



f Fysikaktuellt

NR 1 • FEB 2016

ESS – Ett världsledande forskningscentrum byggs i Lund

sid 18-23

ISSN 0283-9148

Porträtt:
Stas Barabash

sid 10-11

Nya stellaratorn
har startat

sid 16-17

Avhandlingen:
Bränsleceller

sid 12-15

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 utbildningsansvariga instanser, att vara kontaktorgan mellan fysiker å ena sidan och näringsliv, massmedia och samhälle å andra sidan, samt att främja internationell samverkan inom fysiken.

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

Sektioner

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

Kosmos

Fysikersamfundet ger ut årsskriften Kosmos. Redaktör är Leif Karlsson, leif.karlsson@fysik.uu.se.

Fysikaktuellt

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

Medlemskap

Svenska Fysikersamfundet har ca 800 individuella medlemmar samt stödjande medlemmar (företag och organisationer) och stödjande institutioner. Årsavgiften är 400 kr, dock 250 kr för pensionärer och forskarstuderande, samt 100 kr för grundutbildningsstudenter. Stödjande medlemskap, vilket ger rabatterat pris på annonser i Fysikaktuellt, kostar 4000 kr per år. Bli medlem genom ansökan på: <http://www.fysikersamfundet.se/formular.html>

Omslagsbild: En översikt av ESS-anläggningen som nu byggs i Lund. Illustration: European Spallation Source.

Layout: Göran Durgé
Tryck: Trydells, Laholm 2016

Utgivningdatum för Fysikaktuellt

Nr 2 – 2016, manusstopp 9 maj. Hos läsaren 1 juni.
Nr 3 – 2016, manusstopp 4 sept. Hos läsaren 26 sept.
Nr 4 – 2016, manusstopp 10 nov. Hos läsaren 5 dec.

Stödjande medlemmar

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

Stödjande institutioner

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

Glöm inte att anmäla adressändring till
medlemsregistret@fysikersamfundet.se

Innehåll

- 3 SIGNERAT
Anne-Sofie Mårtensson
- 4-5 AKTUELLT/NOTISER
- 6 ANNONS
FYSIKDAGARNA
- 7 DEBATT
SOCIALA NÄTVERK
Anders Kastberg
- 8-9 BILDER FRÅN RYMDEN
Dan Kiselman
- 10-11 PORTRÄTT
STAS BARABASH
Margareta Kesselberg
- 12-13 AVHANDLINGEN
BRÄNSLECELLER
Tiva Sharifi
- 14-15 INTERVJU
TIVA SHARIFI
Margareta Kesselberg
- 15 ANNONS
NATUR&KULTUR
- 16-17 DEN NYA STELLARATORN HAR STARTAT
Alber Mollén, Håkan Smith, Per Helander
- 18-23 ESS-BYGGET
Pascale Deen, Mats Lindroos
- 24-25 KÄRNFYSIK
EFFEKTIV TEORI FÖR ATT BESKRIVA ATOMKÄRNOR
Andreas Ekström
- 26-27 BOKRECENSIONER
KOSMOS 2014-2015
Bengt E Y Svensson
INGA OCH LEO LÖSER ALLT
Jenny Kramsjö, Johan Mauritsson
- 28-29 VARDAGENS FYSIK
LADDA BATTERIERNA TRÅDLÖST
Max Kesselberg
- 30 ANNONS
FÖLJ MED TILL CERN
- 31 FYSIKALISKA LEKSAKER
Per-Olof Nilsson

Fysiksamfund eller Fysikersamfund?

Snart går vår systerförening Svenska kemistsamfundet i graven. Istället uppstår Svenska kemisamfundet. Namnbytet görs samtidigt som en kampanj lanseras under mottot ”Vi sätter kemin i fokus”. Bytet är logiskt: Liksom vi är en förening öppen för alla som tillhör ”den fysikaliska vetenskapens utövare, främjare och vänner” är också medlemskapet i Kemisamfundet öppet för alla intresserade. För båda föreningarna gäller dessutom att våra engelska namn redan visar på denna öppenhet: Swedish Physical Society respektive The Swedish Chemical Society.

Men snarare än ett namnbyte (vi kan väl åtminstone först låta Fysikersamfundet få fira hundraårsjubileum år 2020!) så är det identitetsfrågan jag tycker vi behöver diskutera. Fysikersamfundet har redan en bred verksamhet riktad mot fysikintresserade som inte är fysiker, framför allt gäller detta de aktiviteter, till exempel Wallenbergs fysikpris och nyligen startade Lise Meitnerdagarna, som vänder sig mot unga. Vi har också en verksamhet, särskilt inom sektionerna, som man behöver vara utbildad fysiker och då ofta dessutom inom ett specialfält, för att kunna få utbyte av. Detta är en central del av samfundets arbete där främjandet av ”internationell samverkan mellan fysiker i en tradition av fri och obunden vetenskaplig diskussion” finns med i ändamålsparagrafen.

Slutligen har vi arenor, och hit räknar jag såväl Fysikdagar som Fysikaktuellt, där alla fysikintresserade, med eller utan fysikutbildning i bagaget, ska kunna mötas.

Däremot är vi tyvärr inte lika breda på medlemssidan. Fysikersamfundet har för det första alltför få medlemmar. Medan vår tyska motsvarighet, Deutsche Physikalische Gesellschaft, har 63 000 medlemmar av en befolkning på 81 miljoner så har vi bara ungefär 800 medlemmar av en befolkning på 10 miljoner. Och för



det andra är det extra illa ställt medlemsmässigt bland fysiker som arbetar utanför de akademiska institutionerna. En del av förklaring till detta ligger förmodligen i att många förlorar en del av sin identitet som fysiker när yrkestiteln tappat kopplingen till fysik. Här tror jag vi har ett större problem än vad som gäller inom kemisektorn. Kemister och kemiföretag finns det gott om inom näringslivet, medan de står sämre till med antalet ”fysiker” och ”fysikföretag”. Googlar man på fysikföretag blir svaret ”Menade du fiskeföretag?”.

Att synliggöra fysiken och fysikerna ute i samhället i stort, och inte minst inom näringslivet, är en uppgift vi behöver prioritera framöver. Därför är det extra glädjande att vi nu fått med två fysiker verksamma inom näringslivet i vår nya styrelse. Mycket välkomna in i styrelsearbetet Leslie Pendrill från SP-koncernen och Carl Stigner från Camatec i Karlstad!

Anne-Sofie Mårtensson

ANNE-SOFIE MÅRTENSSON
ORDFÖRANDE I FYSIKERSAMFUNDET



Wallenbergs fysikpris: Polhemskolan i Lund segrare i lagtävlingen



I uttagningsävlingen till årets upplaga av Wallenbergs fysikpris deltog 483 elever från 63 gymnasier runt om i landet. Under fem januaritimmars försökte gymnasisterna bland annat bestämma verkningsgraden för en solfångare, studera gnistbildning i tändstift och undersöka vilken fart en bil kan ha genom en kurva utan att tappa väggreppet.

Resultatet för de tre bästa eleverna

från varje skola räknas samman, och i denna lagtävling segrade i år Polhemskolan i Lund med Danderyds gymnasium och Kitars (Göteborg) på delad andra plats. På delad fjärde plats kom Katedralskolan och Gymnasieskolan Spyken, båda Lund. Dessutom har nu femton finalister valts ut för den årliga finalveckan i Göteborg, och för fem av dessa väntar sen den internationella fysikolympiaden

som i år hålls i schweiziska Zürich. Allra bäst resultat i uttagningsävlingen hade Aletta Csapo från Donnergymnasiet i Göteborg. Hon fick full pott, 30 poäng av 30 möjliga!

Stort grattis till vinnare och finalister, och ett varmt tack till alla lärare som genomfört arrangemanget!

Från forskning till fysikundervisning, 14-15 mars 2016

Välkommen till Skåne och Malmö Museum den 14-15 mars 2016 för en konferens arrangerad av Nationellt resurscentrum för fysik (NRFC) i samarbete med Nationellt centrum för naturvetenskapernas och teknikens didaktik (NATDID).

Konferensen riktar sig till fysiklärare (från lågstadium till och med gymnasie-

skola), lärarutbildare och forskare i fysikdidaktik. Fokus på konferensen kommer att ligga på forskningsbaserade utvecklingsarbeten och på olika sätt som forskning kan påverka och utveckla fysikundervisningen i skolan. **(Anmälningstiden gick ut 12 feb. men restplatser finns.)**

Anmälan och information: <http://www2.fysik.org/konferens/>

Besök samfundets hemsida
www.fysikersamfundet.se



Fysikersamfundet har fått ny styrelse

Vid årsskiftet fick Svenska fysikersamfundet en ny styrelse vars mandatperiod sträcker sig fram till och med 2018:

Anne-Sofie Mårtensson,

Högskolan i Borås, ordförande

Mattias Andersson,

St Petri skolan Malmö

Göran Grimvall, KTH (IVA)

Björgvin Hjörvarsson,

Uppsala universitet (KVA)

Svante Jonsell, Stockholms universitet

Björn Jonson, Chalmers (KVA)

Eva Lindroth,

Stockholms universitet (KVA)

Johan Mauritsen, Lunds universitet

Leslie Pendrill, Sveriges Tekniska

Forskningsinstitut AB, Borås

Carla Puglia, Uppsala universitet

Johanna Rosen, Linköpings universitet

Martin Rosvall, Umeå universitet

Carl Stigner, Camatec Industri-

teknik AB, Karlstad

Jonathan Weidow, Chalmers

På första styrelsemötet omvaldes Joakim Cederkäll till sekreterare och Lage Hedin till skattmästare.

Rätt lösning och vinnare av "Helgnötter 2015"

Nyhet: Nu kör vi igen! Lise Meitner-dagar på Albanova 25-26/11

Till evenemanget bjuder vi in alla Sveriges gymnasieskolor med ett naturvetenskapligt eller tekniskt program att skicka två elever i årskurs två, en flicka och en pojke med ett starkt intresse för fysik. Varje stipendieplats kostar 4 000 kr men även i år kommer det finnas en chans för skolor att få sina elevers platser sponsrade av stiftelser, så se till att anmäla er skola i tid! Vi vill dock gärna uppmana er att hitta lokalt förankrade företag på er ort som kan sponsra era elevers platser under kommande år – då kommer ni vara garanterade platser.

Information om Lise Meitner-dagarna 2016 finns att hitta på vår hemsida www.lisemeitnerdagarna.se.

Har ni några frågor om evenemanget är det bara att maila till info@lisemeitnerdagarna.se.

Vi hoppas att vi ses i höst!

Arrangörgruppen
Lise Meitner-dagarna

NOTERAT

Astronomins dag och natt

8 oktober 2016

astronominsdag.se

Fysikdagarna 27-29 okt 2016

(Se separat information sid 6)

Följ med till Cern

Gymnasielärare i fysik

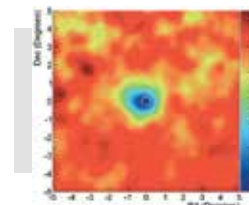
(Se separat annons sid 31)

Julnumrets helgnötter med bildfrågor var svåra visade det sig.

Stort grattis till vinnaren **Sven-Olof Rust** från Karlstad som var ensam om den rätta lösningen och kommer att få boken "Svarta hål" av Bengt Gustafsson per post.

Rätt lösning: A:X, B:1, C:1, D:X, E:2, F:2, G:1, H:2

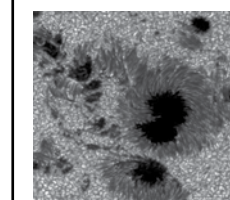
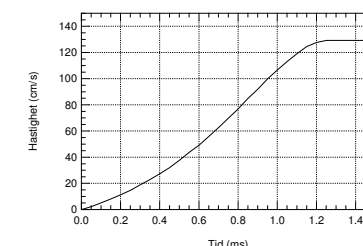
- A** 1 Karlavagnen, fotograferad från La Palma med Jacobus Kapteyn-teleskopet.
X Fotoemissionsbild av nanometerstora laserbelysta antenner av guld, arrangerade så att de efterliknar Karlavagnen.
2 Släppljusfotograferad skålgropsformation (Karlavagnen?) funnen inom världsarvet Hällristningsområdet Tanum.



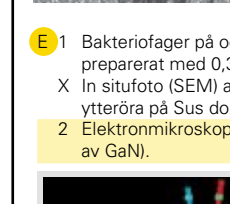
- B** 1 Månen, observerad från Antarktis med hjälp av Ice Cube-projektets neutrinodektorer.
X IR-foto av spinnkylade nanodroppar på flerskiktade Co/Ni-lager.
2 Supernovaresten NGC 2060 i Stora Magellanska molnet, foto från Hubbleteleskopet.



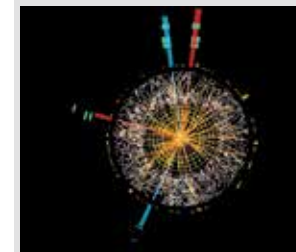
- C** 1 En loppas nästan vertikala rörelse vid upphopp studerat med höghastighetskamera.
X Laserinducerad epitaxiell tillväxt av titanoxid på kiselsubstrat, mätt med kvartskristallmikrobalans.
2 Ljudvågsutbredning i expanderande popcorn, data från konsekutiva mjukröntgenpulser.



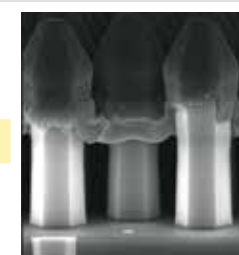
- D** 1 Epidermal brännskada: Excision av eschar med laserterapi, foto Johan Mauritsen, LTH/LU.
X Solens fotosfär: Solfläckar med umbra och penumbra mot en bakgrund av granuler, foto KVA-SST, Göran Scharmer
2 Korrosionsangrepp, Göta älvbron: Släckglödgat gjutstål sensibiliserat genom Cr-karbidutskiljning, foto Jonathan Weidow, CTH



- E** 1 Bakteriofager på odlade herpesvirus, elektronmikroskopifoto (provet preparerat med 0,3 nm tjockt skikt av Au).
X In situ foto (SEM) av vävnadstillväxt på titanimplantat efter 72 timmar i ytteröra på Sus domestica.
2 Elektronmikroskopibild av processade blåa nanotrådslysdioder, (kärna av GaN).



