att kunna förstå hur de skapas i rymden.

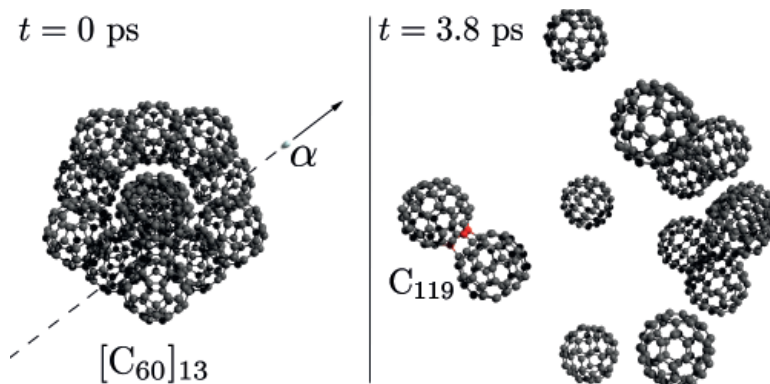
Det är också viktigt att förstå vad som händer då fulleren värms upp i olika miljöer. Det kan ske genom absorption av en eller flera fotoner, kollisioner med elektroner eller joner av olika slag och med olika hastighet. Här visar tusentals experimentella studier att fullerenerna nästan alltid "väljer" att gå sönder genom att skicka ut C_2 molekyler. Detta kan förklaras med en statistisk process där energin hinner fördelas på hela systemet innan molekylerna sönderfaller. Det mest sannolika sättet på vilket detta sker motsvarar det som kostar minst energi, vilket betyder att man alltid observerar frag-

ment med ett jämt antal kolatomer då det går åt mycket mer energi för att ta bort enskilda kolatomer.

Vi har nyligen utfört ett experiment där vi lät alfapartiklar, He^{2+} joner, kollidera med en ansamling av C_{60} molekyler (kluster). I vissa fall leder dessa kollisioner till molekylära fusionsprocesser där större molekyler än C_{60} bildas. Till vår stora förvåning visade det sig att den mest sannolika fusionsprodukten har ett udda antal kolatomer (se figur 2), vilket motsvarar två fusionerade C_{60} molekyler minus en enskild kolatom. En sådan exotisk C_{119} molekyl skapas genom icke-statistiska fragmenteringsprocesser där en enskild kolatom slås ut genom en extremt snabb biljardliknande kollision mellan alfapartikeln och en kolatom i en av C_{60} molekyler i klustret. Då skapas en mycket reaktiv C_{59} molekyl som inte skulle ha överlevt utanför klustermiljön. I ett kluster fungerar dock de omgivande fullerenerna som en krockkudde som tar upp en stor del av energin som överförs i kollisionen. Det betyder att C_{59} molekylen överlever tillräckligt länge för att



Figur 2: Mass-spektrum som visar att en udda molekyll med 119 kolatomer skapas då alfapartiklar kolliderar med kluster av C_{60} molekyler.



Figur 3: En C_{119} molekyll skapas några få pikosekunder (ps) efter att en alfapartikel (α) har kolliderat med ett $(C_{60})_{13}$ kluster. C_{119} molekylen består av två nästan sfäriska strukturer som binds samman av tre kolatomer som var och en är bundna till fyra andra kolatomer.

hinna reagera med en närliggande C_{60} molekyll då klustret sönderfaller. Vi visar med hjälp av så kallade molekyldynamik (MD) simuleringar att C_{119} molekyllerna som skapas i sådana reaktioner binds samman genom ett fåtal kovalenta bindningar mellan C_{59} och C_{60} (se figur 3).

Det viktigaste resultatet av den här studien är att vi har visat att kollisioner mellan atomära joner och komplexa molekyllära system under vissa förhållanden kan leda till icke-statistiska fragmenteringsprocesser. Dessa ger mycket reaktiva och helt andra fragment än statistiska fragmenteringsprocesser, vilket i sin tur betyder andra sekundära reaktionsvägar. I vårt exempel är C_{119} den mest betydande kovalenta reaktionsprodukten. När kluster av C_{60} istället upphettas genom att absorbera fotoner induceras andra reaktioner där molekyler med ett jämt antal kolatomer bildas.

Hittills har de flesta vetenskapliga studierna fokuserat på hur molekyler i rymden utsätts för strålning i form av ljus som till exempel UV-strålning från döende stjärnor. På senare tid har dock

ett intresse väckts för jon-inducerade processer som antas vara särskilt viktiga i plasmachocker från supernovor och i sol- och stjärnvindar. Våra resultat kan vara ett första steg mot en bättre förståelse för hur reaktiva fragment och stora molekyler kan skapas då molekyler, kluster, stoftkorn, etc. exponeras för olika typer av jonflöden i astrofysikaliska miljöer.

Vi har utfört experimentet vid den så kallade ARIBE-faciliteten vid GANIL-laboratoriet i Caen, Frankrike. MD-simuleringarna är utförda tillsammans med forskare vid Universidad Autónoma de Madrid (UAM) i Spanien. Vi har använt Monte Carlo-simuleringar för att beräkna sannolikheter för att slå ut enskilda kolatomer ur C_{60} molekyllerna. Arbetet är ett exempel på ett nära samarbete mellan Stockholms Universitet, Université Caen, CNRS (ARIBE-faciliteten), UAM och Leiden Observatory.

HENNING ZETTERGREN
FYSIKUM
STOCKHOLMS UNIVERSITET

Läs mer

Henning Zettergren et al, Phys. Rev. Lett. 110, 185501 (2013)

Fabian Seitz et al, J. Chem. Phys., 139, 034309 (2013)

<http://www.atom.fysik.su.se/index.php/research/experimental-group>

Framtida elsamhället i Sverige

Artikeln visar en del av arbetet i KVA:s energiutskott vad gäller de svenska energifrågorna i det svenska systemet.

Elen är den mest miljövänliga av de tre energibärarna (el, värme, drivmedel) i Sverige och att öka användningen av el är det bästa sättet att öka energieffektiviteten och minska det kvarvarande fossila beroendet. Det är bara genom att ta tillvara elektricitetens möjligheter som vi kan nå ett energisamhälle byggt av fossilfria energislag och ny energieffektiv teknik.

Elen är en färskvara och måste förbrukas i samma ögonblick som den produceras, eftersom effektiva lagringsmöjligheter tyvärr saknas idag. Sverige använder en stor del av sin el till förädling av råvaror främst från skogen och malmen. Dessa processer pågår dygnet runt och kravet på råvaran el är därför hög. För att åstadkomma detta behöver vi en elkraft som under varje sekund året om kan leverera el till denna baslastproduktion som är känslig för elavbrott.

Fig. 1 visar på ett belysande sätt Sveriges uppbyggnad av sin elproduktion. I basen ligger den svenska kärnkraften och sedan kommer vattenkraften som reglerar den dygnsvariation som finns. Längst upp kommer kraftvärmeverken och sedan den väderberoende vindkraften. På "minussidan" ligger vår export av el. Den svenska basindustrin är med detta trygg i sin elleffektförsörjning. Fig. 2 visar hela den svenska elproduktionen under ett år från de fyra olika elenergislagen.

KVA:s Energiutskott förutsätter att vattenkraften även fortsättningsvis kommer att utgöra den enda källan för reglering. Därför torde det bli nödvändigt med en viss utbyggnad av denna för att möjliggöra en större andel intermittent energi (vind, sol, våg etc.) i elsystemet. Beträffande kärnkraften faller samtliga svenska reaktorer för åldersstrecket fram till år 2050 och därför måste politiska beslut fattas – inom en rimlig framtid – om att ersätta dem med nya. Eftersom nya kärnkraftsreaktorer blir betydligt effektivare än dagens, bör man vid ett positivt beslut kunna räkna med en viss ökning av den svenska baselproduktionen.

