

Atomsondstomografi · Konst och fysik · Perovskiter

Fysikaktuell

SVENSKA FYSIKERSAMFUNDET

NR 2 • MAJ 2021



ISSN 0283-9148

Kunskap på distans

På Västkusten finns teleskop för alla

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: Jonathan Weidow, jonathan.weidow@chalmers.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

Bankgiro: 5402-5499

E-post: styrelsen@fysikersamfundet.se

För medlemsfrågor, kontakta Lage Hedin, 076-231 01 37 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 Anders Kastberg.

Fysikaktuellt

Vår medlemstidning utkommer med fyra nummer per år, och distribueras även till alla gymnasieskolor med naturvetenskapligt eller tekniskt program.

Redaktion: Christina Kjellstrand, Måns Henningson, Johan Mauritsson, Anne-Sofie Mårtensson, Asta Pellinen Wannberg och Elisabeth Rachlew.

Ansvarig utgivare: Jonathan Weidow.

Kontakta redaktionen via: fysikaktuellt@fysikersamfundet.se

För insänt, ej beställt material ansvaras inte.

Manusstopp för Fysikaktuellt 3/2021 är 6 augusti.

Medlemskap

Svenska Fysikersamfundet har ca 1 000 individuella medlemmar, 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 debiteras 4 000 kr per år.

Bli medlem genom ansökan på: http://www.fysikersamfundet.se/formular.html eller med qr-koden.



Medlemsförmåner

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

Layout: Christina Kjellstrand

Tryck: Trydells, Laholm 2021



OMSLAGSBILDEN: Vid Onsala rymdobservatorium är de små antenner som kallas SALSA bara två av många olika vetenskapliga instrument. I den här bilden kan man hitta dem nära det röda huset i mitten av bilden mellan 25-metersteleskopet (till vänster) och Onsalas tvillingteleskop. Foto: Chalmers/Magnus Falck

Stödjande medlemmar

- Gleeerups Utbildning AB www.gleeerups.se
- Scanditronix Magnet AB www.scanditronix-magnet.se
- Myfab, www.myfab.se

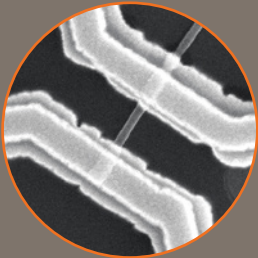
Stödjande institutioner

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

Glöm inte att anmäla adressändring till medlemsregistret@fysikersamfundet.se

Innehåll

- 3 SIGNERAT Johan Mauritsson
- 4 AKTUELLT
- 5 RADIOTELESKOP FÖR ALLA SALSA-antennerna i Onsala används av elever från hela världen
- 8 AVHANDLINGEN Oseenmedaljen 2021 går till Martin Josefsson
- 12 EOES Nygammal olympiad
- 14 NYA SOLCELLER SLÅR GAMLA REKORD
- 16 WALLENBERGFINALEN 2021
- 17 KONST OCH FYSIK Konst på Fysik i Göteborg
- 20 PUGWASH
- 22 NÄRKONTAKT MED SOLEN
- 23 ATOMSONDSTOMOGRAFI Mikroanalys på atomär nivå
- 26 NORDIC NETWORK FOR DIVERSITY IN PHYSICS
- 28 KARBONATER Perseverance ska leta efter spår av liv på Mars
- 30 VARDAGENS FYSIK En historia med tryck i



Med nanotrådar (bilden) och kvantprickar har Martin Josefsson och hans kollegor med hög verkningsgrad omvandlat värmeenergi till elektrisk energi, utan mellansteg. sidorna 8–11

Otillgänglighetsdirektivet

Verschlimmbessern är ett användbart tyskt ord som tyvärr inte har någon bra svensk översättning. Det betyder att man i sin iver att förbättra något faktiskt gör det hela sämre.

Sedan hösten 2020 kräver en ny lag att myndigheters webbplatser måste uppfylla EU:s krav på webbtillgänglighet. Vid första anblicken är det lätt att hålla med om att allt som myndigheter publicerar ska vara tillgängligt för alla. Men leder verkligen kravet till det önskade resultatet? Jag tror inte det.

Information om hur det går till att rösta i svenska val måste vara tillgängligt för alla medborgare, men ska ribban ligga lika högt för en inspelad fysikföreläsning? Hur viktigt jag än tycker att fysik är så tycker jag inte att det är lika viktigt att förstå Maxwells ekvationer som det är att förstå hur det går till att rösta.

Om man inte är försiktig med hur lagen tolkas är risken att vi ställs inför valet att lägga otroligt stora resurser på att tillgänglighetsanpassa allt vi publicerar på webben och på olika lärplattformar, eller att helt enkelt inte publicera det öppet. Vem vinner på att material som var tillgängligt för den stora merparten av besökarna nu plockas bort från öppna sidor?

Lagkravet berör hur hemsidor utformas och hur innehållet presenteras, det påverkar med andra ord väldigt många olika aspekter. Det är bra med en översikt över vad som finns på olika myndigheters hemsidor, och ibland räcker små korrigeringar, men i vissa fall får kraven långtgående konsekvenser.

Till exempel är ett av kraven som följer med den nya lagen att video- och ljudinspelningar som läggs ut ska vara textade. Men vem ska texta dem? Inga resurser för att göra det finns tillsatta. Är det bra utnyttjande av tid att låta



lektorer och professorer texta sina föreläsningsfilmer? Och vem tjänar på att filmerna inte publiceras om lärarna inte hittar tiden? De automatiska textningsfunktionerna fungerar tyvärr väldigt dåligt för en fysiklektion på svenska: ”Hej och välkomna till dagens fiskelektion...”

Jag vill tro att coronapandemin kan vara startskottet för en digital revolution på våra universitet och högskolor, en förändring som hade tagit många, många år om den inte hade påskyndats. Jag vet att det inte har varit lätt, men jag ser att det har gjorts otroligt mycket bra på våra lärosäten. Jag hoppas verkligen att vi nu ska kunna dra nytta av våra lärdomar, men i det läget måste vi arbeta för att inte ribban för digitalisering ska höjas.

Viljan att göra rätt får aldrig bromsas av rädslan för att göra fel.

JM

JOHAN MAURITSSON Vice ordförande Svenska fysikersamfundet

Rättelse

■ I förra numret av *Fysikaktuell* smög det sig in ett par fel i poängen för de vinnande skolorna i Wallenbergs fysikpris.

Korrekt poäng för Danderyds gymnasium ska vara **57,5 poäng**, och för Kitaskolan i Göteborg **50 poäng**.



Nordic Physics Day 2021 blir digital konferens

■ Vi hade sett fram emot att träffas, umgås och diskutera med våra nordiska kollegor. Vi hade bespatsat oss på att få uppleva en härlig konferens på plats under sensommaren i Uppsala. Men som smittspridning, reserestriktioner och vaccinationstakt ser ut går det tyvärr inte att arrangera ett fysiskt möte och vi måste nöja oss med det nästa bästa.

För att underlätta för alla att planera vill vi redan nu meddela att Nordic Physics Days 2021 blir en digital konferens.

CARLA PUGLIA
ordförande för den lokala
organisationskommittén

Poddtipset



Daniel and Jorge Explain the Universe

■ Daniel Whiteson, fysiker vid CERN, och Jorge Cham, ingenjör som blev serietecknare, diskuterar med lättsamt om de stora frågorna och förklarar vetenskap, teknologi och universum på ett enkelt och begripligt sätt.

De har också gett ut boken "We have no idea", som de beskriver som "en rolig och informativ guide till de största obesvarade frågorna i universum".

www.iheart.com/podcast/105-daniel-and-jorge-explain-t-29862087/



Anmäl din skola till Lise Meitner-dagarna!

■ Lise Meitner-dagarna är ett inspirationsevenemang i fysik som 2021 äger rum på AlbaNova vid Stockholms Universitet den 19–21 november. Under tre intensiva dagar får två elever från varje deltagande gymnasieskola möjligheten att laborera, lyssna på föreläsningar av forskare samt träffa andra fysikintresserade gymnasister från hela Sverige. Målet är att låta eleverna upptäcka inspirerande föreläsningar och möjligheter inom fysik.

Vill er skola delta på Lise Meitner-dagarna 2021? Skolanmälan är öppen fram till 18 juni på evenemangets hemsida, www.lisemeitnerdagarna.se. Det är möjligt att ansöka om att få sina platser helt sponsrade av Lise Meitner-dagarna. Dessa platser saknar dock garanti, till skillnad från platser som ni ansöker om att hitta sponsring för själva. Det är först till kvarn som gäller, så anmäl er skola så snart som möjligt!

Arrangörerna avvaktar situationen kring covid-19 och avgör först i september



Lise Meitner i labbet på Kaiser-Wilhelm Institut für Chemie, Berlin. 1913.

om dagarna behöver övergå till en digital form. I så fall debiteras inga anmälningar. Tills dess planeras dagarna att äga rum på plats. Vid eventuella frågor kan du maila till info@lisemeitnerdagarna.se.

Vi hoppas att vi får träffa era elever till hösten!

SIGFRID STJÄRNHOLM
Kommunikations- och
marknadsföringsansvarig

Ny medlem i redaktionen

■ Redaktionen för *Fysikaktuell* har fått en ny medlem, Asta Pellinen Wannberg. Så här skriver Asta själv:

"Det ska bli spännande att delta i *Fysikaktuells* redaktionsarbete. Jag kommer med en nordlig och rymdperspektiv, men började min forskargärning på Institutionen för högenergifysik vid Helsingfors universitet. Vid Institutet för rymdfysik i Kiruna sadlade jag om för norrskensstudier med EISCAT-radarn. Stoft från den interplanetära rymden som observeras som meteoriter – en ny tillämpning för radarn – tog dock över mitt intresse, följt av studier av de små rymdkornens skadliga



Asta Pellinen Wannberg i Somasjärvi.

träffar på satelliter. Som belöning har jag fått en egen asteroid, 11807 Wannberg.

Jag har varit med om att utveckla Umeå universitets Rymdingenjörsprogram i Kiruna, som senare spändes över hela den akademiska skalan till Erasmus Mundus SpaceMaster och Forskarskolan i rymdteknik i samarbete med Luleå tekniska universitet. Där undervisade jag om satelliters rymdmiljö. Som emeritaprofessor i fysik deltar jag fortfarande i intressanta uppdrag, men numera hemifrån gården i Nordanstig."

ASTA PELLINEN WANNBERG

Radioteleskop för alla

Vid Onsala rymdobservatorium finns två små radioteleskop som är tillgängliga för alla. **SALSA-antennerna** används flitigt av gymnasiestudenter från Sverige och hela världen. Ett nytt projekt på Chalmers ska göra det möjligt för fler och yngre studenter att själv styra ett eget teleskop, och få närkontakt med vår galax och annat i rymden.

Du skriver in koordinaterna, det funkar lite som Google Maps, men siffrorna är annorlunda – de här koordinaterna finns endast på himlen. Du stirrar på webbkamerabilden, det är direktsändning från västkusten. Först ser det inte ut att hända något, utom att det blåser i buskarna. Men nu! Parabolen ser ut att rycka till, och det gör du också, är det på riktigt? Sakta vrider den sig, runt, runt,

och nu tittar den uppåt, långt bortom molnen.

Nu är det dags. Du trycker på nästa knapp och antennen börjar ta emot radiovågorna. Vad kommer du få upptäcka?