- F** 1 Laserstimulerad fotonemission i näthinnesynapser vid behandling av grå starr.
X Simulering av chockvågsutbredning runt svart hål; Fyra extremt kraftfulla jetstrålar alstras i ackretionsskivorna.
2 ATLAS-händelse 82 614 360; Spår av sönderfallande Higgs-partikel i LHC.



- G** 1 Einsteins torn för solobservationer utanför Berlin.
X Institut för precisionsmätning av gravitationskonstanten, Paris.
2 Marconis station för trådlös telegrafi, Cornwall, England.

- H** 1 Fragment av Maxwells demon, tredje prototypen.
X Rester av August Strindbergs alkemiförsök, i huvudsak bariumnitrid.
2 Ett mumifierat långfinger, närmare bestämt Galileis.

Fysikdagarna 27-29 oktober 2016



Kom till
FYSIKDAGARNA
27-29 oktober 2016

Fysik i nya perspektiv

Svenska fysikersamfundets
konferens på Fysikcentrum vid
Chalmers/Göteborgs Universitet

Lawrence M. Krauss,
Arizona State University

– **A Universe from Nothing:**
Why There Is Something Rather than Nothing
(huvudtalare)

- Plenarföredrag.
- Doktoranders forskning.
- Ämnessektionernas program.
- Kreativt fysiklabb.
- Konst- och fysikfrågetävling.
- Fysikaliska leksaker.
- Presentera dina undervisningsförsök på nya sätt.
- Utställning.
- Experimentera själv.
- Lise Meitner Event i Kungälv.
- Se SP i Borås.

Anmälan och mer information:
www.fysikdagarna.se

Vi ses i Göteborg i oktober!

Fysik i nya perspektiv

Sociala nätverk för forskare

Den digitala revolution har inneburit förändringar för forskarvärlden. Vi kommunicerar och utbyter information med datorer och vi skriver, fackgranskar och läser digitalt. Ett annat fenomen som har dykt upp är sociala nätverk för forskare.

Det finns två huvudtyper av dessa. Vissa har koppling till förlag och har som främsta funktioner att organisera artiklar och referenser. Exempel på sådana är "Mendeley", "ReadCube", "Zotero" och "ResearcherID". Den andra sorten är sociala nätverk i mer bokstavig mening, beskrivna som "facebook för forskare". De marknadsledande i den senare kategorin är "ResearchGate" och "academia.edu".

Vilken funktion fyller då sociala forskarnätverk? Frågan är tudelad: vad tillförs universitetsvärlden, samt vilken är affärsidén? Det senare är relevant, då de företag som driver nätverken är privata och vinstdrivande.

ResearchGate och academia.edu hävdar själva att de drivs av patos att hjälpa akademiker att skapa och upprätthålla kontakter. Vidare framförs att det i dagens samhälle är nödvändigt även för forskare att använda sig av resurser för att marknadsföra sig själv. Man ska ha en profilsida som är synlig och man ska se till att ens framsteg uppmärksammas. Den funktion som många forskare själva hävdar är fördelen med nätverken är dock möjligheten att dela artiklar. Man kan lägga upp digitala versioner av publikationer. Dessa kan sedan läsas, utan att förlag behöver betalas för åtkomst.

Vad gör då nätverken lönsamma? Nyckeln till det är att en av de mest värdefulla resurserna idag är information och

informationsflöde. På våra profilsidor så laddar vi upp information om våra forskningsintressen, publikationer, kontakter, färdigheter och läsvanor. Denna information kan nätverket sammanställa och analysera, för att sedan sälja till högstbjudande. Vidare så genereras vinst genom reklam. Då denna reklam kan göras riktad så kan den bli mycket lukrativ.

Hur tungt väger då fördelarna för forskare? Till att börja med att göra PR för sig själv. Jag ställer mig tveksam till detta. Ett problem är att det finns så många digitala resurser samt att detta landskap ständigt förändras. Hur mycket tid är det rimligt att man lägger ned på att uppdatera sina profiler på "linkedin", "twitter", "google" och "ResearchGate"? Jag ser hellre att vi skapar mekanismer för anställningar och resurstilldelning där betydelsen av sociala nätverk och egen marknadsföring begränsas. Det är bättre om akademiker lägger sin tid på undervisning och forskning.

Delning av artiklar har positiva aspekter. Den kan förenkla när vi letar efter referenser och kan ge snabb åtkomst till material. Vi kan också få tillgång till sådant som annars måste betalas för. Det senare är dock problematiskt. Om det rör sig om en artikel som inte är open access så är det ofta ett brott mot upphovsrätten att dela sin artikel på ett socialt nätverk. Den som felar är dock inte ResearchGate utan den som lägger ut den digitala kopian. Somliga ogillar att förlag överhuvudtaget kan ha upphovsrätt till artiklar

(det är en separat diskussion), men om man har valt att skicka en artikel till en sådan tidskrift och har accepterat villkoren så tappar det argumentet sin tyngd.

Om en artikel är publicerad som open access så är delning på ett socialt nätverk legalt. Å andra sidan så blir det mindre angeläget. Med bra system för katalogisering, och med öppna arkiv drivna av t.ex. universitet, myndigheter eller lärda samfund, så skulle inte en delning av artiklar via ResearchGate tillföra mycket.

Det finns fler aspekter på akademiska sociala nätverk och när det gäller digitala medier så kan allt ändras snabbt. Min nuvarande åsikt är dock en försiktig skepticism. Man kan peka på såväl fördelar som nackdelar. Jag skulle föredra om artiklar delades via mer vederhäftiga kanaler och på otvetydigt legalt sätt. Jag ställer mig tveksam till att gratis bjuda ett vinstdrivande företag på information som de i sin tur samlar in som handelsvara, men inte mer än att jag själv har registrerat mig hos flera av dessa nätverk.

ANDERS KASTBERG,
UNIVERSITÉ NICE

Raketen landar själv

➔ Den 21 december levererade en raket av typen Falcon 9 elva stycken kommunikationssatelliter i omloppsbana kring jorden. Efteråt lyckades det för första gången att landa raketens förstasteg strax invid uppskjutningsplatsen. Därmed kan detta steg i princip återanvändas. Falcon 9 är en av det privata företaget SpaceX' raket. På bilden ser man ljusspåret från raketen när den först startar och sedan landar igen.



Bild: SpaceX

Radiobild med Lofar

➔ De centrala delarna av galaxen M 82 avbildad i mycket långa radiovåglängder (2,5 m/118 MHz [brandgult] och 1,9 m/154 MHz [blått]). De ljusa prickarna är troligen supernovarester. Bilden är cirka 3300 ljusår bred. LOFAR är ett radioteleskop bestående av stationer placerade runt om i Europa. En station ligger vid Onsala rymdobservatorium. De enskilda antennerna är enkelt byggda av ståltråd, armeringsjärn och frigolit men den avancerade signalbehandlingen av de oerhörda datamängderna får allt att fungera som ett gigantiskt teleskop som kan riktas åt flera håll samtidigt.



Bild: E. Varenius/Onsala rymdobservatorium/LOFAR-samarbetet

Vulkan på Pluto?

◀ Bilderna från rymdsonden New Horizons förbiflygning av Pluto i juli 2015 fortsätter att komma till jorden.

Här ser vi ett märkligt berg med en djup sänka på toppen. Är det en kryovulkan som spyr ut is?

Berget är ca 160 km brett och 4 km högt.

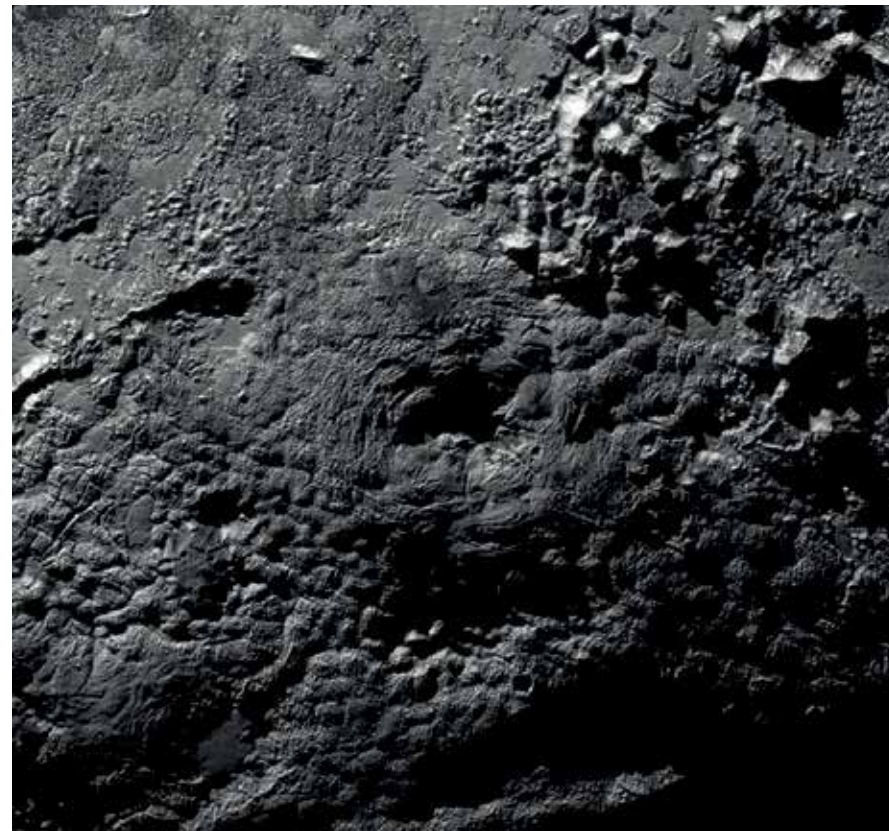


Bild: NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Southwest Research Institute

Renlig galax

↓ Bilden är tagen med OmegaCAM på ESO:s VLT Survey Telescope. Den föreställer dvärggalaxen IC1613. Denna galax har ovanligt lite kosmiskt stoft mellan sina stjärnor. Stoft brukar skymma sikten för astronomer men här kan man se rätt igenom galaxen och därmed räkna alla dess stjärnor. Därför har den varit till stor nytta för astronomerna. Avståndet är 2,3 miljoner ljusår.



ESO/VST/Omegacam Local Group Survey

Utforskningen av rymden är Stas Barabash mission i livet!

Stas Barabash är rymdforskare och projektledare i experimentell rymdplasmafysik och föreståndare för Institutet för rymdfysik i Kiruna sedan 1 september 2015.

Stas kommer ursprungligen från Volgograd men har bott större delen av sitt liv i Moskva. Hur kommer det sig att du hamnade i Sverige egentligen?

– Ja, det är en lång historia, konstaterar Stas för Fysikaktuellt. Jag studerade experimentell plasmafysik vid Moskvaskola och efter en Master of Science började jag att arbeta som ingenjör vid Space Research Institute i Moskva. Under den perioden fick jag två erbjudanden att doktorera utomlands inom mitt ämnesområde. Det var ett erbjudande från Dallas, Texas och ett från Kiruna, Sverige. I mitt dåvarande arbete hade jag samarbetat med båda institutionerna, berättar Stas.

– Jag funderade länge och Kiruna och Institutet för Rymdfysik kändes rätt. Det var en magkänsla och jag har aldrig ångrat mitt val, säger han. Det var rätt beslut, konstaterar Stas så här i backspegeln.

– Vid Institutet för Rymdfysik finns den bästa forskningen i världen och forskningsmöjligheterna är unika, berättar han med en viss stolthet i rösten.

Hur är det att bo i Kiruna med den långa mörka årstiden?

– Forskningen är en livsstil och jag påverkas inte alls av den mörka årstiden. Det är istället olika tidsscheman i olika



projekt som styr arbetsbelastningen väldigt mycket. Vi designar instrument för olika rymdprojekt och när ett instrument som planeras att vara med vid utforskandet av rymden eller någon planet måste byggas, då går det inte att missa tidpunkten när utrustningen skall lämna jorden för att göra sina mätningar eller iakttagelser. För Stas finns många projektidéer som bör genomföras.

Vilken är den mest spännande projektidé som du funderar på?

– Åh, det finns många spännande projekt som man vill genomföra av många skäl. Inte minst kan man vara nyfiken på hur det egentligen hänger ihop.

– Att flyga till Jupiter är nästan verk-

lighet. Jag vill också landa på Månen med våra instrument eller utforska yttersta gränserna av vårt solsystem och var solvinden träffar interstellära mediet, eller att studera fantastiska Uranus.

– Mystiken kring händelser när rymdpartiklar når ytan på Månen, är ett exempel. Hur fungerar mikrofysiken egentligen när rymdplasma når ytan på månen, fortsätter han. Man hör på rösten under vårt samtal att engagemanget och nyfikenheten på rymden gör att en dag på jobbet är som en spännande resa ut i en värld med ständigt nya utmaningar.

Stas berättar att hans forskning om plasma i rymden utanför kroppar i rymden har dominerat hans forskning över tiden.

– Min karriär har haft mycket fokus på Mars och vad som händer med Mars atmosfär. Den övre delen av Mars atmosfär är joniserad och kontrolleras av plasmafysikaliska processer. Om planeten inte har ett eget magnetfält, som Mars, växelverkar jonosfären direkt med det interplanetära plasmaflödet, solvinden. I andra fall kan planetens magnetfält skydda jonosfären och atmosfären från solvinden som till exempel på jorden.