El är den energibärare som lättast kan göras fossilfri och som därmed har största möjligheten att bidra till ett fossilfritt energisamhälle. Sverige har redan idag

lyckats med att nå nästan 100% fossilfri elproduktion. Fig. 3 visar den fossila utbredningen i den svenska energisektorn. På drivmedelssidan har vi nästan 100% fossil användning och på värmesidan knappt 50% fossil andel. Elen kan ersätta såväl den fossila värmen som det fossila drivmedlet och dessutom effektivisera. Elen inom transportsektorn kan ersätta det fossila bränslet till en femtedel av den nuvarande energianvändningen, eftersom elmotorns verkningsgrad är helt överlägsen förbränningsmotorerna. Inom värmesektorn kan både värme och kyla produceras genom elektriska värmepumpar – en mycket underskattad potential för användning av egenproducerad värme och kyla. För varje kW el som matas in får vi ut 3-5 kW i värme eller kylenergi. Kort sagt, el spar energi.

Energiutskottet vid Kungl. Vetenskapsakademien skapades 2004 som ett led i att stärka vetenskapernas ställning i samhället. Energiutskottets medlemmar kommer från akademiens samtliga tio klasser, vilket innebär att alla vetenskapsområden är representerade, från naturvetenskap till humaniora. Syftet med utskottet är att, belysa energifrågorna i ett svenskt såväl som i ett internationellt perspektiv och att behandla de svenska energifrågorna. Energiutskottets aktiviteter finns dokumenterade i rapporter och artiklar via KVA:s hemsida (<http://www.kva.se/sv/Vetenskap-i-samhallet/Energi/>).

De tio klasserna vid KVA är:

Klasserna i matematik, astronomi och rymdvetenskap, fysik, kemi, geovetenskap, biologiska vetenskaper, medicinska vetenskaper, tekniska vetenskaper, samhällsvetenskaper, och sista klassen för humaniora och framstående förtjänst om vetenskap.

Inom industrisektorn finns en stor potential till eleffektivisering genom att förse elmotorer med så kallade frekvensomriktare, som reglerar varvtal efter behov. Belysning kan försees med lågenergilampor och automatiska strömställare som släcker på de ställen, som inte behöver ljus för stunden. El spar el.

Sverige har ett verkligt gynnsamt läge med sin fossilfria el. Detta ger svensk industri en stor konkurrensfördel genom att erbjuda varor/produkter producerade med fossilfri el.

Elen har en förmåga att leta sig fram i de elledningar som uppvisar minsta motstånd, i likhet med vatten som ofta finner sin väg där det lutar mest. I smarta elnät kan man med tekniska lösningar göra våra elledningar mer styrbara och därigenom "tvinga" elen att gå i den ledning, som har den bästa kapaciteten för detta.

Tekniklösningar som elbilar, elvärme-pumpar, varvtsreglerade elmotorer och elpumpar samt lågenergilampor kommer att få större genomslag och bidra till energieffektiviseringen och förbättringar i miljön.

"Hembränd" el kommer att bli allt vanligare. Vi kommer snart att få se fler solcellspaneler på taken för att till exempel ladda elbilen. Många vill själva aktivt bidra till en bättre miljö och samtidigt minska sina energikostnader.

Utvecklingen av storskalig och småskalig vind- och solenergi är svår att bedöma. En omfattande utbyggnad av storskalig vindkraft i Sverige är dyrbar och kräver dessutom stora investeringar i nya ledningar samt utökad reglerkapacitet hos vattenkraften. Den småskaliga vindkraften och solenergin samt egenproducerad värme kan dock snart få stor betydelse för enskilda hushåll, köpcentra och småindustrier etc, som kan producera egen el för laddning av elbilar, till kylanläggningar, värmepumpar och för motordrift osv.

KVA:s scenarier för energianvändningen till år 2050 visar att Sverige kan minska sin totala fossila användning från dagens 32% till mindre än 8%, samt på en ökad användning av el.

HARRY FRANK
KVA

Sveriges elproduktion mars 2012

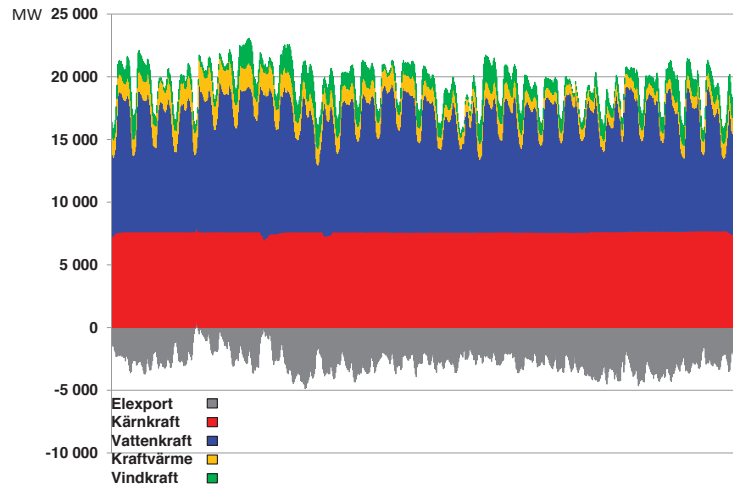


Fig. 1 Sveriges eleffektproduktion under mars månad 2012. Källa: Svensk Energi.

Svensk elproduktion år 2012

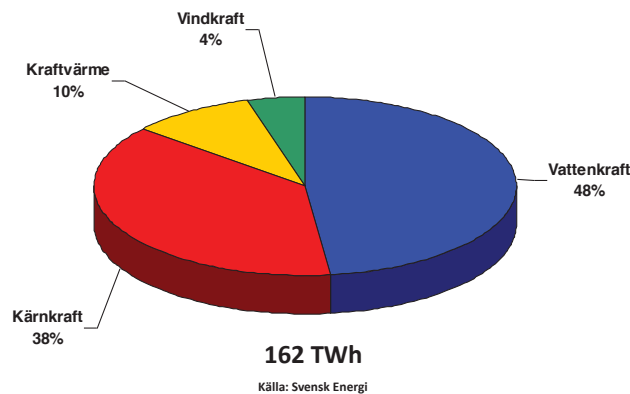


Fig. 2 Sverige årliga elenergiproduktion år 2012 i TWh. Källa: Svensk Energi

Förenklad svensk energikedja år 2010

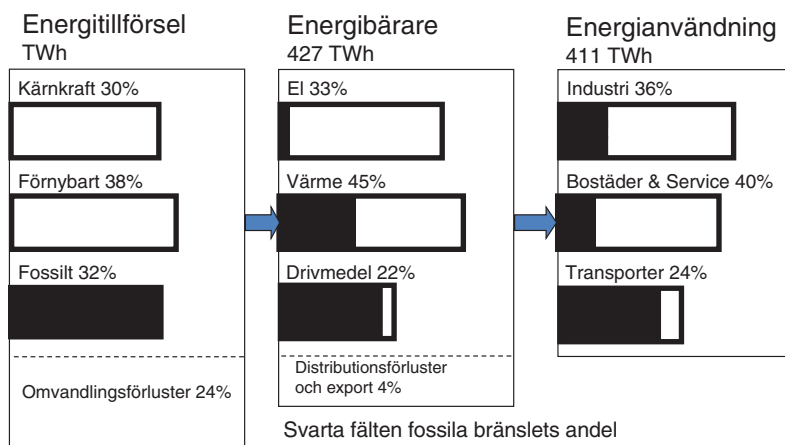


Fig. 3 Sveriges förenklade energikarta med utbredningen av den fossila energin. Källa: Energimyndigheten.

Kvantsimulatore: ett framtida redskap i simuleringsfysik?

Hur går vi till väga när de kvantmekaniska system som intresserar oss blir så komplexa att de inte längre går att simulera med en vanlig dator? Svar: Använd ett annat kvantmekaniskt system för att utföra simuleringen!