Antennerna ligger på en vindpinad berghäll vid kusten i norra Halland. De är en del av flera långt större teleskop i Onsala rymdobservatorium, i sin tur en del

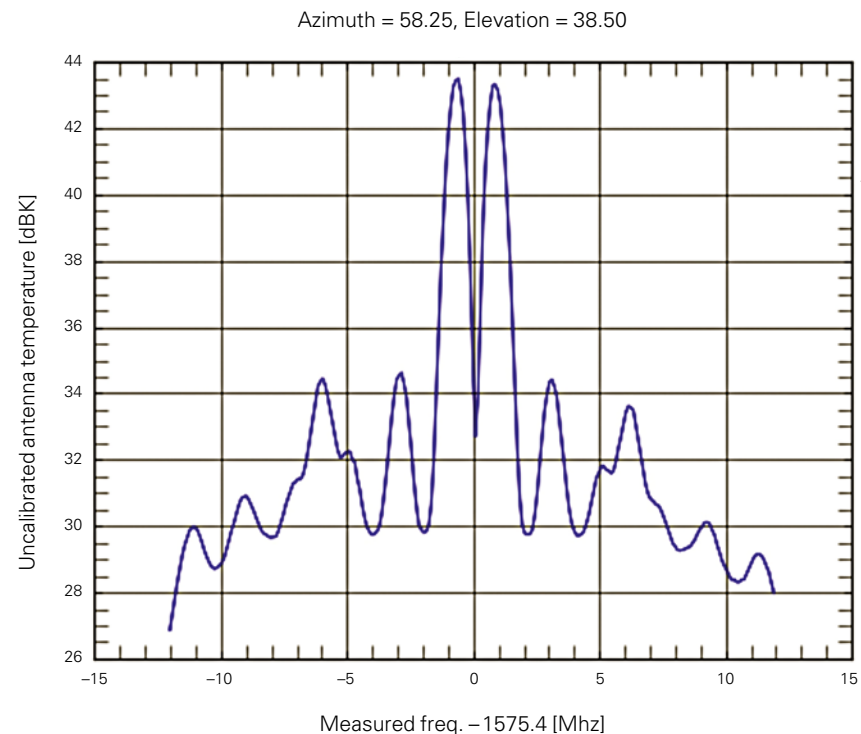
av Chalmers tekniska högskola och Sveriges nationalanläggning för radioastronomi.

DE SMÅ ANTENNERNA, SALSA, är observatoriets mest flitigt använda, och de har den mest brokiga användarskaran.

Skolelever, studenter, hobbyastrofysiker och nyfikna nördar från hela världen – från Bangladesh till Guatemala, ►



SALSA-antennerna i Onsala ligger mitt bland observatoriets större antenner. På bilden syns även ett av Onsalas tvillingteleskop (diameter 13,2 meter) och det stora 25-metersteleskopet. FOTO: CHALMERS/R CUMMING



SEDD MED SALSA består signalen från en GPS-satellit av toppar i ett mönster som bär på mycket data. Den kan innehålla information om position och tid (som vi använder för navigation), men även om satelliternas banor och andra egenskaper. Olika satelliter har olika signaler, till exempel beroende på vilket nätverk den tillhör (utöver amerikanska GPS finns ryska Glonass, europeiska Galileo och Kinas Beidou) eller hur gammal satelliten är.

► Sverige till Sydafrika – har i mer än 10 års tid kopplat upp sig och använt antennerna för att göra egna studier av vår galax Vintergatan.

De två SALSA-antennerna – en förkortning för "such a lovely small antenna" eller "sicken attans liten söt antenn" – kan berätta historien om det som kallas radioastronomi.

NÄR DU TAR DINA första steg med SALSA kan du tänka på att hela radioastronomin började som ett hobbyprojekt för telegenjören Grote Reber i 1930-talets USA. Hans mamma, grundskoleläraren Harriet Grote, hade haft Edwin Hubble som elev och var astronomiintresserad. Det var långt före sociala medier. Istället fanns kortvågsradion som kopplade samman världens nördar. Det var kul men det räckte inte för Reber. Han byggde allt större antenner och blev så småningom nyfiken på signaler från himlen som på den tiden inte gick att förklara.

1933 hade ett mystiskt brus upptäckts

på Bell-laboratorierna i New Jersey. Upptäckaren var den 28-åriga Karl Jansky, andra generationens invandrare, som efter mycket möda hade konstaterat att det inte var solen som låg bakom, utan Vintergatan. Ingenjören Jansky lyckades inte få forskarna att intressera sig. Det var jobbiga år för alla. Första världskriget, spanska sjukan och den stora depressionen hade satt sina spår överallt. Men 1937 byggde den då 26-åriga Grote Reber en parabolantenn med drygt 9 meters diameter på en tomt bredvid sin mammas hus och började göra riktiga mätningar av radiovågorna från vår egen galax.

MED SALSA GÖR DU inte riktigt samma sak som Reber, men resultatet blir likadant. Teleskopen är känsliga för radiovågorna från Vintergatan, men inte från några av de hundratals miljarder stjärnor som utgör vår vidsträckta hemgalax. Är du uppe en stjärnklar natt på landet kan du ana hur stor galaxen är: en gata av ljus från Svanen i väster till Orion i sydost på

vinternattens stjärnhimmel. Som Reber upptäckte avslöjar radiovågorna nya saker i rymden, saker som våra ögon inte ser. Strålningen som SALSA ser avges av väteatomer – naturens mest pedagogiska grundämne. I varje atom visar en enda proton och en enda elektron upp kvantfysikens mest grundläggande mysterier: hoppet från ena tillståndet (spinn åt olika håll) till ett annat (spinn åt samma håll) sänder ut vågor med våglängd 21 centimeter – samma bredd som den här tidningen.

ATT FÖR FÖRSTA GÅNGEN få in en egen detektion från Vintergatans väteatomer är förstås stort, och nästan lika kul som att se antennerna i webbkameran röra sig på din begäran. Det kan hundratals gymnasieelever, amatörastronomer och fysikstudenter på Chalmers vittna om. Graferna man får i datorn saknar tydligen lite wow-känsla, men sommaren 2020 fick vi tillsammans med kollegan Eva Wirström medel från Vetenskapsrådet för att göra SALSA roligare. Under de kommande månaderna jobbar vi nu på att koda om SALSA för att bli mer användarvänlig och välkomnande, allt för att göra det lättare att komma nära fysiken.

Vi hjälper också gymnasiestudenter som använder SALSA att genomföra projekt. Det kan till exempel handla om att mäta upp spektrallinjer (väteatomernas samlade avtryck i spektrumet runt 21 cm) och med hjälp av trigonometri lista ut hur galaxens spiralarmar ligger utspridda i tre dimensioner. Ett annat projekt går ut på att mäta upp hur galaxen snurrar. Med hjälp av dopplereffekten – och återigen lite trigonometri – kan du få fram en bild av hur olika fort vår galax snurrar olika långt ut från mitten. Då går du i samma spår som en av astronomins superhjältar: Vera Rubin. Hennes mätningar av galaxers rotationskurvor blev ett av de tyngsta bevisen för något som forskare än idag inte har kunnat förklara, den mörka materian.

Teleskopen kan också användas för att undersöka radiostrålning från solen, och vi testar även hur de kan mäta upp pulsarer – de osannolikt täta resterna efter supernovaexplosioner som strålar likt fyrrar ut i rymden.

Om mörk materia, spiralgalaxer och pulsarer känns avlägsna finns mer jordnära saker att utforska med SALSA. Ute i världen används ju parabolantennerna på olika sätt inom radio- och tv-kommunikation – den som tittat på satellit-tv någon gång vet vad jag menar. Satelliter i omloppsbana runt jorden är viktiga delar i världens tekniska infrastruktur, och idag kan vi tacka dem för att vi kan navigera med hjälp av mobilen och bilen.

NÄR DU BOKAT DIN stund med SALSA-antennerna kan du också rikta dem mot de satelliterna som just då passerar, till exempel de som ingår i positioneringssystemet GPS. Såklart följer antennerna med när satelliten rör sig över himlen – det framgår av webbkamerabilden. Data från satelliterna visar att radiosignalerna från teknisk utrustning inte alls liknar signalerna från gasmoln i Vintergatan. Radiovågorna som en satellit sänder ut är kodade meddelanden som berättar om satellitens identitet och om dess läge i rymden. För att dechiffrera allt behöver du bättre utrustning än SALSA, men med dina mätningar kan du lätt se att signalerna är olika för olika typer av satelliter.

Med SALSA-teleskopen kommer du, skulle man kunna säga, en bit närmare rymden. Genom att göra riktiga radioteleskop tillgängliga på det här sättet hoppas vi ge möjlighet att göra skolundervisningen roligare, och ge fler chansen att uppleva den teknik som används för att utforska rymden. Kanske det i sin tur bär vägen för framtidens astronomer och astrofysiker – universum är stort och det finns mycket kvar att upptäcka.

ROBERT CUMMING

Kommunikatör vid Onsala rymdobservatorium, Chalmers tekniska högskola

ESKIL VARENIUS

Forskningsingenjör vid Onsala rymdobservatorium, Chalmers tekniska högskola

JEAN-BAPTISTE JOLLY OCH ANDRI SPILKER

Doktorander i astronomi vid Chalmers tekniska högskola

"Om mörk materia, spiralgalaxer och pulsarer känns avlägsna finns mer jordnära saker att utforska."

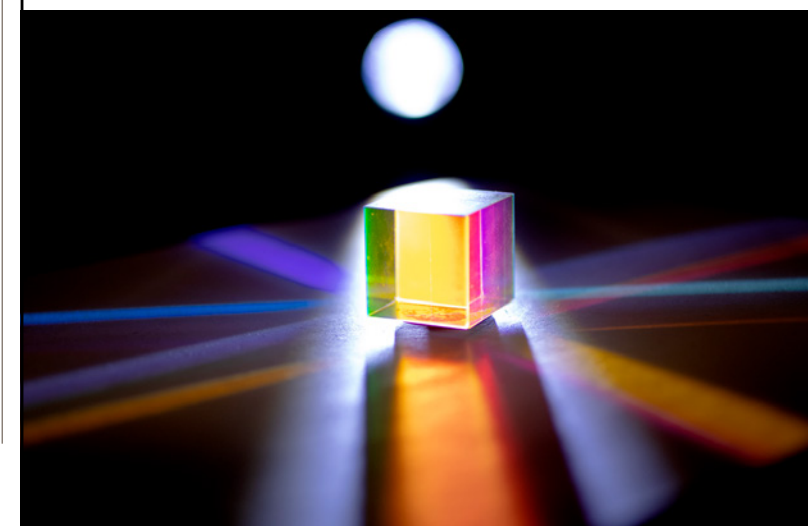


HAR DU ELEVER SOM VILL LÄSA FYSIK 3?

Institutionen för fysik vid Göteborgs universitet erbjuder gymnasiekursen varje vårtermin – både på distans och på campus.

Läs mer om kursen, anmälan och vilka som undervisar här!

www.gu.se/fysik/om-oss/fysik-forskolan/fysik-3-kurs-for-gymnasiet



OSEENMEDALJEN 2021

"Jag vill förstå hur världen fungerar"

Oseenmedaljen 2021 tilldelas **Martin Josefsson**, Lunds universitet med avhandlingen "Quantum-Dot Heat Engines" för hans bidrag till förståelsen för transport av elektroner och värme i kvantprickar kopplade till makroskopiska kontakter.

Hur känns det?

– Det är fantastiskt roligt! Det har sjunkit in lite nu och jag känner mig väldigt stolt och glad över utmärkelsen; och så får man ju en medalj också.

Du disputerade den 20 maj 2020.

Hur var det att ha disputationen online?

– Jag var i den vanliga salen för disputationer, men opponenter var med på länk och två av medlemmarna i betygskommittén var också med på länk, så det var bara en från betygskommittén på plats och en del tekniker. Det var väldigt svårt att veta var jag skulle titta, men överlag fungerade det väldigt bra. Det var lite nervöst att inte ha träffat opponenter innan själva disputationen, men det gick bra. Det tråkigaste var nog att inte kunna fira med en stor fest.

Du disputerade för nästan ett år sedan, vad gör du nu för tiden?

– Just nu forskar jag och lämnar över mina projekt till nya doktorander som tar vid. Jag undervisar också en del samtidigt som jag letar efter en ny tjänst.

En ny tjänst – hur ser planerna för framtiden ut?

– Att få Oseenmedaljen stärker givetvis min önskan att kunna fortsätta med både forskning och undervisning i fysik. Tyvärr har 2020 varit ett lite besvärligt år att försöka få det praktiska att klaffa och jag letar fortfarande efter olika möjligheter att fortsätta. Det var bra att jag kunde stanna kvar ett år i Lund efter min disputation för att hinna avsluta en del projekt och samtidigt leta efter möjligheter att fortsätta i fältet.

Martin Josefsson

Kommer från: Född i Helsingborg och uppvuxen i Höganäs.