– Frågan är hur mycket denna växelverkan påverkar planetens atmosfär och hur fungerar det om atmosfären och jonosfären inte finns. Vilka fysikaliska processer är det som pågår egentligen i växelverkan mellan solvinden och planeterna.

Hur kommer det sig att det blev fysik?

– Det berättas att redan i femårsåldern visste jag att jag skulle bli fysiker, berättar Stas med viss självdistans. Jag fick ett omätligt behov av att ta reda på hur saker och ting egentligen fungerade, berättar han. När jag sedan kunde läsa så började jag att läsa böcker som förklarade hur saker och ting hängde samman.

Har dina föräldrar en naturvetenskaplig bakgrund?

– De är båda ingenjörer, berättar Stas utan att gå in på några detaljer.

Men under vårt samtal framgår tydligt att Stas har lyckats kombinera både ingenjörskunnande och nyfikenhetsforskning i sina projekt och karriär.

Forskarteamen idag består av både ingenjörer och forskare. De bygger unika instrument, just nu med fokus på plasma-miljöns växelverkan med planeter. Det finns uppdrag från olika internationella projekt att konstruera och leverera säkra instrument för olika rymdstationer.

Stas berättar att tanken svindlar ibland när man tänker på att instrument som man varit med om att bygga kommer att färdas genom rymden och skicka/sända resultat åter till jorden.

– De forskare som kommer att ha nytta av dagens instrument, till exempel dem som i framtiden ska flyga till Jupiter, är inte födda ännu eller kanske bebis, konstaterar Stas. Tidsperspektivet är ibland svindlande inom rymdforskningen.



Stas Barabash

Ålder: 52

Utbildning/examina: Spetsutbildning i fysik och matematik vid Moskvauniversitetets internatskola, M. Sc från Moskva institutet för fysik och teknologi, Ph. D. från Umeå Universitet

Bor: Lägenhet i Kiruna

Familj: Hustru och två tonårsdöttrar

Fritidsintressen: Kinematografi, teater, litteratur, konst, rymdhistoria, natur och fjällvandring

Tidigare arbeten: Ingenjör vid Space Research Institute, Moskva. Rymdforskare och programchef.

Nuvarande arbete: Rymdforskare, programchef, och föreståndare för Institutet för rymdfysik

– Vi som forskar idag har många gånger mätningar från 70-talet som utgångspunkt.

Stas jobbar mycket och ser forskarjobbet som en livsstil. Vad gör du när du behöver rensa tankarna?

– Jag tycker om naturen och fjällen är väldigt vackra att vandra i, men Stas ser helst att vårt samtal har fokus på forskningen.

Familjen är viktig. Stas berättar att han har två tonårsdöttrar och en maka som alla tycks trivas i Kiruna. Döttrarna har blivit flerspråkiga, men deras modersmål är helt klart svenska. Även fast de lärt sig ryska utan brytning i och med att de pratar ryska hemma.

Du talar bra svenska trots att du arbetar i en internationell miljö med engelska som arbetspråk. Hur har du lyckats med att lära dig svenska så bra?

Stas berättar att det var svårt med svenska språket i början. Undervisningen i svenska för invandrare hade för lågt tempo och man träffade få svenskspråkiga. Dessutom så kan alla svenskar engelska så de var snälla och talade engelska istället, vilket gjorde det svårare med svenskan.

– Textade filmer på svenska var en bra metod att lära, tala och se det skrivna ordet. Nyheter på TV och andra inte alltför svåra program var bra för språkutvecklingen.

Vilka förväntningar och förhoppningar inför framtiden har du när det gäller jobbet?

– Jag hoppas att den historiska missionen till Jupiter och dess månar och att vårt instrument kan ge svar på många forskares frågor, säger Stas. Det är det absolut mest viktiga bygget just nu för mig och mitt team.

Att förverkliga strategiska beslut och satsningar som gjordes för cirka trettio år sedan.

Stas och hans forskarkollegor världen över idag är en viktig kugge för att våra barn och barnbarn skall kunna utveckla framtidens kunskaper om rymden. Något som inte alltid framgår i mediabruset.

Vi avrundar vårt samtal, där plötsligt nya strategiska utvecklingsbeslut inför framtiden fått en ny betydelse.

Stas Barabash står på språng och skall delta i en konferens om Merkurius som några italienska kollegor har förlagt till Rovaniemi. Stas älskar verkligen sitt jobb!

MARGARETA KESSELBERG
FYSIKAKTUELLT

Nanokol: en väg till lagring och produktion av energi

Produktion och lagring av energi är två av de största utmaningarna för forskningen när det gäller att tillgodose den ökande efterfrågan på energi. Vätgas är bland de mest lovande framtida bränslena och kan till exempel användas i bränsleceller som omvandlar kemisk energi till elektricitet. Bränsleceller och vätgasbilar finns numera på marknaden men distributionen av bränslet är en av flaskhalsarna. Svårigheten att transportera vätgas gör att många menar att batteridrivna bilar är den bästa lösningen. Det finns dock fortfarande betydande problem med såväl batteriers livslängd som deras laddnings- och urladdningstid.

Under min doktorandtid har jag främst fokuserat på att försöka förverkliga reaktioner i olika energirelaterade tillämpningar, som vätgasproduktion från vatten i vattendelningsprocesser, syrereduktion i bränsleceller och laddnings/urladdningsreaktioner i litiumjonbatterier. Eftersom alla dessa involverar elektrontransport kallas de för elektrokemiska processer.

Ett av de mer kända sätten att lagra energi är med Li-jon-batterier. I dessa används vanligen grafit som elektrodmaterial. Men alternativa material, som olika metalloxider, har visat sig kunna konkurrera med grafit när det gäller batteriernas prestanda, t.ex. för ökad livstid och reducerad laddningstid.

En lovande metod för att producera vätgas, som framtida ersättning till fossila bränslen, är splittring av vatten till väte, med syre som enda biprodukt. Reaktionerna i denna process sker inte spontant, så en katalysator behövs för att de ska äga rum. Även de energigenererande elektrokemiska reaktionerna i bränsleceller är baserade på katalys. Metaller och deras oxider är välkända katalysatorer för dessa reaktioner, varav ädelmetaller såsom platina, rutenium och iridium för närvarande är de bästa. För att göra processerna effektivare och samtidigt reducera kostnaderna överväger forskare världen över

flera olika metoder. En är att ersätta ädelmetallerna med antingen jordartsmetaller eller alternativa organiska katalysatorer. En annan är att reducera mängden ädelmetall som behövs genom att arbeta med strukturer på nanonivå, vilket dessutom ökar katalysatorns effektiva yta. Eftersom alla katalytiska reaktioner sker på ytan av katalysatorn ökar då också materialets effektivitet.

Under min doktorandtid försökte jag att utveckla nanostrukturerade material (strukturer av nanostorlek med väldefinierad morfologi) för effektiv katalys av

de ovan nämnda elektrokemiska reaktionerna. Jag ersatte ädelmetallerna och deras oxider med oxider av övergångsmetaller som järnoxid och koboltoxid. Då elektrontransport är huvudsteget i elektrokemiska reaktioner bör katalysatormaterialet givetvis vara ledande för de involverade elektronerna. Övergångsmetalloxider har tyvärr dålig ledningsförmåga, men den kan förbättras med tillsats av kol. Vi använde kolnanostrukturer såsom kolnanorör och grafen som ledande tillsats till nanostrukturerna av övergångsmetalloxider. Genom att storleken på dessa strukturer är på nanonivå kan elektronerna överföras till kolet så fort de producerats på ytan av oxiden.

För att erhålla en kombination av en effektiv elektrokatalys och optimala skalningsegenskaper studerades varje komponent i elektrodmaterial separat. Vi började med att fokusera på kolmaterial. Från tidigare arbeten insåg vi att införandet av ett gästelement som kväve i kolskelettet modifierar dess egenskaper, bland annat så att det blir katalytiskt aktivt. Vi studerade prestandan hos kvävedopade kolnanorör och grafen, och fann att dessa helt organiska kvävedopade kolnanostrukturer av sig själva (utan metalloxider) visar god katalytisk aktivitet för några av de viktigaste processerna (som syrereduktion i bränsleceller och laddnings-/urladdningsreaktioner i Li-jonbatterier).

Sedan inriktade vi oss mot att få fram ett katalysmaterial bestående av en hybrid av kolnanostrukturer och övergångsmetalloxider. Här användes kol för både stabilisering av metalloxiden i nanostrukturform och för att underlätta laddningsöverföringen. Vi insåg åter att införandet av kväve som gästelement i kolskelettet hos ett nanorör underlättar bildningen av nanostrukturer på ytan; utan kvävedopningen bildades färre, mer inhomogena och mindre stabila metalloid-nanostrukturer på ytan. Vi studerade även morfologier hos olika övergångsmetalloxider, inklusive järnoxid (Fe_2O_3) och koboltoxid (Co_3O_4) för olika katalytiska reaktioner (se figur 1, 2 och 3).

För att en elektrod ska fungera behöver den en så kallad strömvägledare. Den består av ett ledande material, som t.ex. koppar, och dess uppgift är att samla och föra bort de elektroner som producerats under reaktionen. Normalt syntetiseras katalysatormaterialet separat och läggs sedan på ytan av strömvägledaren. Denna kombination fungerar som elektrod (antingen katod eller anod) i den elektrokemiska cellen, men med ett sådant tillvägagångssätt begränsas hela processen till laboratorieskala vilket innebär att uppskalning försvåras. Dessutom blir den tillverkade elektroden inte hållbar och katalysatormaterialet lossnar lätt från ytan av det ledande substratet under den elektrokemiska reaktionen.

För att lösa detta problem försökte vi att odla elektrokatalysmaterial direkt på ytan av en strömvägtagare. Istället för vanliga strömvätagare, som kopparfolie och nickelskum, använde vi ett billigt ledande substrat av kolfiberpapper. Kolfiberpapper ger ett metallfritt och ledande tredimensionellt stöd, som ger god elektrisk kontakt mellan det katalytiska materialet och dess kolfibernet. Vi odlade kvävedopade kolnanorör direkt på kolfiberpapperet för att underlätta optimal laddningsöverföring från kolnanorören till strömvätagaren. Den slutliga elektroden syntetiserades genom att skräddarsy metalloid-nanostrukturerna på kolstödet (se figur 1). Denna tillverkningsteknik löser inte bara det inneboende ledningsproblemet hos metalloxider genom

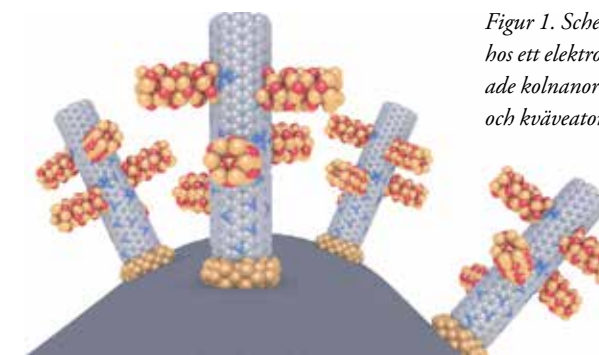
att tillhandahålla en ledande brygga till strömvätagaren, utan ökar också mängden katalytiskt material på grund av kolstödet stora yta.

Komponenterna hos en typisk elektrod med järnoxid-nanostavar odlade på kvävedopade kolnanorör som själva odlas på en fiber visas schematiskt i figur 1. En motsvarande bild tagen med svepelektronmikroskop (figur 2) visar ett stort antal nålformade järnoxidstavar odlade på stommen av ett kvävedopat nanorör. På ett liknande sätt stabiliserades kobolt-

oxid-nanosfärer med stöd av nanorör av kol (se figur 3).

Sammanfattningsvis gav min forskning under doktorandtiden inblick i egenskaper hos kvävedopade kolnanostrukturer (nanorör och grafen) och hur dessa kan tillämpas vid elektrod tillverkning. Detta är ett intressant fält med god potential att utforma morgondagens material för energitillämpningar.

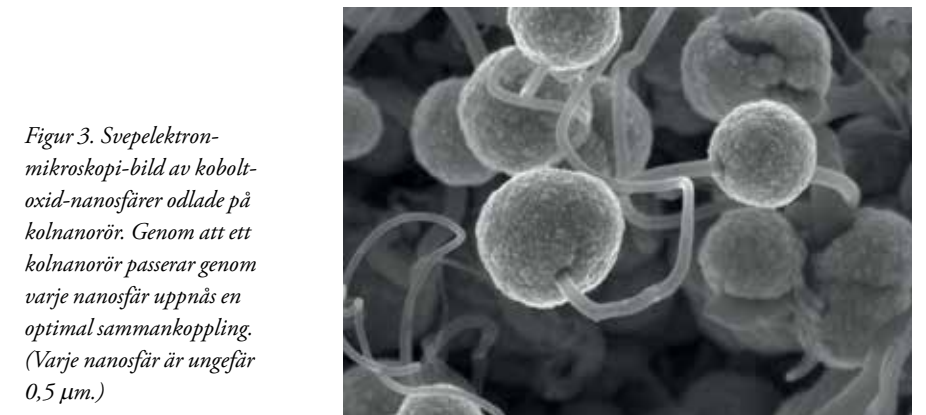
TIVA SHARIFI
UMEÅ UNIVERSITET



Figur 1. Schematisk illustration av strukturen hos ett elektrokatalysmaterial i vilket kvävedopade kolnanorör odlas på en kolnanofiber (kol- och kväveatomer visas i grått respektive blått), och järnoxid-nanostavar odlas på varje kolnanorör (järn- och syreatomer visas i rött respektive gult). För en verklig bild av samma sak – se figur 2.



Figur 2. Bilden tagen med svepelektronmikroskop visar ett stort antal nålformade järnoxid-nanostavar odlade på stommen av ett kvävedopat nanorör.