Datorn har utan tvekan spelat en viktig roll i jakten på en djupare förståelse av fysikens lagar. Numeriska simuleringar av teoretiska modeller kan jämföras med experimentella resultat. En fördel med sådana simuleringar är att man fritt kan ändra systemets parametrar för att se hur resultaten påverkas – en flexibilitet som experiment oftast saknar. Fysikaliska ex-

periment innehåller dessutom oundvikliga störande faktorer som parameterfluktuationer eller orenheter.

På partikelnivå, där kvantmekaniken gör sig gällande, ökar komplexiteten och motsvarande datorsimuleringar blir alltmer krävande. Det är på dessa skalor som vår fysikaliska insikt är som mest begränsad och många av de viktigaste obesvarade frågorna återfinns: Vad är till exempel mekanismen bakom högtemperatur-supraledning? Eller vad kännetecknar kvantkorrelationer hos mångpartikeltillstånd? En anledning till vår begränsade kunskap på dessa områden ligger i att partiklar på kvantnivå inte beter sig som vår intuition säger oss att de borde. En annan anledning är att det behövs så mycket datorkraft för att simulera systemen i fråga. Står vi kanske inför en återvändsgränd när en vanlig dator inte

längre klarar av att simulera de system som intresserar oss?

Kvantsimulatore

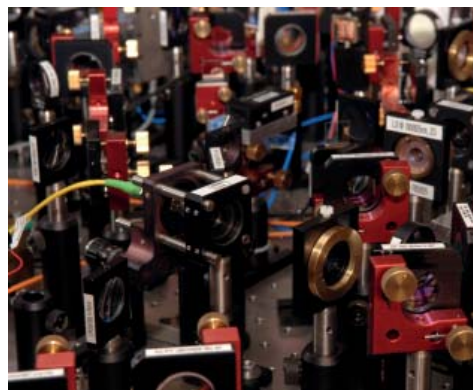
Feynman myntade begreppet ”kvantsimulator” under en lektion 1981 [1] som en möjlig lösning på problemet. Hans idé var enkel: ”Let the computer itself be built of quantum mechanical elements which obey quantum mechanical laws”.

Komplexiteten hos problem inom datorsimuleringar faller inom två kategorier, P (polynomiska) och NP (icke-polynomiska). Skillnaden mellan P och NP problem är enkelt uttryckt att tiden det tar att lösa problemet beror antingen polynomiskt eller exponentiellt på antalet partiklar. Feynmans vision var att om datorn i sig är kvantmekanisk så kommer problemet inte längre vara av NP typ utan



12 756 000 m

Figuren åskådliggör skillnaden i storlek mellan en klassisk dator (vänster) jämfört med en kvantsimulator (höger) med motsvarande kapacitet. Med dagens kraftigaste datorer och de mest effektiva algoritmerna kan man simulera system med ca 50 st. spinn $\frac{1}{2}$ partiklar. Om vi uppskattar volymen hos en sådan dator



0,5 m

till 1 kubikmeter och frågar oss hur många partiklar en klassisk dator med en volym av hela jorden i så fall skulle kunna simulera, finner vi att detta antal endast är runt 70 partiklar! Eftersom vi typiskt är intresserade av system med tusentals partiklar inser vi att det inte finns någon möjlighet att simulera dessa med klassiska datorer. Vi får förlita oss på kvantsimulatorer istället.

snarare av typ P . Figuren på föregående sida ger en schematisk bild av P och NP problem genom att uppskatta storleken på en klassisk simulator och en kvantsimulator som båda har samma kapacitet.

Det dröjde ytterligare runt 15 år innan Seth Lloyd bevisade matematiskt att det i princip är möjligt att bygga en *universell* kvantsimulator, d.v.s. en simulator som kan lösa ett godtyckligt (ändligt) kvantmekaniskt problem som ett P problem [2]. Beviset bygger på att simuleringen kan delas upp i många korta operationer där summan av dem bildar den totala önskade operationen. Denna *digitala* kvantsimulator liknar i mångt och mycket en så kallad *kvantdator*, och liksom kvantdatoren är den digitala kvantsimulatoren oerhört känslig för olika typer av störningar. Mycket mer robust är den *analoga* kvantsimulatoren som bygger på att man låter ett system tidsutvecklas kontinuerligt under en viss tid – man delar alltså inte upp simuleringen i flera korta steg. Nackdelen är att den analoga kvantsimulatoren inte är universell, utan simulerar ett specifikt problem.

Låt oss anta att vi studerar ett kvantmekaniskt system S som vi saknar fullständig kontroll över. Kan vi finna ett annat kvantmekaniskt system A som beskrivs av samma ekvationer som det ursprungliga systemet S , men där vi har kontroll över parametrar och mätningar? Om detta är möjligt kan vi se system A som en kvantsimulator av system S . En mer precis definition av en kvantsimulator A kan formuleras så här:

1. A ska vara kvantmekanisk till sin natur och beskrivas av ekvationer ekvivalenta med de som beskriver det simulerade systemet S .
2. Vi ska kunna preparera A i ett önskat initialt tillstånd.
3. Vi ska ha kontroll över A , d.v.s. kunna styra de olika parametrarna hos A .
4. Efter önskad tidsutveckling ska vi kunna mäta A 's tillstånd.
5. En klassisk dator ska inte kunna reproducera resultaten. Samtidigt ska resultaten vara verifierbara.

Skälet till punkt 2 är att vi ofta är intresserade av hur ett givet tillstånd utvecklas i tiden, och om vi inte kan preparera det önskade tillståndet kan vi naturligtvis inte heller studera det. För att få en insikt i systemets egenskaper behöver vi kunna betrakta det när olika parametrar ändras (punkt 3). För att över huvud taget kunna extrahera någon information behöver vi naturligtvis kunna mäta systemets slutgiltiga tillstånd (punkt 4). Den sista punkten kan tyckas vara motsägelsefull. Hur kan man verifiera resultaten om man inte kan simulera dem i en dator? Man kan tänka sig att en klassisk dator kan simulera tidsutvecklingen för korta tider men inte för långa tider och då kan man verifiera att kvantsimulatoren A återger rätt resultat för dessa tider. Ett annat alternativ är om man kan låta A simulera ett system S där man känner till svaret analytiskt. Kanske känner vi lösningen för vissa parametrar men inte för andra.

Exempel på kvantsimulatorer

Som redan nämnts är S typiskt ett växelverkande mång-partikelsystem, vanligtvis förekommande i lågenergetiska teorier inom kondenserade materiens fysik. På senare tid har dock förslag på kvantsimuleringar av högenergimodeller presenterats. Det är framförallt tre typer av fysikaliska system A som har diskuterats för kvantsimuleringar.

Kalla atomer i optiska gitter. Tack vare experimentella framsteg för studier av kalla atomer så har kvantsimulatorer fått ett enormt uppsving under de senaste tio åren. Laserkylning gör det möjligt att skapa gaser av atomer med temperaturer i nanokelvin-området. Laserljuset kan även bilda stående vågor som fungerar som en periodisk potential i vilken atomerna förflyttar sig. Denna typ av potential liknar den som elektroner upplever i en kristall. Kollisioner mellan atomerna representerar Coulomb-repulsionen mellan elektronerna.

Fångade joner. Joniserade atomer kan hållas i elektromagnetiska fällor. Genom att använda en fälla som är väldigt smal i en eller två riktningar, formar sig jonerna i ett plan eller längs en rad. Efter-

som de är elektriskt laddade repellerar de varandra. Genom den inre elektroniska strukturen hos atomerna kan man tänka sig dem som effektiva spinn-system. Genom ett noggrant val av externa lasrar som belyser atomerna kan man på detta sätt återskapa effektiva spinn-modeller.