Fritidsintressen: Jag tycker mycket om att umgås med vänner, men tyvärr har det inte blivit så ofta det senaste året på grund av pandemin. En annan sak som jag saknar är konserter, både rock och pop, men även klassisk musik – Malmö symfoniorkesters årliga tv-spelskonsert är årets höjdpunkt. Ett intresse som fortfarande går att hålla på med är programmering, jag tycker om att programmera själv, men det är också spännande att läsa andras koder. Vetenskaplig beräkningsprogrammering är spännande att lära sig mer om, till exempel koder som simulerar universums tidsutveckling.

Bor: Tillsammans med flickvän och tre katter.

Hur fastnade du för fysik?

– Vägen dit var inte uppenbar. Först var all naturvetenskap intressant – jag vill förstå hur världen fungerar och då är fysik ett viktigt redskap, men det räcker inte med bara fysik. Jag valde att läsa teknisk nanovetenskap i Lund för att den utbildningen har en bra bredd och kunde erbjuda ett smörgåsbord av olika spännande ämnesområden. Under tiden som student insåg jag att det är fysik jag tycker bäst om. Fysiken är vacker! Det finns några få enkla principer som allt bygger på, men det blir väldigt snabbt otroligt komplext när antalet partiklar ökar.

I våra teoretiska modeller försöker vi

förenkla så mycket som möjligt och ändå beskriva det problem vi studerar så korrekt som möjligt.

Några viktiga personer på vägen?

– Jag hade en väldigt, väldigt bra fysiklärare i gymnasiet och så här i backspegeln inser jag hur viktigt det var för vilka val jag senare har gjort.

Det var naturligt att välja Lund som har ett bra ryckte och ligger lagom nära hem. Att jag valde nanovetenskap har gett mig en bred bakgrund, vilket jag tror är viktigt för en forskare att ha för att kunna se nya lösningar som man inte ser om man har för smal inriktning.

När insåg du att teori var mer lockande än experiment?

– På masternivå började jag förstå att jag tycker det är väldigt roligt med teori. Man får en annan möjlighet till förståelse och kan se förklaringarna till fenomenen på ett sätt som jag uppskattar. Men det måste finnas en koppling till experimenten. Min avhandling bygger på teori och experiment som har en mycket tät koppling, men jag har själv bara varit i labbet ett fåtal gånger eftersom jag varje gång jag varit där har råkat att välta något eller på annat sätt haft sönder något. Viktigaste anledningen till att det blev teori för mig är nog ändå att jag tycker att det är så roligt att programmera och det får jag göra mycket som teoretiker.

Det är viktigt att alltid komma ihåg att det är mätningarna som är rätt och teorin ska förklara varför det är så.

Vad gjorde du för masterarbete?



FOTO: PRIVAT

Martin Josefsson hoppas kunna fortsätta med både forskning och undervisning i fysik.

– Det var egentligen där allting började. Jag hade en ganska enkel teori för att beskriva kvantprickar och räkna på termoelektriska strömmar i dessa. Vi försökte se om man kan använda uppmätta strömmar för att få ut temperaturer. Samtidigt var där en experimentalist som började mäta på kvantprickarna och där började vårt samarbete. Det är en häftig känsla att testa något och tro att det har potential att bli bra och sedan se att det ibland fungerar. Jag insåg tidigt att den första teorin som jag använde inte räckte till så jag har hela tiden fått lära mig nya metoder och anpassa min teori för att kunna förklara de experimentella resultaten.

Ditt arbete handlar om effektiv energiomvandling, hur effektiva är dina nanoprickar?

– Om vi jämför med Carnotverkningsgraden så nådde vi fram till ca 70 %, men eftersom våra temperatur-

skillnader är ganska små så mäter vi uteffekten i fW. Vi arbetar i området mellan ca 1–2 K i våra värmereservoarer vilket ger en Carnotverkningsgrad på ca 50 %.

Det är bra, ofta ligger andra exotiska metoder på ca 10–20 % av Carnotverkningsgraden.

När finns era metoder vid högre temperaturer?

– Det finns planer på att byta ut kvantprickarna i nanotrådarna mot organiska molekyler för att kunna arbeta vid högre temperaturer.

Era kvantprickar är i nanotrådar?

– Ja, om man vill arbeta med nano i Lund så arbetar man med nanotrådar, även som teoretiker eftersom vi gärna vill samarbeta med experimentalisterna.

Att arbeta med experimentalister är givande och som teoretiker kunde jag välja att arbeta på dagarna och så gjordes experimenten på nätterna. På morgonen när jag började hade jag ofta nya mätningar

Oseenmedaljen

I år är det andra året som Svenska fysikersamfundet delar ut Oseenmedaljen för bästa avhandling i fysik i Sverige. Möjliga mottagare av priset är personer som har försvarat en doktorsavhandling i fysik vid ett svenskt universitet under föregående år.

De institutioner som är stödande medlemmar till Svenska fysikersamfundet kan skicka in nomineringar. Pristagaren erhåller en medalj, ett diplom och 100 000 SEK. Prissumman är en donation från Marcus och Amalia Wallenbergs minnesfond.

Styrelsen för Svenska fysikersamfundet beslutade att Oseenmedaljen 2021 tilldelas Martin Josefsson, Lunds universitet, med avhandlingen "Quantum-Dot Heat Engines", för hans bidrag till förståelsen för transport av elektroner och värme i kvantprickar kopplade till makroskopiska kontakter.

I motiveringen skriver styrelsen bland annat: "Martin har arbetat som teoretiker inom området kvanttermodynamik och ibland även i gränslandet till kvantinformation. Martins sätt att arbeta har varit mycket självständigt och han har varit drivande till flera av undersökningarna som ingår i avhandlingen. Att det varit Martin som har varit drivande framgår av publikationer där han står som enda teoretiker (tillsammans med sina experimentella kollegor) och hans handledare har inte varit inblandad."

Kommittén för Oseenmedaljen har även i år bestått av: Johan Mauritsson, Lund; Joseph Nordgren, Uppsala; Kenneth Bodin, Umeå.

att analysera och så jobbade jag på under dagen och kunde ofta guida experimenten som sedan gjordes nästa natt. Det var ett effektivt sätt att arbeta som gjorde att vi kunde nå fram dit vi gjorde.

FA önskar all lycka i framtiden och hoppas att du får både anledning och möjlighet att fira i framtiden!

JOHAN MAURITSSON
Lunds universitet

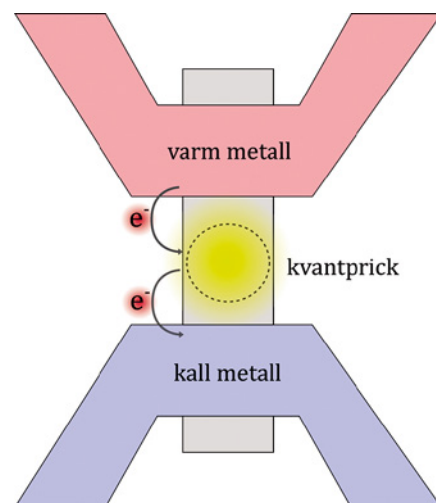
LÄS MER om Martin Josefssons avhandling på nästa uppslag!

Effektiv omvandling av energi med nanoteknik

Går det att med hög verkningsgrad omvandla värmeenergi till elektrisk energi utan mellansteg? Tack vare nanoteknik och kvantmekanik har **Martin Josefsson** och hans kollegor visat att det faktiskt är möjligt.

Att generera elektricitet med hjälp av värme kan tyckas exotiskt, men det är faktiskt så vi genererar en stor del av vår elektricitet. Det absolut vanligaste sättet att omvandla värmeenergi till elektrisk energi är att använda värmen till att värma upp en vätska eller gas som i sin tur driver en turbin kopplad till en generator. Det är till exempel så vi tar till vara på värmeenergin som frisläpps när vi eldar kol och gas i fossila kraftverk eller klyver atomer i kärnkraftverk. Dessa kraftverk är imponerande maskiner som ofta har en hög termodynamisk verkningsgrad, det vill säga att de omvandlar en stor andel av värmen till elektrisk energi.

Alternativt kan energiomvandlingen göras direkt, utan rörliga delar, med termoelektriska generatorer. I dessa sker omvandlingen via den så kallade Seebeck-effekten som beskriver hur en temperaturskillnad över ett material ger upphov till en elektrisk ström (eller en spänning). För att ett material ska ha bra termoelektriska egenskaper och kunna användas i generatorer med hög verkningsgrad krävs det att

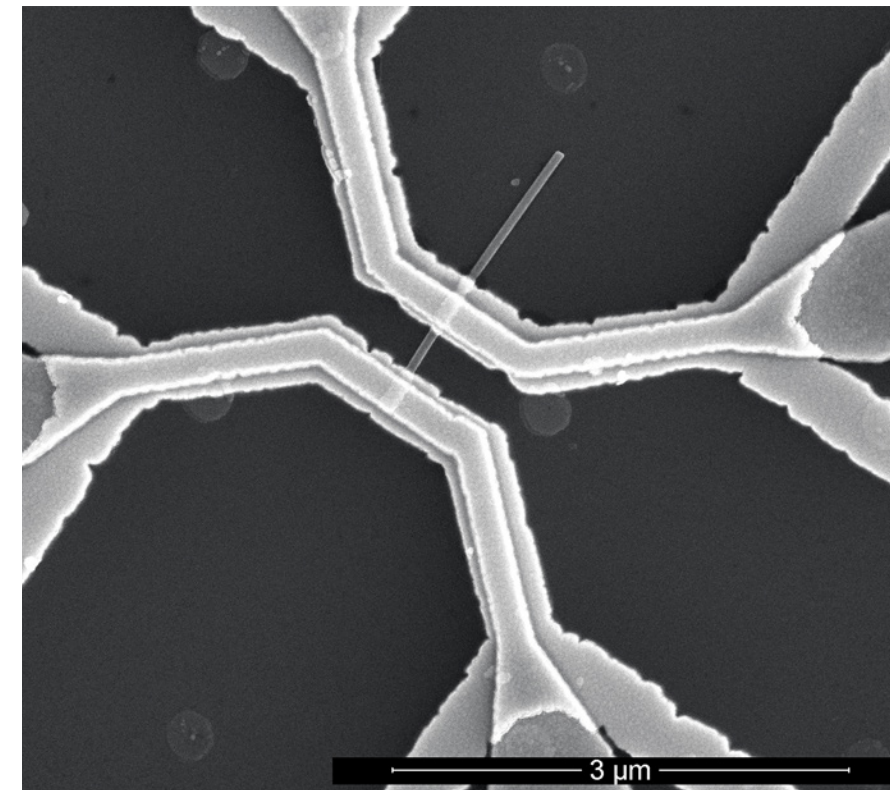


FIGUR 1 Illustration av en av våra komponenter där en nanotråd innehållande en kvantprick är i kontakt med två metaller. Temperaturskillnaden leder till transport av elektroner, det vill säga en elektrisk ström. En hög verkningsgrad nås genom att använda de diskreta energinivåerna i kvantpricken som ett energifilter.

materialets ledningsförmåga är beroende av elektronernas energi. Det vill säga att materialet kan agera som ett energifilter

där till exempel "varma" (högenergetiska) elektroner känner av ett mindre elektriskt motstånd än "kalla" elektroner. Tyvärr är energifiltreringen dålig i alla metalliska och halvledande material, vilket gör att termoelektriska komponenter generellt har en väldigt låg verkningsgrad jämfört med andra generatorer. En riktigt hög verkningsgrad når vi först när enbart elektroner med en enda specifik energi bidrar till strömmen. För att skapa ett sådant material kan vi ta hjälp av nanoteknik och kvantmekanik.