Figur 3. Svepelektronmikroskopi-bild av kobolt-oxid-nanosfärer odlade på kolnanorör. Genom att ett kolnanorör passerar genom varje nanosfär uppnås en optimal sammankoppling. (Varje nanosfär är ungefär 0,5 µm.)



- Tiva Sharifi
Ålder: 36 år, född i Iran
Bor: Lägenhet i Umeå
Familj: Gift och 10-årig son
- Nuvarande arbete:
Förste forskningsingenjör vid Umeå universitet.
- Framtidsplaner:
Postdoc under två år i USA
- Fritidsintressen:
Friluftsliv, motion i olika former och resor

Forskningen blir en livsstil

Stor nyfikenhet och målmedveten satsning på forskningen driver Tiva Sharifi. Hon är en glad, utåtriktad och välplanerad fysiker som i mars 2015 disputerade vid Umeå universitet. Nu arbetar hon som förste forskningsingenjör på Institutionen för fysik, men planerar att forska vidare i USA till hösten.

Hur kommer sig ditt stora fysikintresse?

– Mitt intresse för vetenskap går tillbaka till min tidiga barndom, berättar Tiva. Jag var mycket intresserad av astronomi redan i grundskoleåldern. Det intresset blev senare indirekt en dörröppnare till den övriga fysiken, fortsätter hon. Tiva konstaterar att fysikintresset har gått från det stora övergripande helhetsperspektivet till nanonivå.

– Jag har alltid tyckt om fysik och direkt efter gymnasiet började jag ett kandidatprogram i mitt ursprungsland Iran, med huvudämnet fasta tillståndets fysik.

Är dina föräldrar akademiskt utbildade i Iran?

– Ja, båda mina föräldrar är utbildade och min mamma är lärare. Vi är tre syskon och alla har vi läst naturvetenskap och

gått i bra skolor. Min ena syster är civilingenjör.

– Tiva berättar att hennes pappa drömde tidigt om att hans tre döttrar skulle få en bra utbildning, vilket inte är helt vanligt i Iran. Min pappa uppmuntade mitt fysikintresse genom att köpa böcker främst om astronomi som var mitt stora intresse vid den här tiden.

– Men det var först under min gymnasietid som jag började att bli intresserad av att resa och uppleva andra kulturer.

Hur kommer det sig att det blev fortsatta studier i Indien?

Tiva berättar att hon gifte sig för sexton år sedan och hennes make, som också kommer från Iran, studerade psykologi och ville studera ämnet i Indien.

– Jag följde med och vi stannade i tre år. Under min tid i Indien läste jag in en masterexamen i fysik. Samtidigt hade jag fått blodad tand på nya resor och miljöer.

– Vi återvände till Iran eftersom det var svårt för min man att arbeta i Indien som psykolog, utan att ha språket och kulturen fullt ut.

Efter masterstudierna i fysik utökades familjen med en son som nu är tio år gammal.

Det är en annorlunda resa som Tiva har att berätta för FA, vid vårt samtal via länk till Umeå. Idag bor Tiva och sonen tillsammans i Umeå. Hon berättar att det faktiskt var ett medvetet val att söka sig till Sverige för de fortsatta studierna.

Du valde Sverige säger du. Vad var det specifikt som lockade dig?

– Spänningen mellan de mörka dagarna och de ljusa långa sommarnätterna var fascinerande och miljö lockade mig. Det var något som jag ville uppleva på plats.

– Dessutom så trodde jag att Sverige skulle vara ett bra land för en kvinnlig forskare.

Varför blev det just Umeå?

– Egentligen var det en tillfällighet utifrån mitt perspektiv. Jag planerade att starta mina kompletterande masterstudier i januari och det var bara i Umeå som man kunde göra det valet. Jag sökte målmedvetet möjligheter att komma till Sverige. Det var många faktorer som avgjorde men praktiska möjligheter till experimentell forskning var viktig. Det fanns bara två universitet/högskolor i Sverige vid den här tiden som hade utrustningen jag behövde för mitt arbete. Det var Chalmers och Umeå universitet.

När kom du egentligen till Sverige?

– Jag kom i januari 2009 till Umeå och började att komplettera min indiska masterutbildning som saknade mycket av experimentella delkurser. Efter ytterligare en masterexamen i fysik från Umeå universitet så ville jag fortsätta som doktorand. Efter kompletteringsstudier och arbete i professor Tomas Wågbergs grupp, öppnade sig en möjlighet att doktorera där.

Efter vårt länksamtal så blir det bestående intrycket att för Tiva är forskningen en nödvändig del av livet, hon tycks ha lätt för att ta tillvara de möjligheter som bjuds även om det krävs otroligt hårt arbete.

Har du några planer på en postdoc?

– Ja, det bär av till Houston, Texas nu i höst, berättar Tiva. Hon har fått klartecken från VR som finansierar tre år, två år på plats och därefter ett år för att bygga upp en egen forskargrupp.

Varför blev det just Houston?

– Ja, det var min opponent som erbjöd mig fortsatt arbete i deras grupp, svarar Tiva med ett glatt leende. Det skall bli otroligt spännande, avslutar Tiva vårt trevliga samtal!

FA önskar lycka till med den framtida nyfikenhetsbaserade forskningen!

MARGARETA KESSELBERG
FYSIKAKTUELLT

Heureka!

FYSIK



Ett lysande fysikläromedel!

Förklarar fysiken!

Med Heureka förstår dina elever det naturvetenskapliga arbetssättet. Förklaringar och texter är elevnära och fångar elevens uppmärksamhet. Till böckerna finns även lärarhandledningar som är ett starkt stöd för dig som lärare.

Gratis läxhjälp på Facebook

Nu erbjuder vi gratis läxhjälp till alla Heurekaelever! Där hjälper våra fysiklärare eleverna med svåra frågor, komplicerade förklaringar och uträkningar. Se själv på www.facebook.com/HeurekaLaxhjalp



Den nya stellaratorn har startat

I nordöstra Tyskland, uppe vid Östersjökusten, ligger Hansastaden Greifswald. Staden var en del av Svenska Pommern mellan 1648 och 1815, och är säte för det äldsta universitet som tillhört Sverige. Om man reser till Greifswald idag så kan man besöka Max-Planck-institutet för plasmafysik, där man precis har färdigställt världens modernaste fusionsexperiment, Wendelstein 7-X.

Kärnfusion innebär att atomkärnor slås samman till tyngre kärnor, och är den process som sker inuti solen. Fusion är alltså motsatsen till fission (kärnklyvning) som används i dagens kärnkraftverk. Många fusionsreaktioner är exoterma, dvs. avger energi, och de är dessutom mycket energieffektiva. Jämför man exempelvis en fusionsreaktor baserad på reaktionen mellan väteisotoperna deuterium och tritium med en fissionsreaktor, så skulle det krävas i storleksordningen 100 kg fusionsbränsle för att driva ett kraftverk på 1 GW i ett år, att jämföra med tiotals ton urandioxid för att driva motsvarande fissionsreaktor. Men om det finns så mycket energi att utvinna genom fusion, varför har vi då inga kraftverk idag? Det beror på den höga temperatur, av storleksordningen 100 miljoner grader, som krävs för att få igång fusionsreaktioner genom att övervinna den elektrostatiska kraft som stöter bort de positivt laddade atomkärnorna från varandra. Vid denna temperatur är all materia joniserad och består alltså av fria

elektroner och joner – ett s.k. plasma. Ett brinnande fusionsplasma måste termiskt isoleras från sin omgivning tillräckligt väl för att fusionsprocessen ska bli självgående. Man brukar säga att energi-inneslutningstiden ska vara tillräckligt lång (i praktiken några sekunder) och hänvisar till den tidskonstant med vilken exponentiell avkylning sker om värmeförlusterna upphör. I solen sker inneslutningen med hjälp av gravitation, men på jorden måste vi av naturliga orsaker använda oss av andra metoder. Ett av de enklaste sätten att skapa inneslutning är genom att använda starka magnetfält och utnyttja Lorentzkraften som verkar på laddade partiklar i rörelse, s.k. magnetisk inneslutning.

Fusionsforskningen påbörjades redan under tidigt 1950-tal. Man kom tidigt fram till att plasmat måste vara format som en torus för att undvika alltför stora energiförluster, och dessutom måste magnetfältslinjerna vara skruvade omkring plasmat. 1951 började Lyman Spitzer vid universitetet i Princeton att skissa på en design som skulle komma att bli världens första stellarator. I en stellarator skapas

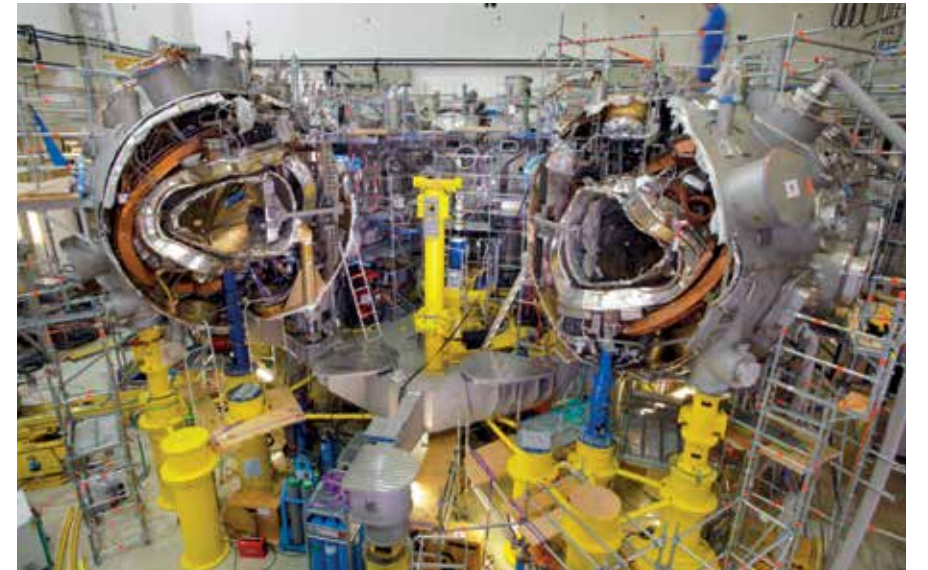
hela magnetfältet av spolar som omger plasmat, och i Spitzers maskin var plasmat format som en 8:a. Samtidigt uppfanns den numera mer välkända tokamaken av de sovjetiska fysikerna Tamm och Sacharov. I en tokamak skapas skruvningen i magnetfältslinjerna av en stark toroidal ström (storleksordningen 10 MA) som drivs i plasmat. Den stora fördelen med detta tillvägagångssätt är att man får symmetri i en dimension, och inneslutningen blir därmed betydligt bättre än för en stellarator. Dessutom är tokamaker relativt enkla att bygga. Därför hamnade stellaratorn i skuggan av tokamaken under flera decennier, trots att stellaratorer har fördelen att kunna drivas kontinuerligt eftersom ingen ström behöver induceras i plasmat, som därmed också blir stabilare än i en tokamak. Endast ett fåtal nationer, främst Tyskland och Japan, har bedrivit stellaratorforskning på storskalig nivå.

Magnetisk plasmainslutning bygger på det faktum att laddade partiklar i en första approximation följer magnetfältslinjer. Dessa bildar toroidala ytor i en stellarator eller en tokamak, och dessa ytor fungerar även som isobarer, dvs. har konstant tryck. Plasmatrycket (vanligtvis några atmosfärer) är störst i centrum av plasmat och noll vid reaktorväggen. Där emellan är trycket alltså konstant på ytor som är parallella med magnetfältet, och eftersom plasmapartiklarna huvudsakligen rör sig längs detta fält stannar de alltså på ytor av konstant tryck. Om detta vore hela sanningen skulle man ha perfekt plasmainslutning. Tyvärr är emellertid partiklarna inte helt bundna till fältlinjerna. För det första kolliderar elektronerna och jonerna hela tiden med varandra och tar vid varje kollision ett litet steg i slumpmässig riktning, och för det andra är fältet inte helt homogent, vilket gör att partiklarna långsamt driver tvärs fältlinjerna. Tillsammans leder dessa processer till att partiklarna utför en slumpvandring genom plasmat och att energin sålunda långsamt diffunderar ut.

Diffusionskoefficienten är ungefär $D \sim v (\Delta x)^2$, där v betecknar frekvensen för stegen i slumpvandringen och Δx steglängden. Den enklaste uppskattningen av dessa storheter leder till $D \propto T^{-1/2} B^{-2}$, där T är temperaturen och B är magnetfältets styrka. När man konstruerade de första tokamakerna och stellaratorerna trodde man därför att den radiella transporten skulle minska med ökad temperatur. Därmed skulle alltså energi-inneslutningen öka, vilket vore mycket positivt ur ett reaktorsperspektiv eftersom man eftersträvar höga temperaturer. Dessvärre visade det sig snart att förlusterna istället ökar med temperaturen. Det finns två anledningar till detta. I stellaratorer fann man att steglängden i slumpvandringen ökar mycket snabbt med temperaturen pga vissa partikelbanor som är särskilt dåligt inneslutna i det komplicerade magnetfältet. Dessutom visade sig alla fusionsplasmor – såväl i tokamaker som i stellaratorer – vara turbulenta pga de enorma temperaturskillnader som finns inom plasmat. Turbulensen leder till stora energiförluster som ökar med temperaturen.

Tokamakforskningen dominerar alltså inom magnetisk fusion, och i södra Frankrike konstrueras nu nästa stora experiment, ITER, genom ett världsomspännande samarbete. Då det emellertid dröjer många år innan ITER står färdig, riktas nu blickarna istället mot Greifswald i norra Tyskland där man vid Max-Planck-institutet för plasmafysik precis har färdigställt stellaratorn Wendelstein 7-X, som togs i bruk den 10 december 2015 och invigdes av förbundskansler Angela Merkel med det första väteplasmamaten den 3 februari i år. Denna anläggning har tagit mer än 10 år att bygga och är den mest avancerade stellarator som hittills konstruerats. Framtiden får utvisa om stellaratorn är lämpligare än tokamaken som energikälla, men helt klart är att med Wendelstein 7-X börjar en ny tid av spännande forskning i plasmafysik.