Fotonbaserade modeller. Det är möjligt att bygga nätverk av kopplade kaviteter på ett chip. En foton kan förbli i en viss kavitet eller tunnla till en närliggande kavitet. Genom att placera ett icke-linjärt material i kaviteterna kan man åstadkomma en effektiv växelverkan mellan fotonerna. Precis som för gaserna av kalla atomer kan man konstruera system som simulerar modeller inom kondenserade materians fysik.

Nutid och framtid

Inom alla tre områden ovan har experiment utförts. För simuleringar av spinnkedjor med joner är man uppe i 16 spinn. Kontroll av fyra kopplade kaviteter har demonstrerats. Enligt definitionen ovan är dock detta ingen äkta kvantsimulator, eftersom en klassisk dator faktiskt klarar av att simulera systemet ifråga. För kalla atomer har man kommit längre, men det är endast under det senaste året som man har simulerat system bortom vad en klassisk dator kan hantera.

Med fortsatt utveckling kan vi vänta oss stora framsteg inom de närmaste åren, gissningsvis inom alla tre typer av system som diskuterats. Fokus kommer med största sannolikhet att ligga i att förstå kvantmekaniska korrelationer i starkt växelverkande mång-partikel system samt dynamik i icke-jämvikts system. Kort sagt, det dröjer nog inte lång tid innan experimenten tar oss till nya okända kunskapsdomäner.

JONAS LARSON
FYSIKUM, STOCKHOLMS UNIVERSITET

- [1] R. P. Feynman, *Int. J. Theor. Phys.* **21**, 467 (1982).
[2] S. Lloyd, *Science* **326**, **108** (1996).



WALLENBERGS FYSIKPRIS 2014

KVALIFICERINGSTÄVLING

23 januari på din skola

Tävlingen sker individuellt, men priser delas också ut till bästa skollag. Varje skolas tre bästa deltagare utgör skolans lag. Priser:

1:a pris $3 \times 5\,000$ kr	4:e pris $3 \times 2\,000$ kr
2:a pris $3 \times 4\,000$ kr	5:e pris $3 \times 1\,500$ kr
3:e pris $3 \times 3\,000$ kr	6:e – 10:e pris $3 \times 1\,000$ kr

Anmäl dig till din fysiklärare!

FINALVECKA OCH -TÄVLING

De 12–15 bästa i kvalificeringstävlingen får komma till en finalvecka med föreläsningar, studiebesök och experimentell final 10–14 mars på Chalmers och Göteborgs universitet.

Teorifinal på samma ställe 3 maj. Priser till alla finalister, från 1 000 kr till 7 000 kr!

Läs mer på www.fysikersamfundet.se/fysiktavlingen

Arrangör: Svenska Fysikersamfundet

Sponsor: Stiftelsen Marcus och Amalia Wallenbergs Minnesfond

INTERNATIONELLA FYSIKOLYMPIADEN

13–21 juli i Astana, Kazakstan

De fem bästa i finaltävlingen får göra en oförglömlig resa och representera Sverige vid den internationella fysikolympiaden.

Nästan 400 ungdomar från ett åttioital länder tävlar i fysik under två dagar. Resten av veckan är fylld med utflykter, föredrag och möten med fysikintresserade från hela världen.

Kanske blir det du som får åka!





Hubble-teleskopet. © NASA

Just nu visas filmen *Gravity* på våra svenska biografer. Det är en film som skulle kunna vara baserad på Christer Fuglesangs värsta mardröm inför sina rymdpromenader.

I den slående vackra inledningsscenen får vi följa två astronauter (spelade av Sandra Bullock och George Clooney) som är ute på rymdpromenad vid Hubble-teleskopet. Då plötsligt händer det: allt, som kan gå fel, går fel. I ärlighetens namn är det även saker som inte kan gå fel som ändå gör det, men låt oss återkomma till det.

Filmens storhet ligger i att även vi, som ännu inte nått Christer Fuglesangs höjder, kan få uppleva tjesningen i att tyngdlösa sväva omkring, då regissören Alfonso Cuarón lyckats väl med att utnyttja 3D-tekniken för att låta oss njuta

av vyerna. Undertecknad är sannerligen ingen expert i ämnet, men enligt intervjuer med sakkunniga (se 'Gravity': Panel of astro-experts on the science behind the film, insidemovies.ew.com) så är miljöerna i filmen realistiskt utformade. Som äventyrsfilm duger den också, även om slutet blir precis det som du förväntar dig efter halva filmen.

Det finns aspekter av filmen som sett ur en fysikers perspektiv är mindre trovärdiga, men som samtidigt höjer filmens underhållningsvärde. Exempelvis tas ingen hänsyn till avståndet mellan astronaut och Houston, det finns ingen tidsfördröjning i kommunikationen, utan Clooney kan småtjatträ obehindrat med kommandocentralen. Varken Clooney eller Bullock har heller försetts med det äppelkinkade utseende som följer av att befinna sig i ett ständigt fritt fall, utan de är lika filmstjärnevackra som alltid. Och satelliter och rymdstationer har placerats ut på en gemensam cirkelbana runt

jorden för att ge hopp om räddning efter den inledande katastrofen.

Lite störande blir det dock när Clooneys rollfigur påstår att han måste lösgöra sig från den lina som håller honom fast vid rymdstationen. Visst ger det honom en passande hjältegloria, men orsaken till hans drastiska beslut är höljt i ett ofysikaliskt dunkel.

Man kan göra en lång lista på de brott mot fysikens lagbok som dyker upp i denna film. Men, denna lista kommer inte att presenteras här! För dessa tillkortakommanden kan faktiskt vändas till något som gör filmen extra intressant att använda som fysiker, till exempel i undervisning. Se filmen, och ge elever och studenter den klassiska uppgiften Finn fem fel. Eller se den med dina vänner och på den efterföljande fikan kommer diskussionerna om de olika händelsernas rimlighet att vara ett givet samtalsämne.

NIKLAS NYBERG
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA



Tycho Brahes Observatorium på Ven "K-märkt"

Den 11 september 2013 ägde den officiella ceremonin rum mitt i Öresund. Tidigare presidenten för European Physical Society (EPS) fysikprofessor Luisa Cifarelli och Lunds universitets rektor Per Ericson invigningstalade och hjälptes åt att gemensamt avtäcka väggplattan med EPS motivering till utmärkelser. Metallplattan sitter nu utanför entren till Tycho Brahe Museet på Ven.

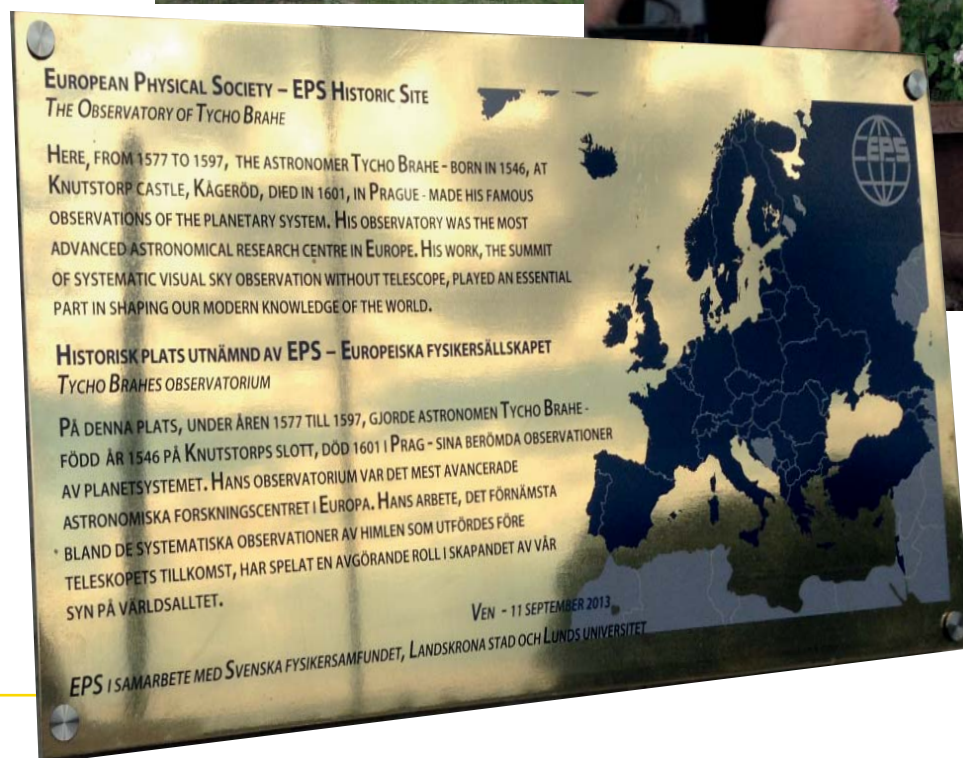
Idén att "k-märka" viktiga europeiska platser där banbrytande fysik gjorts fick den dåvarande presidenten i EPS, Luisa Cifarelli, vid en resa i USA. Där förekommer liknande utnämningar sedan tidigare. Professor Cifarelli tyckte att det var ett bra sätt att bevara och lyfta fram historien och få även fysikerna att lära sig mer om vad olika länder i Europa historiskt har bidragit med.