I MIN AVHANDLING BESKRIVER jag hur jag och mina kollegor gick till väga för att testa om termoelektriska komponenter baserade på nanoteknik kan nå samma höga verkningsgrad som klassiska generatorer och kraftverk. Detta gjorde vi genom att använda komponenter baserade på en enda kvantprick. En kvantprick är en struktur som är så liten att elektroner som befinner sig inuti den inte kan röra sig fritt i någon riktning. När elektroner stängs inne blir deras energi enligt kvantmekanikens lagar begränsad till kvantiserade



Quantum-Dot Heat Engines

- Författare: Martin Josefsson
- Lunds universitet, Lunds tekniska högskola
- ISBN: 978-91-7895-496-4
- Länk till avhandlingen: https://portal.research.lu.se/portal/files/78199011/Martin_Josefsson.pdf
- Handledare: Universitetslektor Martin Leijnse och prof. Andreas Wacker, Lund University
- Opponent: Prof. Jukka Pekola, Aalto University, Finland



FIGUR 2 Bild på en av komponenterna tagen med ett svepelektronmikroskop. Den halvledande nanotråden ligger ner och de båda metallkontakterna täcker en del av tråden. Kvantpricken som finns inuti nanotråden, mellan kontakterna, är inte synlig.

rade energinivåer, precis som för elektroner som är bundna till orbitaler runt en positivt laddad atomkärna (därför kallas kvantprickar ofta artificiella atomer). I våra komponenter var kvantpricken i kontakt med två metallkontakter vid olika temperatur. En elektrisk ström kunde då flyta mellan kontakterna enbart om elektronerna transporteras genom kvantpricken (figur 1). Detta kräver att elektronernas energi stämmer överens med ett av kvantprickens energitillstånd och vi har därmed ett energifilter som under gynnsamma förhållanden bara släpper igenom elektroner inom ett väldigt litet energiintervall.

FÖR ATT SKAPA KVANTPRICKARNA använde mina kollegor sig av halvledande nanotrådar (figur 2) där elektronernas rörelse naturligt är begränsad till en riktning, längs med tråden. För att hindra elektronerna att röra sig även i den sista riktningaen användes en kombination av två material (InAs och InP) där elektronerna upplever övergången mellan de två som en barriär. För att kvantprickarna ska

fungera som effektiva energifilter krävs det att temperaturerna är väldigt låga och mätningarna utfördes därför nära den absoluta nollpunkten, vid ca 1–2 K. I experimenten mättes den elektriska effekt som komponenterna genererade med hjälp av Seebeck-effekten.

Det blir såklart inga höga effekter från en enskild kvantprick, som mest genererades ett fåtal fW, men det var tillräckligt för att utan problem kunna mätas. Dessa mätningar räckte dock inte för att bestämma komponenternas verkningsgrad utan vi behövde även komplettera med teoretiska beräkningar baserade på kvantmekaniska modeller, vilket var min roll. Anledningen är att det är extremt svårt, i vissa fall till och med omöjligt, att mäta värmeflöden på nanometerskala och vi var därför tvungna att uppskatta värmeflödet med hjälp av beräkningar. För detta krävdes det ett nära samarbete mellan mig och mina kollegor medan mätningarna pågick. Typiskt utfördes automatiserade mätningar på natten, varvid jag fick ny data på morgonen för att kunna utföra nya beräkningar.

Baserat på dessa justerades de experimentella parametrarna inför kommande natts mätningar.

MED DENNA KOMBINATION AV teori och experiment lyckades vi uppskatta komponenternas verkningsgrad. Vi fann att vi kunde nå samma höga verkningsgrad som traditionella generatorer. Därmed lyckades vi även visa att direkt energiomvandling med hjälp av Seebeck-effekten i princip kan nå de högsta verkningsgraderna som tillåts enligt termodynamikens lagar.

Syftet med forskningen var främst att testa fundamental fysik och inte att tillverka en bra generator. En energiomvandlare som bara fungerar nära absoluta nollpunkten och genererar ytterst låg elektrisk effekt har förstås väldigt begränsade användningsområden. Men förhoppningsvis kan resultaten bana väg för nya typer av komponenter, byggda på samma princip, som överkommer dessa begränsningar.

MARTIN JOSEFSSON
Lunds universitet



Nygammal olympiad

Samla Europas allra mest naturvetenskapligt intresserade ungdomar och låt dem lösa utmanande experimentella uppgifter i tremannalag. Känns upplägget igen? Ja, det mesta är sig likt när nu gamla "EUSO" ersätts av EOES, **European Olympiad of Experimental Science**.

Första svenska EOES-deltagarna blev Arvid Ekberg från Donner-gymnasiet i Göteborg, Lawan Fatfullah från Procivitas gymnasium i Malmö, Hugo Markstad från Lerbäckskolan i Lund, Linda Nordmark från VRG Djursholm i Danderyd, Love Offrell från Malmö Borgarskola, och Vilmer Ylisuanto från Dalängskolan i Lidköping.

På grund av coronarestriktionerna fick dock årets olympiad decentraliseras. Istället för att mötas på universitetet i Szeged i arrangörsländet Ungern blev det i mitten av maj nationsvisa samlingar med Vetenskapens Hus i Stockholm som den svenska värden. Olympiaden innehåller två tävlingsdagar där lagen under fem timmar får arbeta med olika experimentella problem som tillsammans ger nycklar till svaret på en övergripande fråga, involve-

"Att få komma med till finalen och där få träffa likasinnade brukar vara väldigt uppskattat."

JONAS FORSHAMN, SVENSK
LANDSKOORDINATOR FÖR EOES

rande alla de tre naturvetenskapliga ämnena. I skrivande stund är resultatlistan inte spikad, men den publiceras på hemsidan (<https://u-szeged.hu/eoes2021>) direkt efter att prisutdelningsceremonin avslutats.

Uttagning, final och träningsläger

De svenska lagmedlemmarna tas ut i en kvalificeringstävling som äger rum på den egna skolan, normalt torsdagen i vecka 45. Den är öppen för elever som fyller högst 17 år under olympiadaåret, och uppgifterna är av flervals- eller kortsvarstyp så att de ska gå lätt att bedöma. Varje skola får skicka in sina tre bästa resultat, och bland dessa väljs sedan 27 finalister ut till en finaltävling i januari, ungefär lika många nior som gymnasister.

– I Sverige har vi en tradition att förutom elever från årskurs ett på gymnasiet också ta med nior på den här olympiaden, säger Jonas Forshamn, fysiklärare på Kitas gymnasium och svensk landskoordinator för tävlingen. Det finns inte så många aktiviteter som riktar sig till naturvetenskapligt intresserade grundskoleelever så den



Den svenske landskoordinatorn Jonas Forshamn med EOES-deltagarna Lawan Fatfullah, Vilmer Ylisuanto, Hugo Markstad och Linda Nordmark på träningsläger på Göteborgs universitet.

här tävlingen fyller en extra viktig funktion för dem. Att få komma med till finalen och där få träffa likasinnade och testa på de experimentella tävlingsuppgifterna brukar vara väldigt uppskattat.

I den svenska organisationen samarbetar Biologilärarnas förening, Fysikersamfundet, Kemisamfundet, Föreningen för lärare i matematik, naturvetenskap och teknik samt de tre nationella resurscentra som är riktade mot naturvetenskap.

– Samarbetet fungerar väldigt bra, fortsätter Jonas, och uppgifterna i finalen är det resurscentra som tar fram i samarbete med Vetenskapens hus. I år fick vi ta det på distans, men det fungerade ändå överraskande bra att laborera i grupp med svängande fjädrar, organiska syror och enzymet katalas i potatis och morötter!

Sex av finalisterna blev alltså uttagna

till de två svenska olympiadlagen och fick sedan åka på en veckas träningsläger vid Göteborgs universitet, i år under vecka 16. Här fick de öva på olika grundläggande laboratortekniker som elektriska mätningar, pipettering, titrering och mikroskopering, samt förstås, att samarbeta.

Från EUSO till EOES

Trots att arrangemanget under olympiaderna är sig likt från EOES:s föregångare EUSO var det nödvändigt att nu få till en helt ny organisation menar Jonas Forshamn, som under det gångna året lagt ner ett stort arbete på att få fram en ny struktur:

– Vi behövde en stabilare organisation på den internationella nivån, och det var tyvärr inte möjligt att få till de förändringarna inom ramen för EUSO. Men

alla de nationella föreningarna har följt med in i den nya organisationen, och nu är det en väldigt positiv stämning bland alla medlemmarna. Det är bara synd att det inte kunde bli en olympiad på plats i Szeged, mötena mellan naturvetenskapligt intresserade ungdomar från Europas alla hörn är ju egentligen den allra största behållningen under olympiaderna. Men de ungerska organisatörerna har verkligen gjort allt som går för att få oss att känna samhörighet, och själva tävlingsuppgifterna var väldigt väl planerade.

Nästa år, 2022, är det Tjeckien som blir värdland för olympiaden. Arrangörerna fick ställa in sin planerade olympiad förra året, och är nu extra taggade för att ta itu med tävlingsförberedelserna.

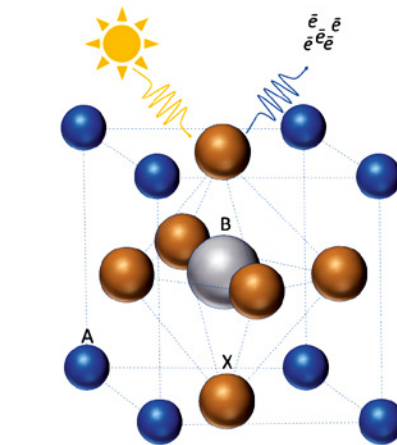
ANNE-SOFIE MÄRTENSSON
Göteborgs universitet

Nya solceller slår gamla rekord

Kiselsolcellerna är idag de flitigast använda solcellerna. De bästa har en verkningsgrad på 26 %. Under de senast tio åren har **en ny slags solcell** utvecklats, perovskitsolcellen. Dess prestanda skjuter i höjden med en rasande fart, till nivåer som är jämförbara med dagens kiselsolceller. Genom att kombinera en kiselsolcell med en perovskitsolcell utvecklas tandemceller, som snart kommer att ta sig över 30 %-gränsen.

Perovskitsolceller har fått sitt namn från materialets särskilda kristallstruktur som kallas för "perovskit" efter den ryska artonhundratalsmineralogen Lev Perovski. Positionerna i perovskitens gitterstruktur kan besättas av tre olika atomer eller två atomer och en molekyl i en specifik repetitiv ordning (se figur 1). Den allmänna kemiska formeln för perovskiter är ABX_3 , där A och B är positiva joner (katjoner) och X är en negativ jon (anjon). "A"-positionen upptas ofta av en organisk katjon, såsom metylammonium (MA), eller ett grundämne från grupp I, såsom cesium. "B"-platsen upptas av ett grundämne från grupp IV, vanligtvis bly (Pb) eller tenn (Sn), och en halogen anjon (grupp VII), vanligtvis jod eller brom, intar "X"-positionen. Till exempel är sammansättningen för den vanligaste solcellsperovskiten $MAPbI_3$. I idealfallet är kristallstrukturen kubisk, men valet av grundämnen och molekyler som sitter på A-, B- och X-platserna medför betydelsefulla förändringar i kristallens enhetscell. Sådana förändringar tillåter finjustering av de egenskaper, till exempel bandgapet, som är ansvariga för materialets ljusabsorption och därmed viktiga för solceller.

Bandgapet för ett halvledarmaterial, som uttrycks i enheten elektronvolt (eV), är energiskillnaden mellan materialets valensband och ledningsband. Den energiskillnaden bestämmer minimienergin



FIGUR 1: Perovskitkristallstruktur.

som en foton behöver ha för att absorberas av materialet och lyfta upp en elektron från halvledarens valensband till ledningsbandet. Elektronen rör sig sedan till solcellens kontakter och skapar en elektrisk ström. Fenomenet kallas för fotovoltaisk effekt. Bandgapet för perovskiter spänner från 1,2 till 3,5 eV beroende på perovskitens sammansättning.

DEN ENERGI FRÅN SOLEN som når jordens yta är cirka 1 000 watt per kvadratmeter. Den maximala teoretiska effekten som är möjligt att extrahera i form av elektricitet är cirka en tredjedel av det. Shockley-Queisser (SQ) gränsen, uppkallad efter forskarna William Shockley och Hans-Joachim Queisser, är den beräknade

maximala teoretiska verkningsgraden för solljusomvandling (power conversion efficiency, PCE) för en solcell bestående av endast en enda p-n övergång. Gränsen är 33,7 % och inträffar vid det optimala bandgapet 1,34 eV.