ALBERT MOLLÉN
HÅKAN SMITH
PER HELANDER
MAX-PLANCK-INSTITUT FÜR
PLASMAFYSIK, GRIEFSWALD



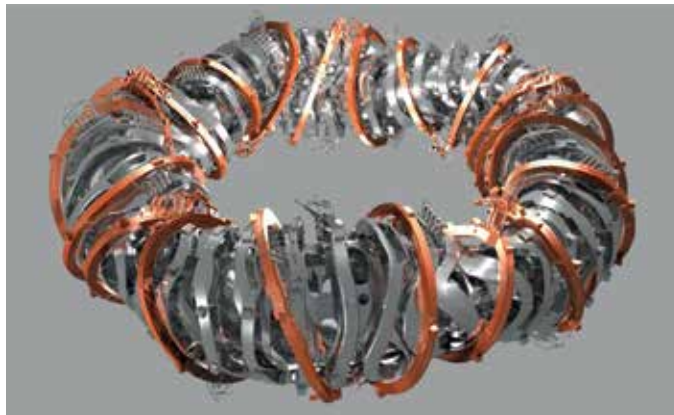
Wendelstein 7-X under uppbyggnad. Copyright IPP.



Det första plasmat i Wendelstein 7-X den 10 december 2015. Plasmat som bestod av helium nådde en temperatur av en miljon grader Celsius och varade i en hundradels sekund. Bara några dagar senare hade man uppnått över 40 miljoner grader. Copyright IPP.



Kontrollrummet för Wendelstein 7-X under det första plasmat den 10 december 2015. Copyright IPP.



Schematisk bild av Wendelstein 7-X som visar hur magnet-spolarerna omger plasmakärlet. Copyright IPP.

Ett världsledande forskningscentrum för material och livsvetenskaper byggs i Lund

European Spallation Source, ESS, som använder neutroner, och MAX-lab, som använder synkrotronljus, kommer tillsammans med all övrig forskningsinfrastruktur i Lund att ge Europa ett världsledande centrum för material och livsvetenskaper. Med denna artikel vill vi ge en översikt över ESS vetenskapliga program och instrumentstationer. Bygget av ESS är i full gång och ESS räknar med att leverera neutroner redan 2019 och starta användarprogrammet för forskare och industri 2023.



De elektriskt neutrala neutronerna kan med fördel användas för att studera material då de tränger djupt in i prover. Genom att reglera neutronernas våglängd så kan man dessutom studera struktur och dynamiska förlopp på en skala från atomnivå, genom nanometerområdet och upp till millimeterskalan. Ingen annan metod ger så mycket synkron information om både dynamisk processer och struktur. Eftersom upplösningen i en neutronspredningsmätning beror på det totala antalet neutroner som träffar den aktuella provytan, så är det mycket viktigt att ha en hög neutronintensitet när man utför dessa experiment. Då neutroner inte kan "skapas" utan måste utvinnas ur existerande atomkärnor är detta en stor utmaning. Om vi lyckas få upp intensiteten i neutronstrålen möjliggör vi signifikanta genombrott inom materialvetenskaper och en ökad förståelse av olika fenomen inom bl.a. fysik, kemi och biologi.

European Spallation Source (ESS) kommer att bli världens främsta och mest avancerade neutronforskningsanläggning när den tas i drift 2019. ESS är ännu ett steg vidare på den utveckling som började med Chadwicks upptäckt av neutronen. En utveckling som inneburit såväl nationella anläggningar som den som drevs fram till 2004 i Studsvik som större internationella anläggningar. Bland de senare hittar vi Institut Laue Langevin i Grenoble i Frankrike som står i särklass med flera internationella medfinansierare och ett fortsatt mycket starkt forskningsprogram. European Spallation Source ERIC är ett internationellt konsortium med för närvarande elva medlemsländer och fyra observatörländer som bidrar till projektet. Fler länder väntas ansluta under de närmaste åren.

Neutronljusstyrkan (brightness på engelska) på ett neutronforskningslaboratorium mäts i antalet neutroner per ytenhet vid forskarens instrument. Den

har kunnat ökas de senaste åren genom en fortlöpande utveckling av spallationstekniken, strålmål och moderatorer. Spallationsneutroner kommer framförallt från det moln av neutroner som slits ut då en lättare kärna kolliderar med en tyngre. Strålen består för det mesta av protoner och strålmålet oftast av en tungmetall som t.ex. tantal eller bly. Ett annat sätt att producera neutroner på är att utnyttja en kärnreaktion eller kaskad av kärnreaktioner, något som ställer mer specifika krav på både stråle och strålmål men som kan göras vid betydligt lägre energier än spallation. De spallationskällor som är i drift idag är alla s.k. kortpuls-källor, d.v.s. strålen med lätta joner (för det mesta protoner) träffar strålmålet i några mikrosekunder långa pulser. Kortpulsanläggningar använder en kombination av en linjäraccelerator och en synkrotron eller ackumuleringsring för att uppnå hög intensitet och korta pulser. Vid ESS kommer forskare att få upp till två stor-

leksordningar mer neutroner på proverna tack vare den långa pulsen på 3 ms och detta 14 gånger per sekund. Neutronpulsens är 3 millisekunder lång jämfört med 100 mikrosekunder vid existerande spallationskällor. På detta sätt undviks den flaskhals som en ring blir p.g.a. rymdladdningsfenomen och injektions- och extraktionsförluster. Dessutom är det lättare att hantera längre pulser vid strålmålet som utsätts för stora termiska och mekaniska påfrestningar. Den högre neutronljusstyrkan kommer att göra det möjligt att studera prover inom bl.a. farmakologi och spintronics med mycket högre upplösning än idag. Detta kommer att föda nya resultat och nya forskningsinriktningar.

Nobelpriset 1994 tilldelades Clifford G. Schull och Bertram N. Brokhhouse för deras pionjärmätningar som med neutroner som prob blottade struktur och dynamik inom fasta tillståndets fysik. Sedan deras tidiga experiment på 40- och

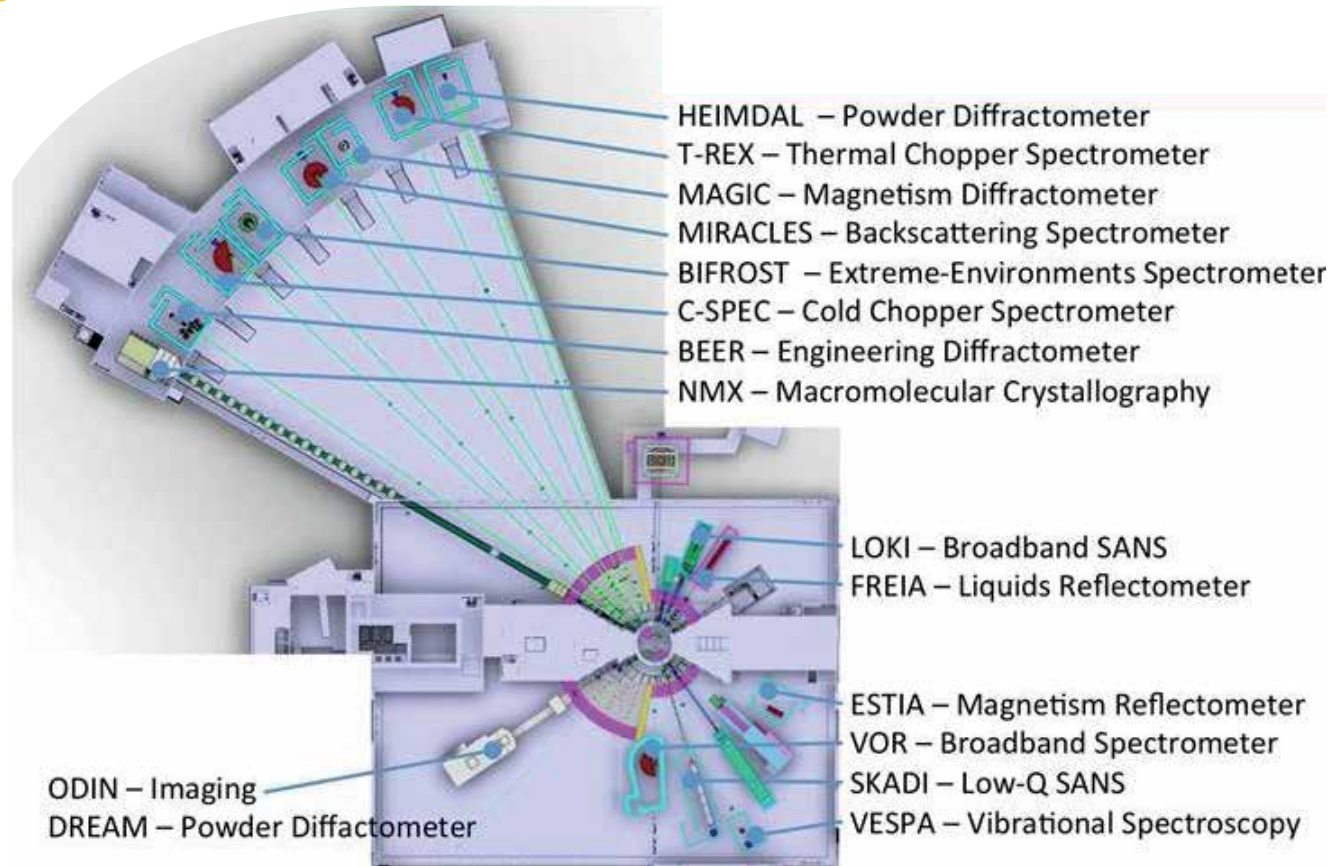
50-talen har mycket skett och neutronspredningsmetoder har utvecklats vidare. Ett instrument kallas den uppsättning neutronoptik, provhållare och detektorer som gör det möjligt att utföra vetenskapliga mätningar m.h.a. neutroner. Bland de instrument-typer som används idag kan nämnas diffraktometrar som genom Braggs lag ger information om strukturen på atomnivå, reflektometrar som genom att reflektera neutroner mot en yta – blottlagd eller dold inuti ett prov – ger information om ytans egenskaper och spektrometrar som genom att mäta förändringar i neutronens hastighet ger information om energinivåer och dynamiska processer i materialet.

De senaste fyra åren har man arbetat intensivt med att utveckla instrument till ESS som ska utnyttja de tekniska fördelarna med en högentensiv långpuls-spallationskälla för att möta de vetenskapliga utmaningar och frågeställningar som vi kan ana framöver. Utvecklingsar-

Figure 1: En översikt av ESS-anläggningen som nu byggs i Lund. Acceleratorn ligger under jord med jon-källan längst till vänster i bild och strålmålet med alla instrument till höger. Längst upp till höger syns MAX-IV och Science Village Scandinavia.

Illustration: European Spallation Source.

betet har gjorts delvis av forskare på ESS, men mest bland institut och universitet runtom i Europa, i medlemsländerna. Detta har genererat ett antal föreslagna ESS-instrument, som genomgått en noggrann utvärderingsprocess där man säkrat sig om ett starkt engagemang från de framtida användarna. Processen började med en öppen utlysning för förslag på instrument, följt av en intern och extern utvärdering. De instrument som slutligen valts har efter beslut i ESS internationella styrelse påbörjat en första fas av ingenjördesign i förberedelse för konstruktion och installation.



I artikeln nedan presenterar vi mer detaljer om 10 av de 16 instrument som visas i fig 2:

(1) BEER är en neutroddiffraktometer för framförallt tillverkningsprocesser, konstruktion och produktutveckling samt verkstadsindustri med anknytning till materialvetenskap. Instrumentet är ett samarbetsprojekt mellan ESS, Tjeckien och Tyskland. Materialstudierna kan ha olika komplexitetsgrad och de kan göras både in situ och in operando, d.v.s. under bearbetning eller under autentiska driftförhållanden. Förutom studier av olika materialegenskaper så kan också termomekaniska diffusions- och fogningsprocesser studeras. Detta innefattar bl.a. studier av materialfasförändringar, spänningar/restspänningar och ytornas olika tillstånd under processer relevanta för termomekaniska processer som exempelvis vid sammanfogning, deformation/bearbetning, kompaktering och sintring.

(2) DREAM är en diffraktometer för prov i pulverform. Pulver-diffraktometri möjliggör snabba mätningar av prover i pulverform och ger strukturinformation för ett stort antal kristallina material. DREAM har utvecklats av ett helt "fotbollslag" av instrumentfysiker, ingenjörer och neutronforskare från nio olika institut och universitet från fem olika europeiska länder. Forskning som gjorts nyligen med pulver-diffraktometri har möjliggjort design av mer energieffektiva och mer miljövänliga elektriska komponenter som t.ex. kondensatorer, ultraljudstransducers, gaständare och sensorer. Denna forskning kan framöver leda till optiska komponenter, minneskretsar och solceller. Dessutom kan den också ge oss bättre industriella molekylära processer för industriell kemisk syntes, separation och katalys. Pulver-diffraktionsexperiment behöver oftast antingen hög upplösning eller hög intensitet, och experimentet kräver stor rymdvinkeltäckning med detektorer för snabb datainsamling samt precisionkontroll av temperatur och

Figur 2: Instrumentering.

Figuren visar en översikt av ESS 16 första instrument. Det finns plats för över 40 instrument men 16 är planerade till 2025. De första 16 är inkluderade i ESS konstruktionsbudget. Källa: ESS.

tryck. Vid DREAM kommer forskare att kunna kontrollera alla dessa parametrar och på så sätt angripa nya frågeställningar kring atomär och magnetisk struktur hos olika material.