I samband med ceremonin berättade initiativtagaren till nomineringen "EPS Historic Site", Ragnar Hellborg vid Lunds universitet, också om bakgrunden till sin nominering.

Inbjudna gäster fick en mycket intressant guidning av Tycho Brahe Museet och Landskrona kommun visade stor gästfrihet med bland annat middag och bjöd på seminarier vid Backafalls konferensanläggning på Ven. Professor John Robert Christianson (gästprofessor vid Lunds universitet) berättade om Tycho Brahes betydelse som vetenskapsman, forskningsorganisatör och instrumentutvecklare. Det blev en minnesvärd dag för oss alla på Ven.



*Vår fantastiske guide
Anders Nyholm*



Möte för lektorer i naturvetenskap

Förväntan på mötet var stor. Ett hundratal lektorsbehöriga lärare hade anmält sitt intresse för mötet, men endast femtio fick möjlighet att delta. De deltagande fysik-, kemi- och biologilärare verksamma i grundskola, gymnasieskola och på Komvux diskuterade och lyssnade på inbjudna föreläsare och varandra.

– Jag hoppas att bli inspirerad, dels hur man kan arbeta som lektor men framför allt vill jag fokusera på det ämnesövergripande samarbetet, sa Linda Gunnarsson från Hulebäcksgymnasiet.

Föreläsningarna följdes upp med gruppdiskussioner om lektorns roll i den svenska skolan, ämnesövergripande samarbeten mellan de naturvetenskapliga ämnena och hur man kan föra in den aktuella forskningen i undervisningen.

Hur kan lektorer bidra till att utveckla undervisningen inom den egna skolan och etablera ett samarbete mellan lektorer i de naturvetenskapliga ämnena. Det fanns en hel del intressanta trådar att spinna vidare på.

Fredrik Olsson, kontaktperson för Svenska Fysikersamfundets lektorsgrupp, berättade om verksamheten och syftet med fysiklektorsgruppen. Gruppen startade som ett nätverk i Göteborg och har nu vuxit och lektorsbehöriga fysiklärare från hela landet träffas årligen. Lektorsgruppen är organiserad under Svenska fysikersamfundets undervisningssektion. Gruppen verkar för att en lektors arbetsuppgifter skall definieras. Framtida mål för fysiklektorsgruppen, enligt Fredrik Olsson, är bland annat att ett ökat pedagogiskt erfarenhetsutbyte, eventuellt i form av en pedagogisk publikation. Han vill också se en ökad samverkan och samarbete mellan lektorer i de olika naturvetenskapliga ämnena.

Joakim Westberg från Vasaskolan i Gävle är en av elva lektorer som ingår i Kemilektorslänken. Han berättade att målet är att öka intresset för kemi hos ungdomar och att det i slutändan leder till fler studenter som läser kemirelaterade program vid universitet och högskolor.

De elva kemilektorerna i länken har arbetat med egna projekt för att få fler ke-

Mötet hade planerats av Kemilärarnas Resurscentrum, Svenska Kemist samfundet, Nationellt resurscentrum för fysik, Svenska Fysikersamfundet samt Nationellt resurscentrum för biologi och bioteknik.

mistudenter. De har träffats regelbundet för att diskutera vad som har fungerat bra och mindre bra och för att inspirera varandra.

– Just mötena har varit mycket bra, där har jag fått många tips om hur man kan arbeta och har även blivit stärkt i mina egna idéer, säger Joakim Westberg. Jag tror att lektorer som undervisar på gymnasiet kan fylla det gap som finns mellan Skolverket och lärarna. Nationella och regionala möten för lektorer skulle också kunna innebära att bedömning och betygssättning blir mer likriktad över landet.

Tomas Johansson från Skolverket var en av de inbjudna föreläsarna. Han redogjorde för införandet av de så kallade karriärtjänsterna, lektorstjänst respektive förste lärare. Lektorstjänst kan endast sökas av legitimerad lärare med forskarexamen, till skillnad mot förstelärartjänsten som kan sökas av en dokumenterat duktig och erfaren lärare. Den statistik som Tomas Johansson presenterade visade att skolorna har valt att ansöka om pengar till i huvudsak förstelärartjänster, 3 882 statsbidrag har beviljats för förstelärartjänster mot 102 för lektorstjänster. Statistiken visade också att kommunerna söker framför allt pengar för karriärtjänster inom matematik, svenska och svenska som andraspråk, och att män är överrepresenterade i ansökningarna.

Christina Ottander och Sune Pettersson, lärarutbildare vid Umeå universitet, gav sin syn på vad lektorer kan bidra med i den svenska skolan.

– Från universitetets synvinkel skulle det vara värdefullt att utveckla samarbetet kring lärarstudenters examensarbeten, säger Sune Pettersson. Vi borde kunna öka kvaliteten på examensarbeten, det är en angelägen fråga både för oss och för skolorna. Lektorer skulle också kunna vara en samordnande länk mellan skola och universitet.

JENNIE H HÄGLUND,
LEKTOR VID VASASKOLAN I GÄVLE



TEXT OCH BILD: MARGARETA KESSELBERG



– Målet med att utnämna "EPS Historic Sites" är att uppmärksamma och bevara det vetenskapliga kulturella arvet för eftervärlden, berättar Luisa Cifarelli.

Luisa Cifarelli vill samla alla fysiker i Europa

Professor Luisa Cifarelli, vid Bologna universitetet och tidigare president för European Physical Society (EPS) tycker att det är bättre att vara ute bland forskare och skapa samarbeten mellan länder och fysikområden, än att sitta på ett kontor i Bryssel långt från den verklighet som fysiker möter inom undervisning, forskning och näringsliv. Att utveckla den interna kommunikationen inom EPS men även skapa fler möjligheter till samarbete mellan olika områden och internationellt är utmaningar som hon vill jobba med framöver.

Jag vill stärka och utveckla kontakterna mellan olika nationella fysikerförbund och skapa bättre kontakter med våra medlemsinstitutioner och myndigheter på olika nivåer, förklarar Luisa Cifarelli med stort engagemang.

Under båtresan från Ven fick Fysikaktuellt tillfälle att höra om hennes drivkrafter och vad som motiverar henne i sitt arbete. Hon har varit en framgångsrik president för EPS. Under hennes tid som president har organisationen blivit mer känd i Europa och även internationellt. Hon ser EPS framtid som en spindel i ett nätverk av medlemmar och associerade.

– Det är viktigt att utveckla bra kommunikation mellan individer och att skapa plattformar för dialog, även på en internationell nivå, säger Luisa. Vi vill samla alla slags fysiker i Europa, men undvika politiska ställningstaganden förtydligar hon under vårt samtal.