KISELSOLCELLER ÄR DE FLITIGAST använda solcellerna och har utvecklats under 60 år. De bästa enkristallina kiselsolcellerna har en rekordverkningsgrad på cirka 26 %. I jämförelse har perovskitsolceller efter bara tio år redan gjort jättekälv i många olika avseenden. Perovskitsolceller är baserade på tunnfilmsteknik som bara kräver en liten mängd material. En standardutformad perovskitsolcell har en sammantagen tjocklek, inklusive elektroderna, på cirka 1 mikrometer, medan en kiselsolcell är flera hundra mikrometer tjock. Perovskiter är också mjukare än de spröda kiselskivorna. Dessutom kräver tillverkningen av perovskitsolceller väldigt lite energi jämfört med andra teknologier, eftersom de kan tillverkas från en lösning, ungefär som polymersolceller.

De första perovskitsolcellerna framställdes 2009 med cirka 4 % verkningsgrad och dålig stabilitet. Ersättningen av elektrolyten i den första solcellen med ett fast material ledde redan 2012 till en solcell med cirka 10 % verkningsgrad som var stabil under flera hundra timmar. Sedan dess har stora forsknings- och utvecklingsinsatser banat vägen för nya fram-



Artikelförfattarna, Ellen Moons och Zafer Hawash, forskar på Karlstads universitet med att bestämma egenskaper hos perovskitmaterial.

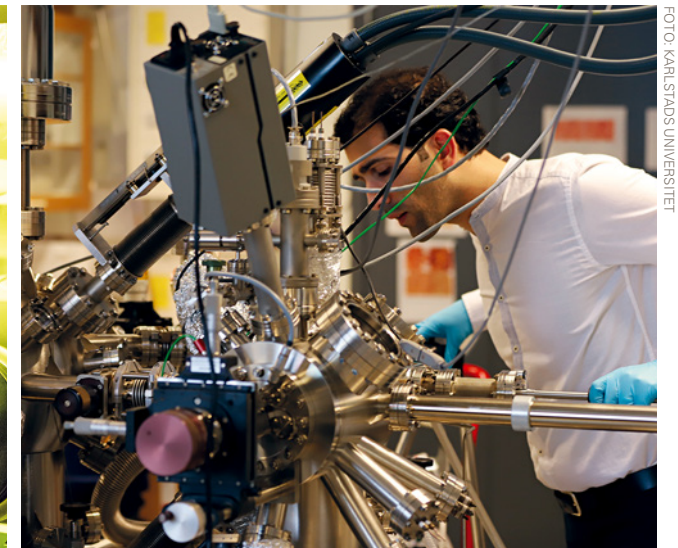


FOTO: KARLSTADS UNIVERSITET

steg inom perovskitsolcellsteknologin. Världsrekordet i verkningsgrad för små laboratoriebaserade perovskitsolceller är nu 25,5 %, och innehas av det Sydkoreanska institutet Ulsan National Institute of Science and Technology (UNIST). Rekordet är certifierat av ett tredjepartsinstitut, vilket är ett vanligt sätt att säkerställa trovärdigheten för solcellers prestanda.

En annan stor fördel med solceller som tillverkas från en lösning är att böjbara solceller enkelt kan framställas genom att trycka eller belägga halvledarmaterialet på ett flexibelt substrat. Korea Research Institute of Chemical Technology (KRICT) har visat att de kunde tillverka flexibla perovskitsolceller med en imponerande rekordverkningsgrad på 20,7 %. Swansea University rapporterade nyligen en flexibel perovskitsolcell med 12,2 % där alla lager är tryckta i en rulle-till-rulle-skrivare.

NÄR PEROVSKITSOLCELLERS prestanda snabbt närmar sig nivåer som är jämförbara med kiselsolceller händer intressanta saker. Forskare börjar fokusera mer på att lösa de resterande utmaningarna, såsom perovskitsolcellers stabilitet, hållbarhet och miljövänlighet, samtidigt som företag undersöker möjligheterna att kommersialisera perovskitmoduler och kombinera perovskitmaterial med befintliga kiselmoduler eller andra teknologier. En av

nackdelarna som kan sätta käppar i hjulen för perovskitsolceller är det omdiskuterade blyinnehållet. Trots små mängder och noggrann inkapsling av perovskitmaterial i den färdiga produkten kan en solcell som innehåller miljöskadliga metaller bli svårsäld. Materialforskare provar därför att ersätta bly med andra grundämnen, med målet att åstadkomma blyfria perovskitsolceller med lika höga prestanda.

EN AV DE ETABLERADE lösningarna för att uppnå en verkningsgrad som överstiger SQ-gränsen för en solcell är att stapla flera solceller ovanpå varandra. Ljuset som inte absorberas av den översta solcellen (toppcellen) passerar den och absorberas av den understa solcellen (bottencellen). En sådan tandemcell uppnås genom att använda en halvtransparent solcell med större bandgap ovanpå en solcell med mindre bandgap. Möjligheten att justera bandgapet hos perovskitmaterial gör det till en utmärkt kandidat för tandemceller. Speciellt perovskit-kiseltandemsolceller drar mycket uppmärksamhet. Ett lager perovskitmaterial kan göra kiselmoduler mer effektiva, genom att absorbera de mer högenergetiska fotonerna i solljuset som kisel inte kan absorbera effektivt.

Kapplöpningen om tandemceller med allt högre verkningsgrader är i full gång. För några månader sedan rapporterade

Helmholtz Zentrum Berlin 29,2 %, men bara några veckor senare slogs detta av företaget Oxford PV med ett nytt rekord för kisel-perovskittandemsolceller på 29,5 %. Nya kombinationer av toppcell och bottencell kommer förmodligen att dyka upp under de kommande åren. Även perovskit-perovskit tandemceller är en lovande utvecklingsmöjlighet där perovskiter med olika bandgap kombineras.

TROTS DEN SNABBA teknikutvecklingen finns det mycket kvar att utforska, eftersom det fortfarande är oklart vad det är som är så speciellt med perovskitmaterial och som ligger till grund för de lovande egenskaperna. Varför kan till exempel elektroner färdas snabbare och längre i dessa material än i andra halvledare? Hur kan vi förstå att det råder en dynamisk oordning (dynamic disorder) av atomer som rör sig väldigt mycket i gitterstrukturen, samtidigt som materialets defekttäthet är ovanligt låg? Detta förväntas spela en stor roll för materialets egenskaper. Perovskiter uppvisar till och med självläkande egenskaper, det vill säga att materialet återställs efter att defekter har skapats i det. Perovskitmaterial fortsätter att förbrylla materialfysiker och kemister.

ZAFER HAWASH OCH ELLEN MOONS
Karlstads universitet

Distanstävling och experiment på skolan

Locket på. Ett riktigt lämpligt namn på den första av finaltävlingens experimentella uppgifter. I år, när **Fysikveckan** blev ett distansarrangemang, gällde det ju att kunna hålla uppgifterna hemliga trots att tävlingsmaterialet behövde distribueras till finalisternas skolor.

I mitten av mars arrangerade Fysikcentrum vid Chalmers och Göteborgs universitet den traditionella Fysikveckan för årets finalister i Wallenbergs fysikpris. Fastän allt fick ske på distans gick det att få in såväl föreläsningar om fysikens grunder som laborationer, quiz och spel. Särskilt uppskattade var de populärvetenskapliga föreläsningarna där bland annat Göran Johansson medverkade och berättade om kvantdatorer, och Javier Marmolejo lyckades få saker att flyga med lasrar – optisk levitation! En intressant och rolig vecka för alla, och inspirerande inför kommande universitetsstudier, blev det sammanfattande omdömet i finalisternas utvärdering.

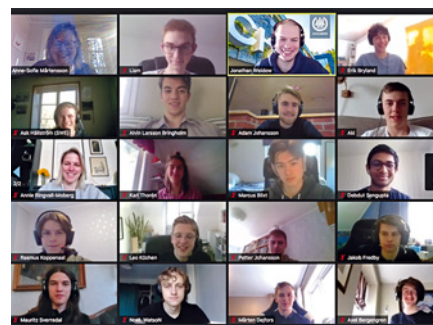
Tre experimentella tävlingsuppgifter

Under Fysikveckan hålls också den experimentella deltävlingen av finalen. I år behövde utrustningen postas i förväg till respektive skola där elevernas fysiklärare sedan ryckte in för att iordningställa lokaler och material – en stor eloge till alla som hjälpte till och fick tävlingen att flyta på utan trassel!

Uppgiftskonstruktörerna med de tidigare olympiaddeltagarna Julia Järlbark och Oskar Vallhagen i spetsen hade tagit fram tre riktigt utmanande experimentella uppgifter. Det gällde att i tur och ordning avgöra hur mycket bättre en kaffemugg håller temperaturen uppe



Utrustning för att bestämma vakuumpermeabiliteten. Vad ska alla post-it-lappar användas till? Svaret på frågan, liksom tävlingsuppgifterna i sin helhet, finns under fliken "Wallenbergs fysikpris" på Fysiker-samfundets hemsida.



Årets finalister tillsammans med Jonathan Weidow och Annie Ringvall-Moberg som planerat, respektive guidat, genom årets Fysikvecka.

när den får ha "locket på", vilket värde permeabiliteten i vakuum har, och hur brytningsindex för vatten beror av salthalten. Den sistnämnda uppgiften visade sig vara rejält klurig, men placerar man en droppe saltvatten under ett prisma som belyses med en ficklampa dyker det upp en

svart skugga som avslöjar var vi får totalreflektion.

Laborationer hör till det som varit svårast att få till när coronarestriktionerna flyttat en stor del av gymnasieundervisningen ut till nätet, och flera av finalisterna uttryckte sin uppskattning över att äntligen kunna få ta itu med experimentell problemlösning.

Tre olympiader i sommar

Nu väntar tre fysikolympiader: i maj, efter att denna tidning gått i press, den nordisk-baltiska olympiaden som även utgör den avslutande deltävlingen i Wallenbergs fysikpris, i juni den europeiska och i juli den internationella olympiaden. Nytt för i år är att finalisterna erbjudits extra träning inför olympiaderna via nätet, en gång i veckan har tidigare olympiaddeltagare presenterat gamla uppgifter och tipsat om hur dessa kan lirkas upp. Lennart Küssner, som var med på olympiaderna i fjol, är en av räkneövningsledarna och han var nöjd med resultatet:

– Jag tyckte räknestugan blev riktigt lyckad. Jag fick sällskap av nio tappra fysikolympiader, och jag tror att de lärde sig ett och annat!

Wallenbergs fysikpris är möjligt att genomföra tack vare ett generöst bidrag från Stiftelsen Marcus och Amalia Wallenbergs Minnesfond – varmt tack!

ANNE-SOFIE MÄRTENSSON
Göteborgs universitet

Detta är den första av fyra artiklar med vinjetten **konst och fysik**.

I den här artikeln fokuserar vi på hur man kan utveckla en mer stimulerande arbetsplats på en fysikinstitution med hjälp av konstillallationer. Därefter följer två mer fysikaliska artiklar om himlafenomen och speglingar i konsten. Serien avslutas med ett samtal mellan fysiker och konstnärer kring likheter, olikheter, begränsningar och möjligheter i skapandet som förenar oss.



Geniezeit. Bigert & Bergström (längst till vänster)

Konst på Fysik i Göteborg

När du närmar dig ingången till Origohuset, där de båda institutionerna för fysik på Chalmers och Göteborgs universitet har sina lokaler, ser du på långt håll ett skinande ståläpple: *Geniezeit* av konstnärduon Bigert & Bergström. Det står inte bara där för att göra det lätt för besökare att hitta till vår arbetsplats utan är en viktig symbol utåt för den konstsatsning vi gjort under ett

antal år. Huvudsyftet har varit att skapa en intressantare, mer stimulerande och utvecklande miljö för medarbetare, studenter och besökare.

Som ni vet tillbringar många av oss hela vårt yrkesliv på en och samma arbetsplats. Vi blir lätt och snabbt hemmablinda. Jag har besökt många fysikinstitutioner över hela världen och slås alltid av att de människor jag möter står i bjärt kontrast till det

jag ser i deras omgivning. Lokalerna ger mig inte alltid känslan av att fysik är kul, intressant och viktigt. Istället tar känslan av institution snabbt över.