(3) ESTIA är en neutron-reflektometer som utvecklats i ett schweiziskt-danskt samarbete. Tekniken ger information om tunna filmers ytor, såsom densitet, tjocklek, grovhet och magnetiska egenskaper. Detta görs genom att mäta intensiteten av neutroner reflekterade i specifika vinklar från ytan. ESTIA kommer att bli det världsledande instrumentet inom detta område med en oöverträffad förmåga att studera små biologiska membran, och böjda eller kurviga ytor. Den kommer att med hög precision mäta den magne-



18 augusti 2015. Foto: Perry Nordeng, ESS.

tiska profilen av tunna filmer och ytbeläggningar på atomär nivå. Resultaten av denna typ av studier förväntas resultera i bättre design och optimering av material för medicinska implantat, sensor-teknologi, energilagring, datalagring och elektronik. En ökad förståelse av nanostrukturen hos i små materialstrukturer förväntas ge genombrott för nya medicindoseringsystem, mer effektiva solceller och bättre skärmt teknik.

(4) SKADI är ett s.k. SANS-instrument (small-angle neutron scattering) byggt för att studera ytstrukturer från nanometer skala upp till hundratals mikrometer. SKADI-projektet är ett tyskt-franskt-holländskt samarbete. Instrumentet kommer att ha ett mycket flexibelt system för provhantering, hög upplösning vid låga vinklar, möjligheter att polarisera neutronstrålen och högsta möjliga våglängdsupplösning då detta är ESS längsta SANS-instrument. De framtida användarna förväntar sig att kunna använda SKADI för i stort sett alla sorters materialvetenskap och livsvetenskaper, och tack

vare att instrumentet är så användarvänligt bör det öppna nya fält inom t.ex. energi, livsmedelsforskning, studier av växthusgas-sekvestering i geologiska lager och studier av magnetism hos nanopartiklar för nya sorters cancerbehandling.

(5) FREIA är en horisontell reflektometer designad av ESS i samarbete med Köpenhamns universitet. FREIA möjliggör studier av t.ex. molekylära tunna filmer på ytan hos vätskor och gränssnittet mellan fasta material. Detta är speciellt viktigt vid studier av polymerer, rengöringsmedel (detergent) och biomaterial för bl.a. mer industriella tillämpningar som kosmetika, rengöringsmedel, livsmedelstekniska material och material för energiteknik. En förståelse för nanostrukturen och dynamiken hos dessa strukturer är en förutsättning för att kunna utnyttja deras självorganiserande egenskaper och minimera deras miljöpåverkan. FREIA är optimerad för att studera snabba förlopp med hög tidsupplösning för att studera t.ex. bildandet av tunna filmer, omlokalisering och molekylär växelver-

kan på en ms tidsskala. Genom mer och ny information om självorganisation och ytreaktioner så kan FREIA bidra väsentligt till avancerad design av material för kemiska och biologiska sensorer för medicinska och forensiska tillämpningar och läkemedelsinkapsling. Dessutom kan den också bidra till design av bättre målriktad frisättning av aktiva substanser för ny terapi, "gröna" emulsioner och till nya framställningsmetoder baserade på biotensider och biokompatibla "smarta" ytbeläggningar.

(6) HEIMDAL är ett helt nytt koncept där pulverdiffraktion, lågvinkel-spridning (SANS) och avbildningsteknik förs samman i ett och samma instrument. Framsteg inom materialvetenskap kommer framförallt från en djupare förståelse av sambandet mellan struktur och dynamiska materialegenskaper och strävan efter detta återspeglas inom alla typer av forskning av den fasta materian t.ex. genom metoder som högupplösande kristallografi till kinematiska studier. En bättre förståelse av struktur och kinema-

tik är helt enkelt en förutsättning för design av nya och bättre material. Historiskt sett har material alltid studerats under stabila förutsättningar (jämviktsstillstånd) långt från de tillstånd materialet befinner sig i verkliga miljöer. Tendensen idag är att studera material i mer realistiska tillstånd på många längdskalor. HEIMDAL kombinerar state-of-the-art neutronpulverdiffraktion (TNPD), lågvinkel-neutronspridning (SANS) och neutronavbildningsteknik(NI) för att studera material under realistiska förhållanden. Ett klassiskt exempel som visar var detta behövs är heterogen katalys som beror på atomstrukturen av katalytiska nanokristalliter i en mikroporös matris. TNPD mätningar kan göras på en skala från 0.01 till 5 nm, SANS mätningar kan göras i nm området från 2 till 100 nm och NI på skalan 0.05-50 mm. Kombinerat når man med detta 9 storleksordningar. En så stor spännvidd är väsentlig då t.ex. studier av avancerade funktionella material ofta kräver en förståelse av dess respons till extern påverkan av gasflöde, tryck och temperatur. I sekventiella studier i olika instrument kan det vara mycket svårt att försäkra sig om att alla dessa parametrar är konstanta eller kan återskapas för hela studien.

(7) C-SPEC – Cold Chopper spektrometer – är en Time-Of-Flight-spektrometer (TOF) som används inom direkt geometri. Den kommer att användas för studier av struktur, dynamik och funktionalitet hos stora hierarkiska system som vätskor, kolloider, polymerer, skum, geler, granulära material och biologiska material. I större användarperspektiv så kan instrumentet också användas för studier av energibärande material och magnetism. Instrumentet utvecklas som ett tysk-franskt samarbete. Ett styrkeområde för instrumentet är att det kan användas för studier av levande celler. Instrumentet för samman väl beprövade teknologiska lösningar med en förmåga att också ge ett bra signal över brus-förhållande vid högsta möjliga upplösning. Detta är mycket viktigt för t.ex. studier av biologiska system där mobiliteten av väte i vatten är högst avgörande för dess funktion. C-



27 oktober 2015. Foto: Roger Eriksson, ESS.

SPEC kommer att kunna bidra väsentligt till vår förståelse av "levande material".

(8) VOR är en mångsidig och högupplösande chopperspektrometer. Detta spektroskopiska instrument kommer att med enda mätning ge data om dynamiska processer över ett stort antal längd- och tidsskalor. Det kommer att möjliggöra observationer av hitintills oobserverade fenomen. Instrumentet har en design som ger upp till två storleksordningar högre flöde av neutroner på provet jä-

fört med andra liknande instrument, vilket kommer att möjliggöra studier av fluktuationer i biologiska material och in situ-studier av katalytiska processer. Det kommer också att skapa nya möjligheter i studier av globalt beteende i mer exotiska fysikaliska fenomen. VOR kommer att sätta en ny standard för initiala och övergripande studier av nya material och kommer antagligen att främst användas som ett instrument som med kort accesstid kan hantera stora mängder prover inom flera vetenskaper som materialvetenskap och kemi.

(9) ODIN är ett "Neutron Imaging" (NI) instrument, på svenska ett neutronavbildnings instrument. Det är utvecklat på ESS tillsammans med forskargrupper i Tyskland och Schweiz. NI används inom ett brett vetenskapligt område som inkluderar industriella tillämpningar inom ingenjörsvetenskaperna, utveckling och icke-destruktiv provning av nya material, biologi och arkeologi. Detta är möjligt då NI kan se strukturer och processer inne i massiva objekt på en makroskopisk nivå från tiotals mikrometer till tiotals centi-

meter. ODIN kommer också att använda time-of-flight data som med hjälp av speciella algoritmer och tack vare ESS överlägsna ljusstyrka och flexibilitet gör det möjligt att samla reciprok rumsinformation (på nano-meter nivå) vilket öppnar helt nya tillämpningar för de nämnda ämnesområdena och nya möjligheter för t.ex. "mjuka material" och magnetism. Detta kan t.ex. ha stor betydelse för industriella produktionsprocesser, energi effektivitet, magnetiska lagringsmedia, transport säkerhet och för hälsosektorn.

(10) BIFROST är en indirektgeometrispektrometer som fått sitt namn efter den svårfunna regnbågsbron i nordisk mytologi som går från gudarnas värld till den mänskliga världen. BIFROST är optimerad för snabba mätningar i det horisontella spridningsplanet vilket möjliggör rutinmässiga studier av dynamiska egenskaper för små prover där temperatur, tryck och magnetiska fält kan kontrolleras. Instrumentet är designat för att maximera nyttan av ESS långa neutron puls för hög upplösning vilket åstadkommes med hjälp av ett innovativt prismatiskt system. Tio olika kristallanalytatorer fördelar neutroner som sprids på provet i 30 olika energi kanaler till 30 olika detektorer i samma experiment. Genom BIFROST speciella design så kan dessutom instrumentet på ett unikt sätt kombinera time-of-flight information från neutronkällan med energi information från de många kristallkanalerna. ESS unikt höga ljusstyrka gör det möjligt att med BIFROST studera mycket mindre prover än vid existerande neutronanläggningar. Denna fördel gör det möjligt att med neutronspektroskopi göra tidiga studier av helt nya material som till exempel högttemperatursupraleidare och kvantum-magneter. Genom att öppna möjligheten att enkelt och snabbt kunna studera mycket små prover så kommer BIFROST göra det möjligt att rutinmässigt använda neutroner i utvecklingscykeln för nya material.

Det är möjligt att ESS också kommer att användas för fundamentalfysik som t.ex. för att söka efter neutroner som i likhet med neutrinos kan oscillerar och bli anti-neutroner, men om denna del av ESS vetenskapliga program hoppas vi att få återkomma i en senare artikel för Fysikaktuellt. Författarna vill tacka Roger Eriksson, Sindra Petersson Årsköld och andra kollegor på ESS för hjälp med artikeln.

PASCALE DEEN,
EUROPEAN SPALLATION SOURCE ERIC
MATS LINDROOS,
EUROPEAN SPALLATION SOURCE ERIC
OCH FYSISKA INSTITUTIONEN,
LUNDS UNIVERSITET

Effektiv teori för att beskriva atomkärnor

År 1935 publicerade Hideki Yukawa **mesonteorin**. I den beskrivs den starka kraften mellan två nukleoner som ett utbyte av en meson, sedemera identifierad som en π -meson, eller kortare, pion. Detta kan anses vara startskottet för modern kärnfysik. Redan under slutet av 1930-talet spekulerades det i att om utbyte av en pion genererar en kraft mellan två nukleoner, så borde utbyte av flera pioner kunna generera en kraft mellan tre eller flera nukleoner. Det skulle dock dröja ett halvt sekel, och göras diverse misslyckade försök, innan dessa två-, tre-, och även fler-nukleonkrafter kunde formuleras inom ett och samma teoretiska ramverk, nämligen **kiral effektiv fältteori** (χ EFT.)

En trenukleonkraft är en *irreducibel* kraft mellan tre nukleoner. Med det menas att den inte kan delas upp och ersättas av en summa av flera tvånukleonkrafter som en *reducibel* trenukleonkraft kan (figur 1a). Tidiga beräkningar av atomkärnors egenskaper visade tydligt att det faktiskt krävs en trenukleonkraft för att uppnå en realistisk beskrivning av mätdata, både kvantitativt och kvalitativt. Detta trots att den är minst tio gånger svagare än tvånukleonkraften. År 1957 konstruerades *Fujita-Miyazawakraften* (figur 1b). Det är den enklaste och mest kända *irreducibla* tvåpionutbytet mellan tre nukleoner.

Man kan matematiskt bevisa att det inte går att mäta trenukleonkraftens

styrka (Glöckle-Polyzou teoremet). Så under två till tre årtionden famlade kärnfysiker i mörker och kokade ihop diverse två- och tre-nukleonkrafter, utan vägledande ingångsdata och nästan helt utan någon bakomliggande systematisk teori.

Räddningen kom när kvarkarna upptäcktes och symmetrierna som ligger till grund för kvantkromodynamik (QCD) formulerades och kartlades under tidigt 1970-tal. I två banbrytande artiklar, som publicerades åren 1979 och 1990, formulerade Steven Weinberg grunden för χ EFT vilket gjorde det möjligt att analysera kraften mellan nukleoner utifrån QCD och dess symmetrier. En viktig insikt var att den så kallade kiral symmetrin i QCD-ekvationerna bryts på grund

av kvarkarnas massor, och att detta spelar en avgörande roll för beskrivningen av kraften mellan nukleoner. Om man antar att kvarkarna är masslösa måste de ha en så kallad kiralitet, det vill säga vara *vänsterhänta* eller *högerhänta*, beroende på hur deras spinvektors orientering är i förhållande till rörelsemängdsvektorn. (Ordet kiral kommer från det grekiska ordet för "hand".)

Men eftersom kvarkarna har massa kan man, enligt Einsteins relativitetsteori, alltid göra ett koordinatbyte så att spinvektorerna byter riktning i förhållande till kvarkarnas rörelsemängdsvektorer, och på så vis bryts den kiral symmetrin. En nödvändig konsekvens av det kiral symmetribrottet är pionens existens, och att denna har massa. Eftersom symmetribrottet är väldigt svagt så får pionen en liten massa jämfört med övriga hadroner, 138 MeV, medan nästkommande relevanta meson, rho, har 770 MeV. Som en följd av att pioners och kvarkars symmetrier vid låga energier är tätt kopplade så dominerar fysiken vid lågenergigränsen av QCD, kärnfysik, av just pioner. Högenergigränsen av QCD, partikelfysik, dominerar däremot av kvarkar och gluoner. Att pioner och nukleoner är allt som behövs för att beskriva nukleonväxelverkan har alltså ett mycket fundamentalt ursprung. χ EFT sluter på så vis cirkeln till Yukawas mesonteori på ett väldigt elegant sätt. Som vi snart kommer att se finns det även djupgående kopplingar till Fujita-Miyazawas trenukleonkraft.

Startpunkten för att systematiskt beskriva kärnfysik utifrån QCD via χ EFT är att konstruera ekvationer för pioner och nukleoner med symmetrier som överensstämmer med alla bevarade och brutna symmetrier i QCD. För att genomföra praktiska beräkningar tar man vara på det uppkomna gapet i hadronernas massspektrum. Det går nämligen

att visa att de matematiska uttrycken för kraften mellan nukleoner kan skrivas som en summa av termer där varje term är proportionell mot $(Q/\Lambda)^v$, med $Q \sim m_\pi$, $\Lambda \sim m_\rho$, och där $v=0,1,2,3,\dots$ bestämmer den så kallade kiral ordningen för varje term.