– Mitt elektroniska nyhetsbrev har blivit viktigt för att sprida information till olika länder och individer. Jag började i liten skala, men har nu flera tusen prenumeranter.

Att lyfta fram och synliggöra fysikens roll i den vetenskapliga och samhällsliga utvecklingen genom att bland annat utnämna historiska platser där avgörande utveckling eller genombrott inom fysiken skett är en uppgift. Hon ser här en möjlighet att utveckla kommunikationen och skapa olika plattformar för dialoger mellan människor med olika bakgrund och intresse. Tanken är att tydliggöra fysiken och de vetenskapliga metoderna som en dynamisk del av samhällsutvecklingen.

De positiva effekterna av EPS-Historic Site har visat sig i mer kunskaper om enskilda europeiska länders bidrag till dagens samhälle.

Professor Cifarelli ser utnämning-

Regeringen hotar avskaffa konkret och klassrumsnära undervisningsstöd i naturvetenskap och teknik

arna som en positiv hyllning till fysikens roll i samhällsutvecklingen och idag finns det 35 nomineringar som EPS skall ta ställning till framöver. Hittills i år har fem platser blivit utsedda. Läs mer om Ven och tidigare utnämningar till "EPS Historic Site" (http://www.eps.org/?page=distinction_sitesHI)

Luisa Cifarelli är en lysande europeisk ambassadör för fysiken. Nyfikenheten på varför det just blev fysik gör att Fysikaktuellt kommer in på mer personliga frågor om hennes bakgrund.

Hon har ingen fysiker i släkten, de flesta är jurister och läkare. Men tidigt i skolan hade hon lätt för matematik och fysik och lärarna uppmuntrade henne och samtidigt blev hennes föräldrar informerade och insåg hennes talang och intresse för ämnet. De introducerade henne för en fysiker som tyckte att hon skulle komma till Bologna och studera fysik vid universitetet där.

Hennes tvillingbror blev ekonom, professor i internationell ekonomi, långt från fysik och dess frågeställningar.

Hur ser du på jämställdhet mot en bakgrund som kvinnlig fysikprofessor i Italien?

Hon återkopplar till sin egen uppväxt och känner sig privilegierad utifrån hur det kan se ut på olika håll inom EU.

Uppväxten med en tvillingbror, gjorde hennes syn på jämställdhet självklar.

– Vår mamma gjorde ingen skillnad på oss syskon. Vi behandlades lika och hade samma krav på oss. Något som säkert påverkat mig i min syn på mig själv. På frågan om hon känt för- eller nackdelar med att vara kvinnlig fysiker svarar hon utan att tveka.

– Det har varit bara positivt och jag har haft fördelar, säger Luisa och ger ett praktiskt exempel på vad hon menar. Under småbarnsåren så anpassades verksamheten i forskargruppen periodvis efter mina amningstider. Något som verkligen underlättade för henne utifrån den tidens förväntningar på en småbarnsmamma i Italien, avslutar hon.

MARGARETA KESSELBERG
FYSIKAKTUELLT

Verksamheten vid Nationellt resurscentrum för fysik är nedläggningshotad. Regeringen har föreslagit att statsbidraget ska bort om ett halvår, för detta centrum, liksom för motsvarande centra för kemi, teknik och biologi/bioteknik. Förslaget ingår i en satsning som regeringen gör på naturvetenskap och teknik. Försök inte hitta någon logik i detta, för det finns ingen.

Den verksamhet som dessa centra nu bedriver går helt och hållet ut på att stödja lärare från förskola till gymnasium med konkret och klassrumsnära fortbildning och undervisningsstöd. Det gäller till exempel konferenser, "NO-biennaler" (med fler än 600 deltagare i år), webportaler, kurser, kompendier, tidningar, facebook-grupper, tävlingar för elever, frågelådor på nätet och nyhetsbrev. Ett tätt samarbete har också växt fram mellan resurscentra och ämnesföreningar, bland annat samverkar Nationellt resurscentrum för fysik med Fysikersamfundet i det uppskattade Fysikbroprojektet.

Om man letar efter skälet till att regeringen vill spara in på de 4 x 1,9 miljoner som resurscentra nu får i årligt bidrag, så hittar man att statliga medel framöver istället ska gå till ett nyinrättat ämnesdidaktiskt centrum. Detta ska stimulera ämnesdidaktisk forskning och sprida didaktiska forskningsresultat. Gott så. Det är bra om det bedrivs mer forskning på hur undervisning kan göras effektivare. Men detta kan inte ersätta det stöd lärarna får idag. Det är som att dra in läkarnas rätt att skriva ut medicin med hänvisning till att man istället ska lägga pengarna på medicinsk forskning.

Naturligtvis har många reagerat och försökt stoppa nedläggningsförslaget. Föreståndarna för resurscentra har uppvaktat utbildningsdepartementet. Fjor-

tonhundra lärare har undertecknat ett upprop till utbildningsministern med uppmaningen "Bevara Nationella resurscentra i biologi, fysik, kemi och teknik".

Fysikersamfundet och Biologilärarnas förening har tillsammans med Kemistsamfundet och LMNT (Föreningen för lärarna i matematik, naturvetenskap och teknik) skrivit till riksdagens utbildningsutskott och väddat om att få träffa utskottet innan riksdagen fattar beslut. (Vi har fått ett svar: Utskottet har tagit emot brevet.)

Linköpings universitet, som är det lärosäte som föreslås få bygga upp det didaktiska centret, skriver att den nya satsningen på ämnesdidaktisk forskning inte kan ersätta nuvarande verksamhet, utan att det finns ett fortsatt behov av det stöd resurscentra ger: "Att inte ta tillvara dessa kompetenser och erfarenheter vore oklokt."

Och ansvariga dekaner vid de universitet (Lunds, Uppsalas, Linköpings och Stockholms) som ansvarar för resurscentra, har också skrivit till både utbildningsministern och utbildningsutskottet för att rädda verksamheten.

Lyssna på lärarna och deras organisationer. Bevara och bygg ut den verksamhet som resurscentra idag erbjuder, och som innebär ett praktiskt och konkret stöd för lärare inom naturvetenskap eller teknik. Låt NT-satsningen leda till utveckling, och inte till avveckling!

ANNE-SOFIE MÅRTENSSON,
ORDFÖRANDE I SVENSKA FYSIKER-
SAMFUNDET OCH LÄRARUTBILDARE
VID HÖGSKOLAN I BORÅS

MINNA PANAS,
ORDFÖRANDE I BIOLOGILÄRARNAS
FÖRENING OCH LÄRARE
PÅ BRÄCKESKOLAN
I GÖTEBORG



Av Peter Linde

300 sidor

Karavans Förlag, Lund (2013)

ISBN 978-91-87239-03-8

Jakten på liv i universum

Peter Linde är docent i astronomi vid Lunds universitet och ordförande i Astronomiska Sällskapet Tycho Brahe. Som forskare har han utnyttjat ledande internationella observatorier och som pionjär inom avancerad bildanalys deltagit i ett antal forskningsprojekt inklusive simuleringar för det planerade E-ELT (European Extremely Large Telescope).

Med sin bok "Jakten på liv i universum" vänder sig Peter Linde till en bred läsekrets intresserad av naturvetenskap, astronomi och livsfrågor. Är vår planet ensam om liv i universum? Frågan har från att bara vara fantasi blivit seriös vetenskap, särskilt i och med upptäckten av exoplaneter. Peter Lindes ambition är att i populära termer ge en bakgrund till detta "hisnande" äventyr.