ÖVERDRIVET? JAG GISSAR ATT det är som konst – det är i betraktarens öga det ligger. En snabb rundfråga bland studenter på fysikutbildningar i Göteborg visade på att våra lokaler ansågs både otidsenliga, ►



Ljusventil. Gustaf Dalén.



Ljusorgeln. Mona Sand.

► tråkiga och nergångna. Speciellt det så kallade *Origohuset*, som var Chalmers första byggnad på Campus Johanneberg för nu snart hundra år sedan. Studenterna gav också uttryck för den stora skillnad som de kände mellan detta och deras framtida arbetsmiljöer. Liknande synpunkter framfördes också av våra forskarstuderande.

SAGT OCH GJORT. I samband med en omfattande ombyggnad av själva kärnan i fysik- och kemilokalerna i Göteborg tog vi chansen att inte bara tänka på lokaler utan hela miljön vi tillbringar så många timmar av vårt liv i. Genom lokalombyggnaden fick vi en unik chans att skapa intressanta mötesplatser mellan lärare, forskare och studenter. Både för lärande och spontana möten. Vi gjorde därför arbetsytor av flera olika slag för studenterna, för att tillfredsställa de flestas önskemål om olika studiesätt. Vi placerade dessutom Fysiks personal-/lunchrum och café *Bra NyFiket* (<vφ>) i anslutning till detta för att ytterligare möjliggöra spontana möten och betona studenterna som vår viktigaste målgrupp.

Vi kände i det sammanhanget ett behov av att lyfta arbetsmiljön ytterligare. Vi

valde att göra detta genom att fläta samman Fysikhusens historia med en samling konstverk av unga svenska konstnärer. Förutom de rent fysiska installationerna växte detta sedan fram till en guidad rundtur, *Fysik i Göteborg – porten till universum* som vi kallade den. En rundtur som vi inte bara gör med tillfälliga gäster som opponenter och gästforskare utan också för att locka allmänheten in i våra lokaler.

HÄR FINNS ALLTSÅ MER än bara konstverk. Ett exempel är ett kemilaboratorium i original från 1926 som renoverats varsamt av Högskolan för design och konsthantverk som ett mötesrum till Lise Meitners ära. Ett annat är en solventil som används för att lyfta fram nobelprisbelönade Gustav Daléns ingenjörskonst. I den andra änden av korridoren med solventilen finns Mona Sands *Ljusorgeln* från 1999, som är baserad på myondetektion. Sexton olika långa glaströr lyser upp i en rytm som bestäms av antalet partiklar som passerar. På så sätt speglar denna korridor hela bredden i fysiken, från ingenjörstillämpningar till grundforskning om materiens innersta beståndsdelar.

Mötet med konsten sker alltså först vid det stora stället och följer sedan besökaren genom de olika fysikhusen. Skönheten, påverkan och tankekraft ligger naturligtvis i betraktarens öga. Det hindrar oss inte från att ha en tanke med varje inköpt konstverk. De speglar alla olika former av konst, från handbroderi till träfigurer utskurna med motorsåg. Genom ett samarbete med Thomas Wallner (*Galleri Wallner* i Simris) valde vi ut de flesta konstverken, som hade det gemensamt att de representerar unga konstnärer i början av sin karriär.

Här finns en broderad boll av Annika Wahlström, *Var vän med solen. Och får vi blott ha hälsan så skall snart åter stunda goda tider*, som låter tanken gå iväg till igelkottsteoremet ("Hairy ball theorem"). Kristina Matouschs fyra plåtar, *Turning on*, med både slumpmässigt och regelbundet inbrända märken av elspisar leder tankarna till material och termodynamik. Tankeväckande måleri av Sofie Arfwidson, *Ad utrumque paratus* som är Lunds universitets devis och Jan Cardells *Englerts trädgård* som är ett akustiskt konstverk som sträcker sig genom fem våningsplan.

MÅNGA UNDRAR HUR DETTA är möjligt på en fysikinstitution. Ja i deras bild av en fysikinstitution skall väl tilläggas, en bild som ofta skiljer sig markant från hur det är. Framgångsfaktorer har varit att konst är en investering och inte en utgift i våra räkenskaper, att vi kunnat spela ut olika donatorer mot varandra för att på så sätt få två istället för ett konstverk samt att vi som stiftelsehögskola har kunnat undvika Statens Konstråd. Naturligtvis har flera medarbetare hjälpt till med det hela där det är på sin plats att tacka Michael Eriksson, Mia Halleröd Palmgren och Lars Hellberg för avgörande insatser.

Konst skall enligt min mening inte lämna någon oberörd. Jag har registrerat ett antal olika typer av reaktioner. Studenterna har blivit mer medvetna om att hålla en vacker miljö fortsatt vacker. Några av medarbetarna är mer upprörda över verken från utgångspunkten att det inte är konst – ofta har de då barn som kan göra det bättre! I stort sett tycker jag



Var vän med solen. Och får vi blott ha hälsan så skall snart åter stunda goda tider, Annika Wahlström.



Kristina Matousch med *Turning On*.



Sofie Arfwidson hänger sin målning *Ad utrumque paratus*.



Jan Cardell, invigning av *Englert's Trädgård*.

dock att merparten är mycket positiva till det hela, och jag hade nog legat sömlös om ingen hade brytt sig om konsten över huvud taget.

LÅT MIG SLUTA SOM jag började genom att beskriva äpplet vid vår ingång lite mer ingående. *Geniezeit* skapades av konstnärsparet Bigert & Bergström med ett danskt citronäpple jag har i min trädgård som förlaga. Dess titel ger lätta associationer till den hybridstunga arbetsstyrka som finns på en fysikinstitution och de flesta av våra besökare associerar äpplet med Newton. Vi brukar betona tre saker med äpplet. Till att börja med gör de blankpolerade ytor

att besökarna ser sin spegelbild i äpplet. Detta för att påminna dem om att det är endast de själva som ansvarar för sin kunskapsutveckling. Spegelbilden är dessutom upp och ner – en påminnelse om att studerar man fysik måste man lära sig se världen från olika perspektiv. Den tredje aspekten är att äpplet med sina utätta bitar påminner oss om att ny kunskap behövs hela tiden för att fylla kunskapsluckorna, i samklang med vad vi redan vet. Jag brukar också ha med mig ett äpple och skära det tvärs mot



Äpplets femfaldiga symmetri.

axeln mellan pinne och blomrosett för att visa den fantastiska femfaldiga symmetrin som finns i vår vanligaste frukt. Alla kärnorna sitter nämligen i ett enda plan om du åter det från "rätt" ledd.

PETER APELL
Professor i fysik

Läs mer

Läs mer om konstvandringen på Chalmers på www.chalmers.se/SiteCollectionDocuments/Fysik/Diverse/Konst_Fysik.pdf

Pugwash – en angelägenhet för svenska fysiker?

Det är lätt att tänka att **hotet om kärnvapen** hör till det kalla kriget och det förgångna, men antalet länder med kärnvapen är fler än någonsin, och risken för ett kärnvapenkrig har ökat. En av de organisationer som samlar forskare världen över är Pugwash.

Nobels fredspris tilldelades 1995 Pugwash, eller rättare sagt dess grundare Joseph Rotblat och organisationen "Pugwash Conferences on Science and World Affairs", med motive- ringen: "for their efforts to diminish the part played by nuclear arms in the inter- national politics and, in the longer run, to eliminate such arms".

JOSEPH ROTBLAT föddes 1908 i Warszawa. Han stude- rade fysik och avlade dok- torsexamen 1938, och fort- satte med en forskarkarriär i Storbritannien 1939. Hans forskning övertygade honom om att det var möjligt att till- verka en atombomb. Av fruk- tan för att Hitler skulle hinna före de allierade anslöt han sig till Manhattanprojektet, men han tilläts 1943 lämna projektet efter att han övertygats om att Tyskland inte skulle lyckas.

1955 skrev Bertrand Russel och Albert Einstein ett manifest där de var- nade för att kärnvapen utgör ett hot för människans överlevnad och uppma- nade världen till handling för att elimi-

nera detta hot. Två år senare, 1957, hölls den första Pugwash-konferensen i den lilla fiskeorten Pugwash i Nova Scotia. Målsättningen var att fokusera på faran med kärnvapen, att verka för att elimi- nera kärnvapen och att verka för fredliga lösningar på konflikter. Pugwashrörelsen spred sig över världen och 1964 startades svenska Pugwashgruppen av en grupp fy- siker, bland andra Hannes Alfvén, Rolf Björnerstedt och Jan Prawitz. Idag finns det Pugwashgrupper i 31 länder, också i kärnvapen- länderna USA, Ryssland, Storbritannien, Frankrike, Indien, Israel och Pakistan. Vid de regelbundna, van- ligtvis tematiskt fokuserade Pugwashsammankomsterna medverkar deltagare från de flesta av jordens länder.



Joseph Rotblat på passerkortet för Manhattanprojektet.

SÅ HUR ÄR SITUATIONEN år 2020, 65 år efter att manifestet utfärdades? På den positiva sidan ser vi att inga bomber har fällts sedan Hiroshima och Nagasaki, att de två stora kärnvapenmakterna har haft regelbundna möten och ingått överens- kommelser om minskning av antalet va-

pen. På den dystra sidan ser vi att antalet kärnvapenmakter nu har utökats till nio, och att risken för kärnvapenkrig ökat. Den allmänna opinionen, som under det kalla kriget var medveten om risken för kärnvapenkrig, var också medveten om de globala konsekvenserna ett sådant krig skulle få (till exempel risken för en atom- vinter). Idag betraktas denna globala och viktiga fråga inte som aktuell i den all- männa svenska samhällsdebatten, men den börjar återigen komma fram i den glo- bala debatten.

En ljusglimt har varit bildandet av ICAN, en global kampanj med hundratals organisationer från hela världen som gemensamt arbetar för en kärnvapenfri värld. 2017 tilldelades ICAN Nobels fredspris för sina insatser för att lyfta fram de humanitära konsekvenserna av kärn- vapen och för förbudskonventionen som antogs i FN den 7 juli 2017. Förbudet mot kärnvapen behövde undertecknas av 50 nationer för att träda i kraft, något som uppnåddes i december 2020. Förbudet mot kärnvapen trädde därmed i kraft 22 januari 2021. Sverige röstade ja till kon- ventionen i juli 2017 men har hittills inte skrivit under förbudskonventionen. Inte heller har något av alla NATO-länder eller



I november 2019 möttes Svenska Pug- washgruppen, leda- ren för APS gruppen, samt Pugwashleda- möter från Ryssland, USA, Frankrike och Tyskland i Stock- holm. Här i entrén till Aula Magna.

de nio kärnvapenmakterna undertecknat. I mars i år hade totalt 54 av FN:s länder skrivit under konventionen.

I JANUARI 2020 FLYTTADES Domedags- klockan vid University of Chicago fram till 100 sekunder till midnatt, motiverat av de ökade globala hoten från kärnvapen och klimatförändringar. Denna symbo- liska klocka uppdateras sedan 1947 och har aldrig tidigare varit närmre midnatt än två minuter.

American Physical Society har varit aktiv för att informera om riskerna med kärnvapen, om de humanitära och miljö- mässiga konsekvenserna ett kärnvapen- krig skulle innebära. 2019 tilldelade APS en grupp fysiker ett "innovationsanslag" för att påbörja arbetet med att informera landets forskare om kärnvapenhotet med målsättning att få landets fysiker att aktivt delta i kärnvapendebatten och arbeta för att reducera risken för ett kärnvapenkrig. Gruppen heter nu Physicists coalition for nuclear threat reduction. Gruppens mål- sättning är att utbilda och återengagera APS medlemmar inom detta viktiga, glo- bala ämne. En grupp fysiker ska besöka fysikinstitutioner och nationella labo- ratorier för att hålla breda föreläsningar



"Fredsmärket" designades 1958 som logo- typ för den brittiska anti-kärnvapenrörelsen CND (Coalition for nuclear disarmament).

om ämnet, föra diskussioner och bygga en koalition av volontärer som ska arbeta för kärnvapennedrustning. Koalitionen be- står i nuläget av cirka 400 medlemmar och ett 60-tal föredrag har hållits.