Varje term kan tolkas som ett växelverkningsdiagram. Dessvärre genereras oändligt många termer. Så för att göra teorin hanterbar måste antalet termer eller diagram approximeras till en ändlig mängd. Innan dess måste diagrammen ordnas så att de som ger stora bidrag till kraften inkluderas på bekostnad av mindre väsentliga diagram. Med hjälp av matematiska argument kunde Steven Weinberg formulera en överordnad princip, numera kallad *Weinberg power counting*, för att kategorisera storleken, det vill säga den kiral ordningen, för ett diagram. I princip beräknas v för ett givet diagram genom att summera förekomsten av antalet nukleonlinjer, pionutbyten, och loopar. Därefter kan man systematiskt generera alla diagram för två- tre- fyr- ... flernukleonväxelverkan som behövs för att beskriva atomkärnans egenskaper (figur 2). Redan vid första ordningen, dyker Yukawas pionutbyte upp, vilket är ett gott tecken. Det existerar två huvudtyper av diagram: (1) Piondiagram som motsvarar fysikaliska processer med längre räckvidd. Tolkningen är att de senare diagrammen representerar processer som ligger utanför upplösningsförmågan för χ EFT, $R \sim 1/\Lambda$.

Trenukleonkraften dyker nu upp automatiskt som en samling termer i ekvationerna. Dessutom dyker den som tidigast upp två kiral ordningar efter tvånukleonkraften. Sammantaget ger detta en mycket elegant förklaring till varför trenukleonkraften är svagare än tvånukleonkraften. Vid högre ordningar tillkommer fyranukleonkraften, som i alla beräkningar hittills visat sig vara mycket svag. Vid beräkning av atomkärnors egenskaper är, sedan 10 år tillbaka $v=4$, den vanligaste förekommande ordningen, dock används oftast trenukleonkraften från ordning $v=3$.

	Tvånukleonkraft	Trenukleonkraft	Fyranukleonkraft
LO (v=0)		inget bidrag	inget bidrag
NLO (v=2)		inget bidrag	inget bidrag
NNLO (v=3)			inget bidrag
N3LO (v=4)			
N4LO (v=5)			

Figur 2. Schematisk bild av nukleonväxelverkan i χ EFT. Heldragnalstreckade linjer är nukleoner/pioner. Små och stora prickar, fyrkanter, och diamanter indikerar i princip den kiral ordningen för motsvarande pion-nukleon kopplingskonstant. Den första ordningen, $v=0$, betecknas LO efter engelskans leading order. Där återfinns utöver Yukawas pionutbyte (röd box) även en kontaktterm. Ordningen $v=1$ innehåller inga

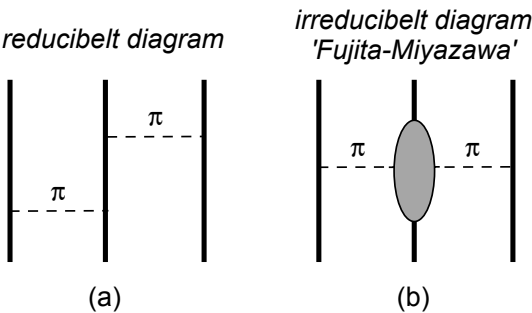
diagram på grund av paritet- och tid-symmetrier. Vid $v=2$ (NLO efter next-to-leading order) tillkommer första ordningens tvåpiondiagram och en summa av ytterligare sju stycken kontakt-diagram. Vid $v=3$ (NNLO efter next-to-next-to-leading order) tillkommer fler tvåpiondiagram samt första ordningens trenukleondiagram, däribland Fujita-Miyazawa termen (röd box).

För att göra förutsägelser med hjälp av χ EFT måste ett antal kopplingskonstanter (prickar, fyrkanter, och diamanter i figur 2) först bestämmas utifrån experimentella data. Vanligtvis används mätningar av nukleoners och pioners reaktionsegenskaper, såsom deras spridningstvårsnitt, samt bindningsenergier och radier för några lätta atomkärnor, till exempel väte, helium. Det innebär en avancerad kalibrering att anpassa kopplingskonstanterna i χ EFT utifrån mätdata. Under de senaste tre åren har man därför börjat utnyttja matematiska optimeringsmetoder. På så vis har prediktionsförmågan för χ EFT ökat avsevärt. Tillsammans med nya beräkningsmetoder och superdatorer har detta lett till att man äntligen kan ge en korrekt beskrivning av radien för lätta och medeltunga atomkärnor utifrån ab initio-beräkningar. I synnerhet medför detta att sådana beräkningar nu kan ge en välgrundad förutsägelse för neutronernas utsträckning i en så pass tung atomkärna som ^{48}Ca . Förutom att neutronernas utsträckning bestämmer storleken på en atomkärna, så påverkar

den även hur många olika atomkärnor som kan existera, samt radien på neutronstjärnor ute i rymden. Just neutronernas egenskaper är svåra att mäta eftersom de, till skillnad från protonerna, inte har någon elektrisk laddning. Först inom ett par år kommer neutronfördelningen i ^{48}Ca att bestämmas experimentellt.

Eftersom χ EFT representerar en systematiskt förbättringsbar teori för nukleonväxelverkan är det nu också för första gången möjligt att uppskatta även systematiska osäkerheter i grundläggande kärnfysik. Några frågetecken återstår att rätta ut, till exempel diskuteras förbättringar av *Weinberg power counting* och konvergensens egenskaper för χ EFT. Men i ljuset av tidigare försök att förklara två- och tre-nukleonkrafter så är χ EFT ett överlägset verktyg för att analysera egenskaperna hos kraften mellan protoner och neutroner och på så vis ge oss ny kunskap om byggstenarna för materien runt omkring oss.

ANDREAS EKSTRÖM
UNIVERSITY OF TENNESSEE
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA



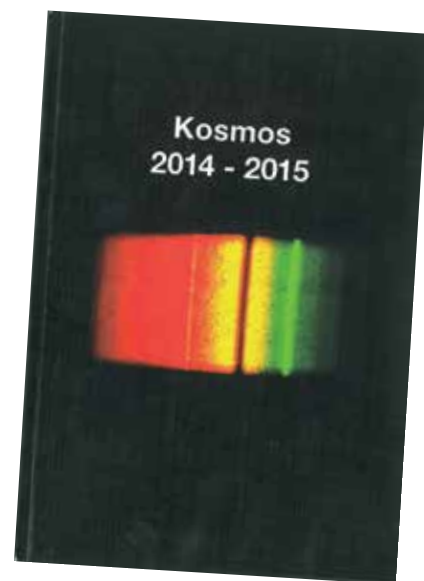
Figur 1. Exempel på "äta" och "oäta" trenukleonkrafter. Svarta/streckade linjer representerar nukleoner/pioner. (a) Ett reducibelt trenukleondiagram. Motsvarande korrelation kan genereras genom att iterera ett pionutbyte. (b) Fujita-

Miyazawa-kraften representerar den enklaste irreducibla trenukleonkraften. Två pioner korrelerar tre nukleoner genom ett utbyte som inte kan förenklas. Den grå ellipsen representerar olika kopplingar mellan pioner och nukleoner.

Fysikersamfundets årsbok Kosmos 2014-2015

Årets upplaga av Kosmos har dubbel årgångsbeteckning. Redaktören, Leif Karlsson, motiverar dubbleringen bland annat med att han vill ha med några artiklar om ljuset i årets utgåva, och 2015 utsågs ju av UNESCO till "ljusets år". Det finns nog också en annan orsak, nämligen att utgivningarna under de senaste åren haft en viss eftersläpning; till exempel kom Kosmos 2013 ut först i slutet av 2014. Genom en dubbelårgång kommer man nu bättre i takt med tiden. Detta är bra. Det får dock den konsekvensen att den traditionsenliga presentationen av Nobelprisen i fysik får några luckor. Konkret syftar jag här främst på att någon speciell artikel om 2013 års fysikpris, det till François Englert och Peter Higgs, inte finns i någon Kosmos-årgång. Detta kompenseras dock av en utomordentlig artikel om fysiken bakom den prisade upptäckten i Kosmos 2012, en artikel skriven av Gunnar Ingelman och Jonas Strandberg men innan priset tillkännagavs. En liten redaktörsanmärkning kring detta förhållande hade varit på sin plats.

År 2015 som ljusets år uppmärksammas alltså med två artiklar. Den första är skriven av Bo Monemar och handlar om 2014 års Nobelpris i fysik till Isamu Akasaki, Hiroshi Amano och Shuji Nakamura för uppfinningen av effektiva blå lysdioder vilka möjliggjort ljusstarkare och energisnåla vita ljuskällor". Det rör sig om halvledardioder som kan alstra ljus. Svårigheterna har varit att hitta halvledarmaterial som kan tjäna som sådana dioder i det mera kortvägiga ljusområdet, blått eller violett. Monemar reder förtjänstfullt ut begreppen och hur svårigheterna så småningom kunnat övervinnas, med dagens säkra och energisnåla LED-lampor som resultat. Monemar tar också



Kosmos 2014-2015
Svenska Fysikersamfundets årsbok
Förlag: Swedish Science press
Utgivningsår: 2015
ISBN: 978-91-86992-32-3
Antal sidor: 124

De två följande artiklarna är skrivna av en annan verklig fysikveteran, Ingemar Bergström. Med hjälp av Veronica Grünfeld delar han i sitt första bidrag frikostigt med sig av sina minnen kring möten med många kända fysiker. Han beklagar att hans mentor, Manne Siegbahn, aldrig skrev ned sina motsvarande reflektioner. Vi är tacksamma för att Ingemar har gjort det! Den andra artikeln av Bergström-Grünfeld tar upp några aspekter på fysikens samspel med några andra vetenskaper.

Om svenskar som inte fick men kom nära ett Nobelpris i fysik handlar Mats Larssons intressanta bidrag. Han tar upp Janne Rydberg, Bengt Edlén och Knut Ångström. Jag tolkar Larsson som att han anser att Nobelpriskommittén klarat de svåra avvägningarna väl.

I slutartikeln följer Stephan Schwarz (närmare presentation, liksom foto, saknas!) upp sina tidigare artiklar om tyska forskare under nazitiden med en analys av förhållandet mellan Werner Heisenberg och Carl Friedrich von Weizsäcker i ett kritiskt skede under andra världskriget.

Sammanfattningsvis en god Kosmos-årgång som redaktören skall ha en stor eloge för!

BENGT E Y SVENSSON
LUNDS UNIVERSITET

Ingenjörskonst för barn

Inga och Leo löser allt
Malin Yngvesson och
Andrea Pettersson
Förlag: Fri Tanke
Utgivningsår: 2015
ISBN: 978-91-87935-29-9
Antal sidor: 28



Hur får man barn att tycka att ingenjörskonst är spännande? Hur får man dem att tycka fysik är spännande? Det behöver man inte! De tycker att det är spännande – men hur får man dem att behålla den naturliga nyfikenheten?

Det är viktigt att de utsätts för spännande exempel och ges en möjlighet att rikta sin naturliga nyfikenhet, men också sin kreativa förmåga, i den här riktningen. På så sätt får de en positiv bild av vad det innebär att arbeta med naturvetenskap. Om en sådan bild planteras redan i unga år bär barnen den med sig upp genom åldrarna och har den förhoppningsvis kvar när det är dags för dem att välja inriktning på sin utbildning.

I grundskolan har de senaste åren fokus skiftats mer och mer mot de naturorienterade ämnena. Detta efter att de tidigare hamnade lite i skymundan för andra ämnen, kanske för att pedagogerna tycker

naturvetenskap är svårt och besvärligt att arbeta med. Men egentligen är det precis tvärtom. Naturvetenskapliga ämnen är ju hur spännande som helst! När man arbetar i grundskolan och undervisar på lågstadiet, blir man glad när man får tag på en bok som "Inga och Leo löser allt".

Boken är skriven av två studenter som en del i ett större projekt som handlar om att fånga barns intresse för naturvetenskap i allmänhet och ingenjörskonst i synnerhet. Både Andrea Pettersson och Malin Yngvesson studerar vid Lunds tekniska högskola: Andrea läser till civilingenjör inom Ekosystemteknik och Malin läser Industridesign. Båda har sedan tidigare erfarenhet av att arbeta pedagogiskt med barn, bland annat på Vattenhallen i Lund, men också i SVT:s sommarlovsmorgon.

För att utvärdera boken placerade vi den i det sammanhang den är av-

sedd för: en tredjeklass i Flygelskolan i Lund, där en av oss (Jenny) undervisar.

Boken var lätt att integrera i avsnittet om teknik som eleverna arbetar med i denna årskurs. Inte minst för att den innehåller så mycket fakta som direkt kan knytas till vardagen. Den förklarar till exempel på ett tydligt sätt hur såväl en slanghållare som en mätlaser fungerar. Boken stimulerade till diskussioner i klassen som hade kunnat pågå i evigheter.

Det är spännande att få följa med Inga runt på universitetet. När hon träffar professor Väte i hans laboratorium hamnade eleverna i diskussioner om vad ett laboratorium är, och vem som arbetar där. Och kan man verkligen ha ett sådant arbete som professor Väte har?

Eleverna i trean inspirerades rent av till att själva bli uppfinnare. Med professor Vätens uppfinning, solbilen, som inspiration blev det många ritningar av nya saker i klassen.

I texten finns det många ämnesspecifika ord som bygger upp textens innehåll. Bilderna i boken är väldigt fint gjorda och man märker att de är väl genomarbetade, med många detaljer som kräver att man tittar på dem många gånger och ger utrymme för vidare diskussioner. Det är också roligt att författarna har använt sig av verkliga miljöer från Lund i boken.