Peter Linde ger en bred beskrivning av villkoren för att liv skulle kunna uppstå ur död materia och vad vi i så fall menar med liv. Naturligtvis börjar han då med vår egen planet. Hur bildades jorden ur kosmos och vilka kritiska faser har den genomgått för att liv skulle kunna debutera, en eller eventuellt flera gånger, och

sedan fortleva? Finns det andra planeter som kan erbjuda liknande villkor för liv? Det mest spännande händer nu! 1995 upptäcktes den första exoplaneten, alltså en planet som kretsar kring en annan stjärna än vår egen sol. Man hade nämligen hittat tecken på att ett främmande objekt störde stjärnan 51 Pegasi. Detta blev starten på en enastående utveckling. Idag har man hittat ungefär tusen exoplaneter som är säkert bekräftade. Därutöver finns ett minst lika stort antal "kandidater" som behöver ytterligare observationer för att kunna räknas in bland de fullvärdiga. Och utvecklingen är svindlande inom detta nya forskningsområde pga. av förfinad instrumentering, teknologi och stora satsningar. Genom häpnadsväckande spektroskopi försöker man t.ex. avgöra hur en eventuell atmosfär hos en exoplanet är sammansatt, för att på så sätt hitta biomarkörer.

Det är en brokig skara exoplaneter man hittat redan nu. Många av dem är "Hot Jupiters", heta jättar som kretsar nära sina moderstjärnor. Där finns också vattenplaneter som omsluts av ofantligt djupa oceaner. Ödsliga och iskalla är nomadplaneterna som rör sig i den inter-

stellära rymden utan att alls ha en egen moder. Men det finns också de som påminner om jorden – lagom stora på ett lagom avstånd från en lagom sol. Dessutom finns det platser i vårt eget solsystem som behöver utforskas mer. Finns det eller har det funnits liv på någon av våra grannar?

Om det då finns främmande civilisationer – skulle de kunna upptäcka oss och skulle vi kunna kommunicera med dem? Eller ska vi följa Stephen Hawkings råd att förbli tysta, att försöka gömma oss i rymden eftersom de andra kanske inte vill oss väl? Eller kan vi ändå försöka att bara lyssna efter dem? Om allt detta och mer därtill skriver Peter Linde med auktoritet i sin spännande bok. Den är pedagogiskt illustrerad och så fylld av fakta att den också kan tjäna som referensbok. Utvecklingen med exoplaneter är, som redan sagts, dynamisk. För att följa med kan man gå in på <http://www.peterlinde.net/sv/>.

KARL-FREDRIK BERGGREN
LINKÖPINGS UNIVERSITET

Av Sören Holst

Förlag: Fri Tanke

Utgivningsår: 2012

ISBN: 978-91-86061-51-7

Antal sidor: 331



Tankar som ändrar allt

Om tankeexperiment och nya världsbilder

Sören Holst är teoretisk fysiker, verksam vid Stockholms universitet och har tidigare gett ut en introduktionsbok om Einsteins relativitetsteori. Han ger sig nu på den betydligt större utmaningen att beskriva hur tankeexperiment används inom både fysik och filosofi och trillar snabbt in på frågan – vad är kunskap?

Kan tankar ändra allt? Eller kan de i alla fall skapa ny kunskap? Sören Holst vrider och vänder på funderingar av det slaget i sin senaste bok "Tankar som ändrar allt". I boken presenterar Sören Holst flera klassiska tankeexperiment från fysikhistorien och några modernare från moralfilosofin. Han tar oss med på en både spännande och vindlande resa som presenterar olika sätt på vilka tankeexperiment kan användas, inom framförallt fysiken och moralfilosofin.

Holsts bok har ett bra upplägg som på ett pedagogiskt sätt hela tiden höjer ribban och utmanar läsaren med nya infall och reflektioner. Boken är indelad i två delar där den första delen kan ses som uppvärmning inför den mer utmanande andra delen. Medan den första delen

klargör vad tankeexperiment är och hur de på olika sätt används är den andra delen mer inriktad på att behandla frågorna som tankeexperimenten väcker.

Som fysiker känner man igen många av experimenten, men det är ändå tankeväckande att läsa om dem när de presenteras såhär bra. Det är också tryggt att känna igen sig i vissa delar för att sedan utmanas desto mer av de moralfilosofiska problemställningarna. Holst navigerar på ett fängslande och naturligt sätt fram och tillbaka mellan fysik och filosofi, vilka är de huvudsakliga vetenskapsområdena där tankeexperiment förekommer. Då vi här befinner oss i gränslandet mellan två vetenskapsgrenar angrips frågan lite olika beroende på om det är en filosof eller en fysiker som beskriver problemet. Eftersom jag själv är fysiker måste jag erkänna att jag hellre läser en bok om filosofi skriven av en fysiker än en bok om fysik skriven av en filosof.

Frågan om tankeexperiment kan skapa ny kunskap lämnas dock obesvarad, kanske beror det på svårigheterna att överhuvudtaget definiera kunskap. Som lärare och forskare i fysiker brot-

tas jag ofta med frågan om vad kunskap i allmänhet och ny kunskap i synnerhet är. Vad är viktigast – att jag upptäcker en ny formel eller att jag lär tio studenter en för dem ny formel. När ökar kunskapen mest? I det första fallet är det inte möjligt att definiera kunskapsbegreppet, medan det i andra fallet är tydligt för alla att den totala kunskapen i någon mening har ökat. Så även om tankeexperiment kanske inte kan skapa någon ny kunskap för mänskligheten i en absolut mening så är de underbara pedagogiska verktyg. Som sådana kan de användas att förmedla kunskap för att därmed öka det totala kunskapsinnehavet i världen. Kanske kan tankeexperiment inte skapa ny kunskap, men kan de ändra världen? Definitivt!

På det hela taget är det en bok som väcker fler frågor än vad den ger svar, men min slutsats måste ändå bli att det är en tankeväckande bok som är väl värd att läsa.

JOHAN MAURITSSON
LUNDS UNIVERSITET



Fysik i Kungsträdgården arrangeras vartannat år

”Fysik i Kungsan”, som det kallas i dagligt tal, går av stapeln mitt i Stockholm city bland alla shoppare och besökare. De sex tälten med både experiment, testa själv och teoretiska föredrag kunde besökas lördagen den 7 september i år. Verksamma fysiker och forskare i stockholmsområdet träffade intresserade flanörer i den härliga sensommarvärmen. Stora och små barn, äldre, män och kvinnor, alla var nyfikna.

Arrangemanget bygger på frivilliga insatser. Det är en imponerande kraftsamling av deltagare och assisterande. Doktorander marknadsför sina ämnen, en del som

fullfjädrade säljare andra lite mer försiktiga. Upprinnelsen till hur det hela startade var interna diskussioner i AlbaNovas PR-grupp, berättar professor Hulth som var ordförande i gruppen vid den här tiden. AlbaNova är ett samarbete mellan KTH och SU och vi ville öka intresset för naturvetenskap och fysik. Under några år hade vi noterat ett sjunkande intresse för fysik och vi var inte nöjd med det sätt som vi nådde ut till vanliga människor. I den här gruppen föddes tanken på att ”kommer inte folket till oss så får vi komma till folket”.

Vi hörde oss för med de som ger tillstånd till olika arrangemang i Kungsträdgården och fick positivt besked. Dessutom var Vetenskapsrådet positivt och ett mindre bidrag beviljades. Det första arrangemanget 2005 genomfördes på temat ”Einsteinåret” och även Nobelmuseet deltog det här året, tillägger PO Hulth.

Därefter har ”Fysik i Kungsan” varit ett levande projekt med främst Alba

Nova som drivande tillsammans med olika medarrangörer. Deltagande organisationer 2013 var Stockholms universitet, Oscar Klein-centrum, Rymdstyrelsen, KTH, NORDITA, AlbaNova (KTH och SU i samarbete) och Vetenskapens Hus.

TEXT OCH BILD: MARGARETA KESSELBERG





Fysikaktuellt:s redaktion har känt av tidsandan och bjuder därför läsekretsen på ett litterärt quiz, förstås med fysikanknytning. Från vilka verk är citaten nedan hämtade, och vad heter författarna?

Sänd in din lösning till fysikaktuellt@fysikersamfundet.se senast den 13 januari. Vi lottar ut Jakten på liv i universum av Peter Linde bland dem som tippat rätt. I nästa nummer av Fysikaktuellt publiceras den rätta lösningen.