Svenska Pugwashgruppen bjöd i november 2019 in ledaren för APS grup- pen, Professor Stewart Prager, Princeton, samt Pugwashledamöter från Ryssland, USA, Frankrike, Tyskland och Sverige till ett möte i Stockholm för att debattera hur vi kunde utvidga detta initiativ och lyfta kärnvapenfrågan i samhällsdebatten.

SVENSKA PUGWASH PLANERAR under våren och hösten seminarier med an- ledning av utbyggnaden av det svenska

civilförsvaret. Även flera europeiska Pugwashgrupper planerar under våren seminarier för att belysa situationen med faran av kärnvapen även i vår tid.

Vid Uppsala universitet kommer ett nytt kompetenscentrum att inrättas som ska fokusera på kunskap och utveck- ling av kärnvapennedrustning. Vid Oslo universitet är en grupp för kärnvapen- nedrustningsfrågor aktiv, Oslo Nuclear Project. Även i Norge har frågan om att skriva under FN:s kärnvapenförbud varit ett aktuellt ämne. Parallellt finns en mål- sättning om en nordisk kärnvapenfri zon.

Det vore angeläget om vi i Svenska Fysikersamfundet, precis som våra ame- rikanska fysikerkolleger, kunde uppmana våra kolleger att informera om och lyfta debatten kring hotet från kärnvapen, och verka för en kärnvapenfri värld!

ELISABETH RACHLEW
prof.em. KTH,
styrelseledamot Svenska Pugwash

Läs mer

www.pugwash.org
www.icanw.org
<https://thebulletin.org>
www.aps.org

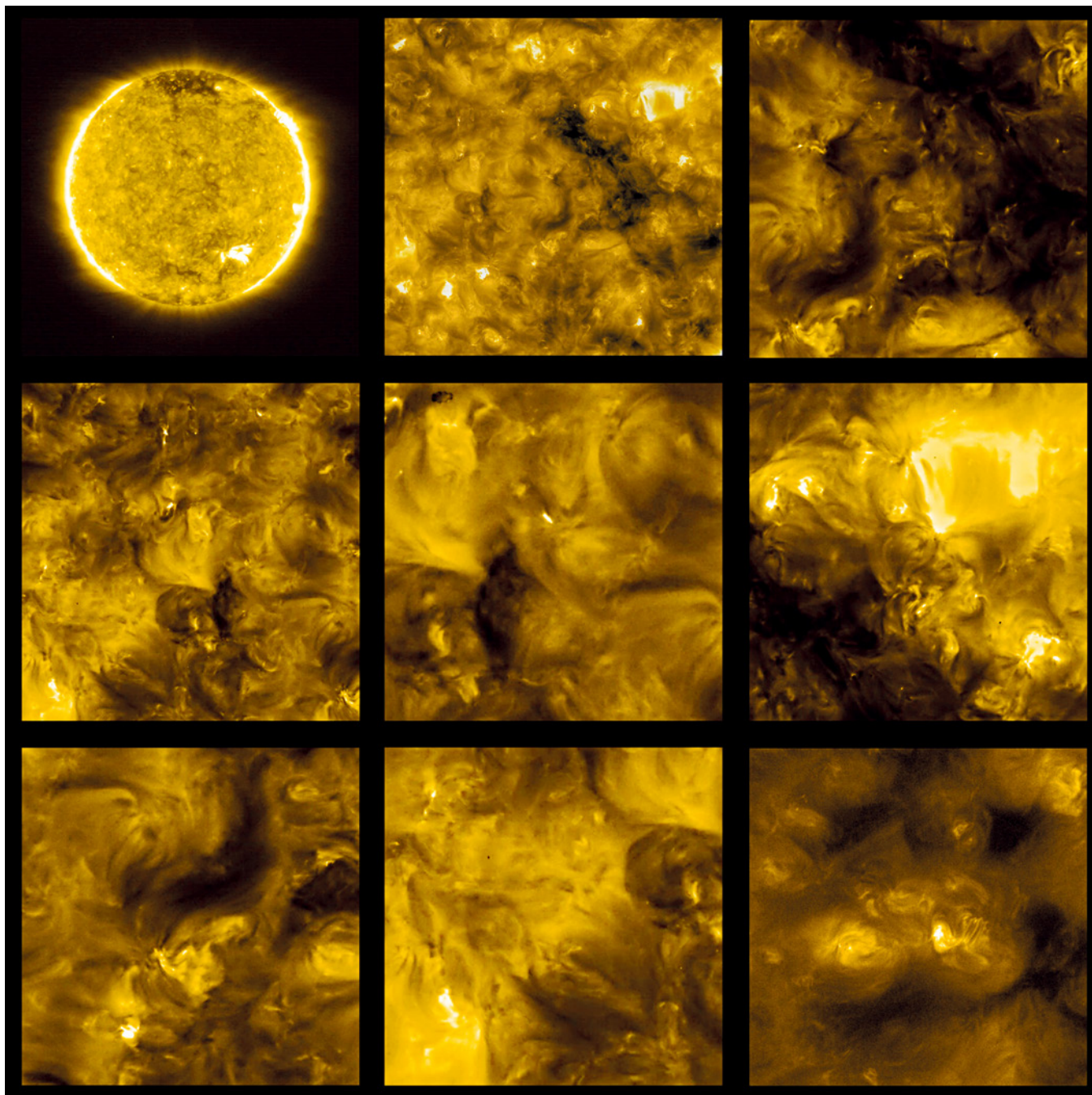


FOTO: SOLAR ORBITER/ESA

Närkontakt med solen

De första närbilderna av solen från ESA:s rymdsond Solar Orbiter togs 30 maj 2020 på ett avstånd från solen motsvarande hälften av sträckan mellan solen och jorden. Här ovan syns solens korona vid en våglängd av 17 nm, alltså extremt ultraviolett ljus, i helbild såväl som i finare detalj.

Små ljusa punkter i koronan synliga

på dessa bilder har benämnts "lägereldar". Kanske har dessa småskaliga utbrott någon roll att spela för upphettningen av koronan?

Vid denna våglängd dominerar emissionen av Fe IX vid temperaturer runt 600 000 K. NASA:s rymdobservatorier SDO och SoHO observerar också i denna våglängd och deras bilder färg-

läggs i samma guldton. Solar Orbiter kommer att komma närmare solen och se den ur andra vinklar än SDO (i jordbana) och SoHO (i bana mellan solen och jorden men nära den senare).

DAN KISELMAN

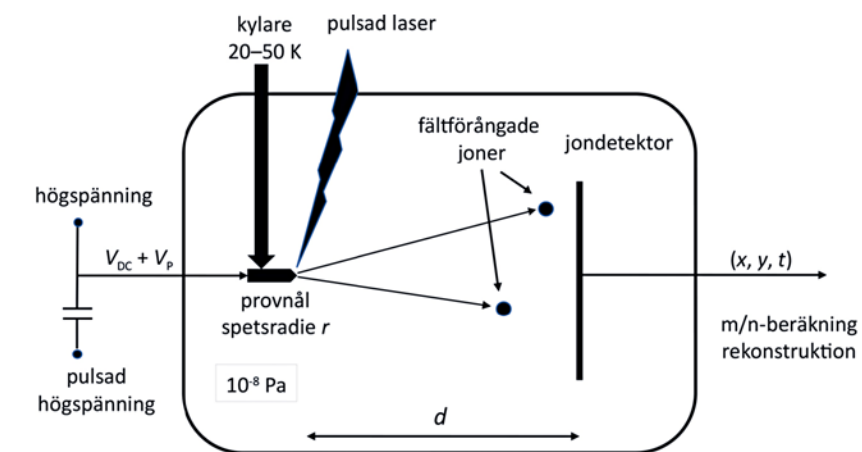
Institutet för solfysik, Stockholms universitet

Mikroanalys på atomär nivå

Materialvetenskapen strävar efter att förstå hur egenskaperna hos olika material bestäms av deras mikrostruktur, och hur denna mikrostruktur uppstår vid materialens framställning. Ofta behövs kunskap på **en mycket detaljerad nivå** för att uppnå denna förståelse. Det finns alltså ett behov av metoder för mikroskopi och mikroanalys med hög rumsupplösning, helst atomär.

Ytterst är frågan: hur sitter de olika atomerna i materialet? Här finns många intressanta frågor för en fysiker att arbeta med, och mycket spännande fysik. Bland det mest spännande är atomsonden – tycker jag som ägnat hela mitt yrkesverksamma liv, och lite till, åt denna metod. I atomsonden analyseras materialprover atom för atom, vilket resulterar i en tredimensionell rekonstruktion av atomernas läge i materialet. Mikroanalys på atomär nivå!

I atomsonden används nålformade prover av det material som ska undersökas. Nålarna måste vara vassa, med en spetsradie på 50–100 nm. Provnålen monteras i ett vakuumsystem och en hög positiv elektrisk spänning (några kV) läggs på provet (figur 1). Då uppstår ett högt positivt elektriskt fält vid provytan, och vid ett fält på några tiotals GV/m (tiotals V/nm) slits ytatomer loss från ytan i form av positiva joner och repelleras från spetsen. Denna process kallas fältförångning (se faktaruta på nästa uppslag). Jonerna träffar sedan en jordad, plan jondetektor, placerad några decimeter från provet. Detektorn är tillräckligt känslig för att registrera enstaka joner, och dessutom positionskänslig. På detektorn fås därmed en projektion av atompositionerna på spetsens yta; förstoringen är un-



FIGUR 1. Principskiss av en atomsondstomograf. Ett högt elektriskt fält skapas på det nålformade provets yta genom att lägga på en hög positiv spänning. Ytatomer fältförångas genom att pulsa provet med antingen en elektrisk puls eller en värmepuls (laserpulsning).

BILD: HANSOLOF ANDREIN, CHALMERS

gefär d/r , där d är avståndet mellan spets och detektor och r är spetsradien. Med $d = 10$ cm och $r = 50$ nm fås en förstoring på två miljoner! Genom att långsamt fältförångas spetsen och registrera träffarna på jondetektorn kan man alltså rekonstruera hur atomerna satt i provet med (i princip) atomär upplösning.

FÖR ATT BESTÄMMA VILKET atomslag varje detekterad jon är används löptidspektrometri. Fältförångningen startas vid en viss tidpunkt, och löptiden mellan start och jondetektion mäts (i storleks-

ordningen 1 μ s). Eftersom fältförångning är en termiskt aktiverad process kan denna startas antingen genom att momentant minska aktiveringsenergin genom att öka det elektriska fältet, det vill säga pulsa högspänningen, eller genom att öka den termiska aktiveringen genom att momentant öka temperaturen, det vill säga lysa på spetsen med en pulslas laser. Samtidigt som spänningspuls eller laserpuls träffar spetsen startar löptidsmätningen, och för varje träff på detektorn registreras både position (x, y) och löptid (t) . Jonens massa (m) ,

► eller rättare sagt massa genom laddnings-tal (n), m/n , eftersom jonerna kan vara upp till fyrvårt positivt laddade, beräknas enkelt genom att sätta potentiell energi lika med kinetisk: $ne(V_{DC} + V_p) = mv^2/2$, där e är elektronladdningen, V_{DC} är den stående högspänningen och V_p pulsspänningen (= 0 vid laserpulsning). Om accelerationstiden försummas är $v = d/t$ och därmed $m/n = 2et^2/d^2$. En stor fördel är att alla atomslag detekteras, från väte till transuraner, och dessutom med samma känslighet – analysresultatet behöver inte korrigeras, utan antalet registrerade joner av varje grundämne kan användas direkt för att beräkna sammansättningen hos en volym. Den analyserade volymen blir ungefär en cylinder med en diameter om typiskt 50 nm och en höjd på några hundra nm, vid långa analyser (tiotals miljoner atomer) upp till några μm .