Förklaringarna som ges i boken är precis som bilderna väl genomarbetade och noga utvalda. Med sin gräddbulleförstorare som har blivit något av projektets signum kittlar Inga barnens fantasi: Kan man få en gräddbulle att växa? Hur gör man det? Inga förklarar att om man pumpar bort luften runt gräddbulle så får den mer plats och kan breda ut sig – det är bara synd att den krymper igen när man ska försöka äta den.

Vi kan varmt rekommendera boken till andra lärare och ser med spänning fram emot uppföljaren.

JENNY KRAMSÖ, FLYGELSKOLAN LUND
JOHAN MAURITSSON, LUNDS UNIVERSITET

Ladda batterierna trådlöst

Mobiltelefoner, bärbara datorer, surfplattor, bormaskiner, kameror, elbilar och många andra tingestar behöver precis som vi människor då och då ladda batterierna. Det sker allt oftare trådlöst.

I var mans mun

Det första patentet på en el tandborste beviljades redan 1940 (<https://www.google.com/patents/US2196667>) och den påminde mycket om dagens design. Den första elektriska tandborsten, Broxodent, tillverkades i Schweiz i mitten på 1950-talet för Broxo S.A. (Société Anonyme) och anslöts till ett vanligt vägguttag. Den infördes i USA 1959 av Squibb and Sons Pharmaceuticals (figur 1).

I badrummet vill man slippa ledningar med nätspänning och General Electric introducerade i början av 1960-talet en sladdlös tandborste med laddningsbara NiCd-batterier och ett laddningsställ. NiCd-batterier från den tiden hade en kort livslängd. Batterierna var förseglade inuti tandborsten, som måste kasseras när batterierna var slut. Numera har de flesta tandborstar ett NiMH-batteri, som faktiskt kan bytas om man har en lödpenna och är lite händig. Givetvis finns modeller som via Bluetooth (!) kopplar tandborsten till mobilen, som då kan påminna, styra och hålla koll på borstningen.



Figur 1: Den första el tandborsten marknadsfördes i USA under namnet Broxodent.

Energien överförs från laddaren till tandborsten med hjälp av ett växlande magnetfält genom plasten, s.k. induktiv laddning. Tandborsten (B) med sin spole placeras på den inkapslade spolen (A) som sticker upp från laddaren (figur 2). Principen är densamma som för en transformator med primärdelen i laddaren och sekundärdelen i tandborsten.

För att få effektiv överföring mellan spolarna skickar laddaren en växelström med hög frekvens genom spolen (A), en

frekvens som jag mätt upp till 21,6 kHz på min "Oral B". Även induktionsspisar har av samma skäl hög frekvens. I spisens överdel finns en platt spole, vars växlande magnetfält skapar s.k. virvelströmmar i kokkärlets botten, som därvid blir varm. Genom att ha ferro- eller ferrimagnetiskt material i botten kommer energiförlusten vid ommagnetiseringarna (hysteres) också bidra till uppvärmningen.

Inne i tandborsten finns en likriktare för att strömmen ska kunna ladda batteriet, som i sin tur driver en motor, som ger borsten en frekvens hos min fulladdade "Oral B" på nära 75 Hz. Tandborstar som använder ultraljudsteknik saknar motor. I dem skapas vibrationerna i stället med en piezoelektrisk kristall, och de kan vibrera mer än 100 ggr snabbare än de motordrivna.

Trådlös överföring på större avstånd

Vid trådlös överföring av information med radiovågor räcker det att signalen ligger över brusnivån i mottaga-



Figur 2: El tandborste där ena spolen finns inne i pinnen vid A och den andra finns i botten på tandborsten vid B. Innanför spolen skymtar botten på batteriet.

ren för att informationen ska fångas upp. Vid energiöverföring däremot ska helst all utsänd energi fångas upp. Tandborsten innehåller som sagt en vanlig transformator och är därför beroende av korta avstånd mellan primärspolen (sändaren) och sekundärspolen (mottagaren). För att så stor del som möjligt av magnetfältet ska nå sekundärspolen brukar man också ha en järnkärna.

För att klara energiöverföring över större avstånd utnyttjas resonans, vilken kan skapas i sändare och mottagare genom tillägg av en kapacitiv komponent (en kondensator) till den induktiva spolen. Idealt lagras hela sändarens energi i svängningen och mottagaren plockar bara upp energi som tillförs via svängningen. I realiteten handlar det om ett frekvensband, men så smalt som möjligt. Dessutom kan kringliggande magnetiska material, dålig positionering, resistiva förluster m.m. försämra överföringen.

Andra tillämpningar av induktiv laddning

I laddplattor för mobiler (figur 3) sitter en platt primärspole och motsvarande sekundärspole i mobilen. Enligt den

vanliga standarden Qi (brukar stå på förpackningen och uttalas tji) är frekvensen mellan 110 och 205 kHz och högsta avstånd mellan platta och mobil 40 mm.

För elfordon placeras laddplattan med primärspolen i marken eller garagegolvet. Sekundärspolen, som är stor som ett A3-papper, placeras under bilens bagageutrymme. Här är det fråga om avstånd som kräver resonans och att parkera precis ovanför. Laddeffekter på 3 kW fås vid 230 V. För elbussar kan laddplattan placeras vid ändhållplatsen. Då slipper man ladda via kabel eller laddningsstolpar.

Om medicinska implantat, som pacemaker, neurostimulatorer och medicinska pumpar kan laddas utan kablar minskar infektionsrisken.



Figur 3: Laddplatta för mobiltelefon.

Generellt innebär induktiv laddning att man slipper kablar och kontakter, som kan lossna, korrodera eller bli utnötta, men till priset av ökad komplexitet och längre laddningstider.

MAX KESSELBERG
FYSIKUM
STOCKHOLMS UNIVERSITET

INSTITUTIONEN FÖR FYSIK



GYMNASIELÄRARE I FYSIK: FÖLJ MED TILL CERN

Varje år arrangerar institutionen för fysik vid Göteborgs universitet en studieresa till partikelfysiklaboratoriet CERN i Schweiz för studenter på vårt fysikprogram. På årets resa erbjuder vi tre gymnasielärare i fysik att följa med. Resan äger rum 30 maj-1 juni 2016 och är avgiftfri, men kostnader för flygresa ersätts inte.

Mer information om resan och om hur du anmäler ditt intresse finns på www.physics.gu.se/cern

Myter i fysiken

Det myllrar av felaktigheter i fysikböcker på alla stadier, för att inte tala om populär-vetenskaplig litteratur. Felen konserveras genom att författaren inte är expert på alla delområden och helt enkelt skriver av tidigare litteratur. I teknisk facklitteratur är fenomenen dock i regel korrekt förklarade. Felaktigheterna i läroböckerna är inte så skadliga, som man skulle kunna tro och dom kommer oftast inte till någon praktiskt användning. Problemen skapar ofta roande och givande diskussioner, vilket

kan vara lärorikt. För läraren kan det dock vara bra att kunna ge en korrekt förklaring om t ex en elev frågar. Bland de dussintals exempel jag funnit beskriver jag här som illustration endast tre exempel. Alla de andra exemplen vågar jag kanske inte publicera. Alla lärare är inte så glada att få höra att dom lär ut fel.

Newton's tredje lag

Googlar du på "forces book table" och sedan klickar på "Bilder" får du fram massvis med figurer, där en bok ligger på ett bord. Krafterna på boken är fel utritade på nästan alla bilder. Newton's tredje lag kräver att krafterna i ett par är av samma slag. På bilderna har man dock, som på bild 1a här, parat ihop två krafter av olika slag: den nedåtriktade kraften G från gravitationen och den uppåtriktade elektromagnetiska kraften E från bordet. Den korrekta analysen visar jag på bild 1b.

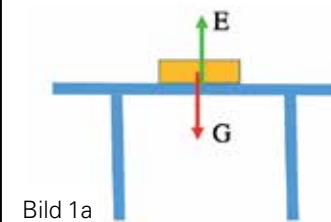


Bild 1a

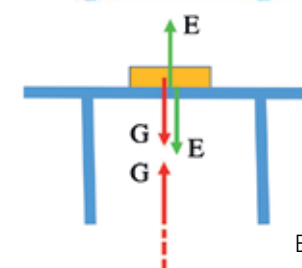


Bild 1b



Bild 2

Bernoullis lag

En mängd av felaktiga förklaringar på lyftkraften på ett föremål (t ex flygplansvinge) i en luftström florerar i litteraturen. Man hänvisar till Bernoullis lag och påstår att lufttrycket inne i en fri luftstråle är lägre än i omgivningen, vilket är fel (Se min artikel i Fysik-aktuellt nr 2, maj 2009). En enkel förklaring av lyftkraften kan fås från Coandaeffekten, som får luften att följa ett föremåls krökta yta. Centripetalkraften hos luften kompenseras då på Newton's tredje lag genom en lyftkraft på föremålet. Därför flyger den vänstra raketen i på bild 2 upp i luften när man blåser horisontellt på den, medan raketen till höger stannar kvar i hålet.

Satte dessa exempel igång någon intressant tankeverksamhet och diskussion som lärde dig något? "Inget ont som inte har något gott med sig." Välkommen till den världsunika experimentverkstaden Fysikaliska leksaker på

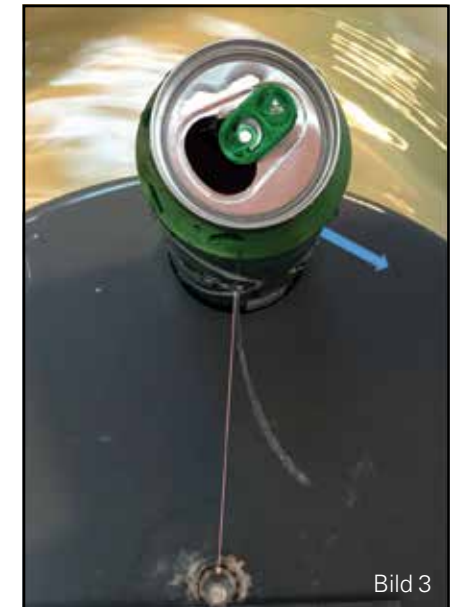


Bild 3

Corioliseffekten

Det cirkulerar en myt om att badkar på norra halvklotet töms genom en medurs roterande virvel och på södra halvklotet genom en moturs roterande virvel på grund av de sk Corioliskraften. Vad som är relevant är skillnaden i jordens hastighet på var sin sida av utloppshålet, vilken är alltför liten för att ge upphov till en observerbar effekt. I min experimentverkstad observerar jag dock hur en vattenstråle från en läskburk på en roterande skiva går i en krokig bana relativt skivan (rakt relativt bordet), se bild 3. Detta beror på att vi här har en förhållandevis stor relativ hastighetsändring hos skivan längs radien.

Chalmers (nästan alltid öppen) för att praktiskt studera dessa och 300 andra spännande fysikfenomen.

PER-OLOF NILSSON
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

TRÅDLÖSA SENSORER FRÅN PASCO

Äntligen är det fritt från sladdar och inte heller behövs det något interface. För att göra dataöverföringen enklare och snabbare använder de nya Pasco sensorerna Bluetooth Smart (Low Energy teknologi, BLE). Detta möjliggör direkt, trådlös uppkoppling till din dator, surfplatta eller smartphone med programmen SPARKvue eller Capstone. Sensorerna kan även mäta fristående då de har lagringskapacitet av mätdata.



Sensor	PRIS	art nr:
Kraft - Accelerationssensor	1 450 kr	PS-3202
pH sensor	860 kr	PS-3204
Tryck sensor	1 020 kr	PS-3203
Temperatursensor	570 kr	PS-3201

TRÅDLÖST AIRLINK INTERFACE FRÅN PASCO

Med det lilla smidiga AirLink interfacet för inkoppling av en sensorenhet kan du göra om alla dina sensorer så att de blir trådlösa! Det nya AirLink interfacet har möjlighet för både Bluetooth och USB koppling till dator, surfplatta och smartphone.



PRIS: 860kr art nr: PS-3200

TRÅDLÖS SMART DYNAMIKVAGN revolutionerar laborativ mekanik

Den nya Smart Dynamikvagnen som är utrustad med inbyggda sensorer för att mäta kraft, position, hastighet och acceleration är det ultimata verktyget för ditt fysiklab! Du kan använda vagnen på dynamikbana eller direkt på bordet utan att ansluta andra sensorer för dina mätningar.



SMART Dynamikvagn

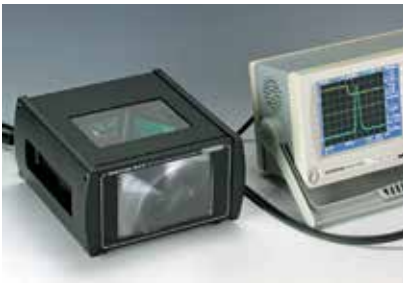
Röd
Blå



PRIS	art nr:
2 300 kr	ME-1240
2 300 kr	ME-1241

MÄT LJUSHASTIGHETEN

Gamdata representerar nu Frederiksen Scientific, en dansk tillverkare av laborativ fysikutrustning av världsklass.



Apparaturen möjliggör tillsammans med ett digitalt oscilloskop (minst 50 MHz bandbredd) mätning av den tid det tar för ljusblixt att färdas ett avstånd på endast några meter. Experimentet är därför lämpligt att genomföra i en vanlig labsal.

INTRODUKTIONSPRIS: 4 250 kr art nr: 201710
Oscilloskop ingår ej.

Besök www.gamdata.net för samtliga nya produkter i denna annons.

Corporate Headquarters
Sweden
+46 18 56 68 00
Gamdata Instrument AB
Box 2034
750 02 UPPSALA

www.gamdata.se
info@gamdata.se

Sweden
+46 18 56 68 00
Finland
+358 40 773 1100
Norway
+47 330 96 330

Webshop
www.gamdata.net