A Fysiker i allmänhet och chefsfysiker i synnerhet är inga dumskallar. Oppenheimer hade på några sekunder arbetat sig igenom meterlånga ekvationer och kommit fram till att servitören med största sannolikhet hade rätt.

1 **Fysikens horisonter**

av Hans-Uno Bengtsson

X **Hundraåringen som klev ut genom fönstret och försvann**

av Jonas Jonasson

2 **Det sista vapnet: Hur atombomben kom till** av Richard Rhodes

B Månen ligger i ny, sa han, när han återvände till telefonen. En liten tunn skära. Såvida du inte befinner dig på annan plats än Sverige.

1 **Den orolige mannen**

av Henning Mankell

X **Män som hatar kvinnor**

av Stieg Larsson

2 **Fyrvaktaren** av Camilla Läckberg

C Men innan dess, att leva som kvinnlig stjärna inom vetenskapen! Detta hat! På en klart upplyst scen! Och med de fientliga vilddjuren omkring sig!

1 **Kärlek och kärnfysik** av Hedvig Hedqvist

X **Boken om Blanche och Marie** av Per Olov Enquist

2 **Lise Meitner – en levnads-teckning** av Bengt Forkman

D När döden närmade sig var han som en "sann filosof", sa ingenjören. Den 1 augusti, när alla de nödvändiga observationerna var gjorda, dog Chappe fridfullt.

1 **Stjärneborg** av Alexandra Coelho Ahndoril

X **Kosmisk resa** av Bengt Gustafsson

2 **Jakten på Venus** av Andrea Wulf

E "...Om man följaktligen placerar ett försöksdjur i ett vakuum..."

"Å, jag förstår", sade Boyle och sneglade på Lower. "Ni skulle vilja begagna min vakuumpump." Den idén hade jag faktiskt inte ens snuddat vid. Boyles pump åtnjöt en sådan berömmelse att jag knappast hade ägnat den en tanke efter min ankomst till Oxford, så omöjligt föreföll det att jag själv skulle få begagna den.

1 **Isaac Newton** av James Gleick

X **Galileos dotter** av Dava Sobel

2 **Den fjärde sanningen** av Iain Pears

F Han ägnade flera dagar åt att finjustera de känsliga instrumenten med deras perfekt vridna mässingsdelar, kvartstrådar och stål nålar, sedan han först avlägsnat gångjärn, spikar, rör och andra järnföremål och ersatt dem med mässinggångjärn, kopparspikar och keramiska rör – ma-

terial som inte skulle påverka det magnetiska utslaget.

1 **Världens mått** av Daniel Kehlmann

X **Norrskenet, Berättelsen om Kristian Birkeland – ett bortglömt geni** av Lucy Jago

2 **Tycho Brahe på Ven** av Gösta Wrede

G Liket de flesta nyttiga människor fick Cockcroft väldigt mycket att göra och 1927 tycktes han inte få tid över till sin egen forskning. Det var emellertid ingen större förlust, för som experimentalist hade han avsevärda brister.

1 **Flugan i katedralen** av Brian Cathcart

X **Elektricitet** av David Bodanis

2 **Atomstationen** av Halldór Laxness

H Uppfinnarna i landet kämpade mot termodynamikens första och andra grundsats, en mur av massivt bly. En av postdoc-forskarna föreslog att man skulle sortera idéerna efter vilken av huvudsatserna de stred mot, den första, den andra eller båda två.

1 **Den bästa av världar** av Ulf Danielsson

X **Hetta** av Ian McEwan

2 **Makten över klimatet** av Christian Azar



Bild 2

Hur man i köket mäter jordens rotation

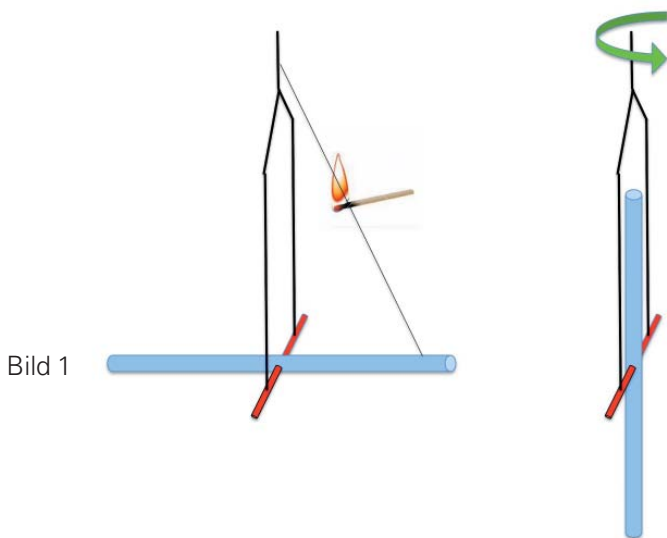


Bild 1

År 1851 mätte Léon Foucault jordens rotation med en 67 meter lång pendel i Panthéon i Paris. Han observerade att pendelplanet långsamt vred sig relativt golvet. Effekten beror på att rotationer är absoluta: en pendel svänger, märkligt nog, relativt "rymden".

En grundsten i detta sammanhang är bevarandet av rörelsemängdsmomentet $L = I \omega$. Här är I tröghetsmomentet, som beror på kroppens massa och dess rumsfördelning. Hur fort kroppen roterar ges av vinkelhastigheten ω .

Jag har länge funderat på om man med hjälp av beskrivna lag skulle kunna mäta jordens rotation med ett enkelt "köksexperiment", men stötte på en del praktiska problem. Av en ren slump stötte jag dock nyligen på en äldre tysk publikation (*), som hjälpte mig på traven med det praktiska utförandet. På bild 1 hänger en stav vågrätt och stilla i trådar och har således samma absoluta rotation som jorden. Om nu staven fälls sakta till lodrätt läge, minskar dess tröghetsmoment I radikalt. Om Du använder en stav

med till exempel längden 1.0 meter och diametern 0.8 cm, så minskar I med en faktor 10000. Eftersom L är konstant ökar stavens rotations-hastighet ω med samma faktor.

Alla ställen på jordytan har samma absoluta rotationshastighet ω riktad mot ungefär polstjärnan. Relevant i vårt försök är emellertid rotationskomponenten lodrätt mot jordytan, vilken i Göteborg är 0.0028 grader/sekund. Staven kommer följaktligen att efter fällningen ha en rotationshastighet på $\omega = 28$ grader/sekund, vilket är omedelbart och lätt observerbart. För en skolklass kan man t ex projicera rörelsen på en vägg med hjälp av en laserpenna och en spegel, så att alla lätt ser effekten.

Mitt nuvarande primitiva försök (se bild 2) fungerar kvalitativt alldeles utmärkt. Vill man dock mäta noggrant ($\approx 5\%$) måste man noggrant beakta en del praktiska aspekter. Det är bland annat viktigt att staven inte får någon sidorörelse vid fällningen. Förutom en mycket noggrann upplinjerering startar jag rörelsen genom att bränna av en tråd som håller staven vågrätt, se bilderna. En annan effekt är att torsionen i upphängnings-tråden gör att staven efter några tiotal grader snor tillbaka upphängningsanordningen. Detta skönhetsfel kan dock elimineras med en i det närmaste friktionsfri lagring, men då har vi lämnat köket.

PER-OLOF NILSSON
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

(*) Hans Bucka, Zeitschrift für Physik, 126, p. 98-105 (1949) samt 128, p. 104-107 (1950).

Gammapdata presenterar NAO



Låt roboten NAO inta klassrummet och lyfta undervisningen inom teknik och programmering.

I samarbete med



Gammapdata Instrument AB
Box 2034, 750 02 Uppsala
Telefon: 018-56 68 00. Fax: 018-56 68 88
info@gammapdata.se
www.gammapdata.se