TILL EN BÖRJAN ANVÄNDES bara elektriska pulser, vilket begränsade de material som kan undersökas till metalliskt ledande material. Eftersom det höga elektriska fältet E också inducerar en hög mekanisk spänning σ ($\sigma = \epsilon_0 E^2/2$ där ϵ_0 är den elektriska konstanten) krävs dessutom en viss hållfasthet hos provet. Exempelvis är dragspänningen på provytan ca 5 GPa vid fältförångning av stål ($E \approx 33 \text{ GV/m}$),

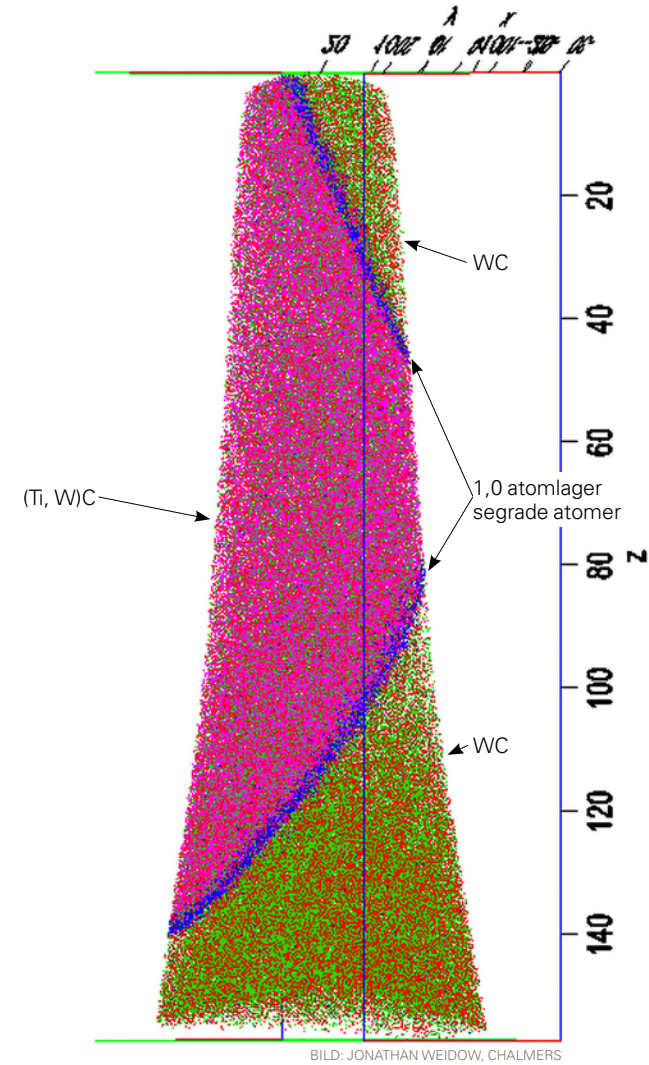
vilket är mer än den makroskopiska draghållfastheten hos nästan alla stål. Lyckligtvis är volymen som utsätts för denna extrema spänning mycket liten, så oftast överlever provet belastningen, men allteftersom spetsen fältförångas och blir trubbigare måste den elektriska spänningen höjas för att upprätthålla fältet, och den högt belastade volymen blir då allt större. Många analyser slutar därför med att provet havererar mekaniskt, men förhoppningsvis först sedan några miljoner atomer analyserats.

SEDAN LASERPULSNING började användas rutinmässigt för 15 år sedan har kravet på elektrisk ledningsförmåga hos provet i stort sett bortfallit, och såväl halvledare som isolatorer kan nu analyseras framgångsrikt. De exakta mekanismerna för fältförångning av isolatorer som aluminiumoxid och zirkoniumoxid är ännu inte helt kända. Bandgapet i dessa är nämligen mycket större än laserpulsens energi, och dessutom måste ju några elektroner ledas bort från spetsen om det ska bli någon fältförångning. Troligen ger yttillstånd en viss ledningsförmåga, och det höga fältet verkar reducera bandgapet i ett ytskikt. Metoden fungerar i alla fall, och analyser av miljontals atomer fås idag regelmässigt från en stor mängd

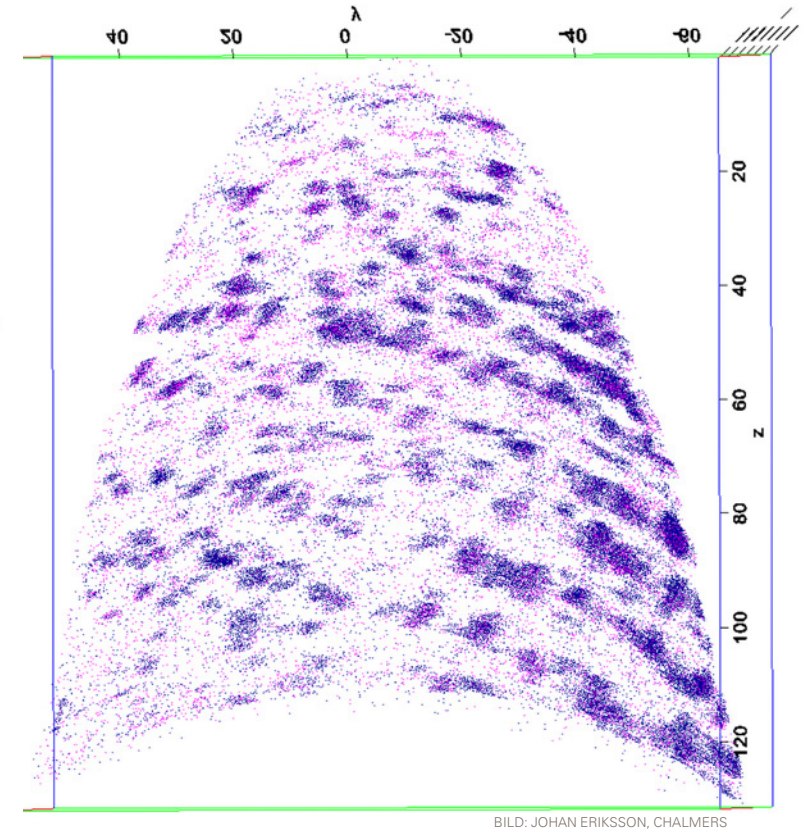
olika material. Med en pulshastighet om typiskt 200 kHz, och en försiktig fältförångningshastighet på 0,01 joner/puls tar det bara drygt 8 minuter att analysera en miljon atomer!

FÖR ATT SKILJA DAGENS atomsondsinstrument från tidigare varianter som inte hade positionskänsliga detektorer används nu ofta beteckningen atomsondstomografi för de moderna instrumenten (APT, atom probe tomography). Chalmers var tidigt ute med atomsondsanalys. Jag byggde vårt första instrument som mitt doktorandarbete, och den första analysen gjordes 1975. Eftersom alla instrument på den tiden var hemmabyggda, i huvudsak vid universitet, var mängden forskning begränsad, men en hel del banbrytande arbeten gjordes ändå. Vid Chalmers studerade vi exempelvis nano-utskiljningars kemi i stål och aluminiumlegeringar, och korngränssgring i hårdmetall. År 2001 fick vi vårt första APT-instrument, och 2007 fick vi också tillgång till laserpulsning. Bland senare arbeten kan nämnas undersökningar av oxidskikt på NiAlCr och nano-kemin hos strålskador i kärntekniska material. Även benvävnad (apatit), nötningsbeständiga skikt som (Ti,Al)N och proteiner har analyserats framgångsrikt. I figur 2 visas ett exempel på APT av ett hårdmetallprov, och i figur 3 klustring av järn och krom i en zirkoniumlegering efter bestrålning i en kärnreaktor.

I de flesta fall är massupplösningen tillräcklig för att säkert bestämma varje atoms kemiska identitet. I material med låg värmeledning kan ibland avsvälningen efter laserpulsen vara så långsam att några joner fältförångas alldeles för sent och misstas för ett annat atomslag, vilket minskar analysens noggrannhet. Det finns också några isotopöverlapp som gör att det inte går att bestämma identiteten hos vissa joner. Ett exempel är joner med masstalet 54, som kan vara både krom och järn. Dessa joner kan alltså inte tas med i rekonstruktionen, men vid beräkning av sammansättningen hos en liten volym blir resultatet ändå korrekt, eftersom alla 54-joner kan fördelas på krom och järn med hjälp av antalet joner hos de



FIGUR 2 APT-rekonstruktion av ett hårdmetallprov av WC-TiC-Co. Rekonstruktionen innehåller 5,4 miljoner atomer och är ca 150 nm hög (skalan är i nm). Röda prickar: kolatomer, gröna prickar: volframatomer, rosa prickar: titanatomer, och blå prickar: koboltatomer. Båda fasgränserna innehöll ca 1,0 atomlager av kobolt och krom, varav cirka 98 % kobolt och 2 % krom. Krom är en förorening i materialet.



FIGUR 3 APT-rekonstruktion av ett prov av zirkoniumlegeringen Zircaloy-2, taget från ett kapslingsrör för uranbränslet i en kokvattenreaktor. Röret har utsatts för en intensiv neutronstrålning under nio års drift ($16,5 \times 10^{25}$ neutroner m^{-2}), vilken har åstadkommit att legeringsämnena krom och järn klumpat ihop sig till små kluster, ca 5 nm stora. Rosa prickar: järnatomer, mörkblå prickar: kromatomer. Skala i nm. Klustren ligger i lager längs basalplanen i legeringens hexagonalt tätpackade kristallstruktur.

Inverkan av höga elektriska fält på material

Fältelektronemission (fältemission) fås vid höga negativa fält (negativ spänning). Denna kräver några GV/m (V/nm) vilket i praktiken åstadkommes med spetsverkan: det elektriska fältet vid ytan av en nål med spetsradien r är $E = V/(kr)$. Vi känner igen formeln för fältet vid en sfär, $E = V/r$. Korrektionsfaktorn k beror av exakt geometri hos nålen och beskriver hur fältet från skftet (den koniska delen av spetsen) minskar fältet något ($k = 3-4$ typiskt). Mekanismen är kvantmekanisk tunnling av elektroner genom en potentialbarriär. Fältemission används i elektronkällor, till exempel i fältemissionskanoner i elektronmikroskop. Spetsradien är typiskt 1 μm .

Fältjonisation fås vid höga positiva fält (positiv spänning). En gas alldeles i närheten av spetsen kan joniseras genom att coulombpotentialen deformeras av det höga fältet så att en elektron från gasatomen kan tunnla in i spetsen. Detta kräver ett positivt fält

på 17 V/nm (N_2)–44 V/nm (He), så nålen måste vara vassare än vid fältemission, spetsradie typiskt 50 nm. I fältjonmikroskopet används fältjonisation för att avbilda spetsar med atomär upplösning.

Fältförångning. Vid tillräckligt högt positivt fält kan fältet slita loss atomer från ytan i form av positivt laddade joner. Denna process kallas fältförångning och är i ett första steg (jonisation till envärt laddade joner) en termiskt aktiverad process. Aktiveringsenergin beror på fältet, och olika material kräver olika fält för att fältförångas. Fältförångning kan också ske med ett något lägre fält och förhöjd temperatur. I ett andra steg kan jonen efterjoniseras till en högre positiv laddning genom fältjonisation, det vill säga att ytterligare elektroner från jonen tunnlar in i spetsen. Den slutliga laddningen bestäms av fältet, ju högre fält dess högre laddning. Upp till 4+ är allmänt förekommande, 5+ har registrerats i enstaka fall.

andra isotoperna och den kända naturliga isotopfördelningen.

RUMSUPPLÖSNINGEN kan beskrivas som nära atomär, och den skiljer sig i sidled och djup. När en yatom fältförångas från provets spets påverkas den av grannatomerna i ytan och får en startposition som avviker något från ursprungsplassen. Värmerörelsen gör också att jonen kan avvika något från den ideala banan från spets till detektor, men denna effekt motverkas av att provet hålls vid en låg temperatur, 20–50 K. Vanligen går det inte att urskilja kristallgittret i sidled, upplösningen är

kanske 0,3–0,5 nm, i vissa symmetripositioner i ett kristallint prov ännu sämre. I djupled däremot går det ofta att avbilda de mest tätpackade atomplanen, som ju har det längsta planavståndet. Här kan upplösningen vara 0,1–0,2 nm. Så drömmen att kunna hänföra varje analyserad atom till sin gitterplats är ännu en dröm, men mikroanalys – eller snarare nano-analys – av volymer om en eller några nm^3 är ändå helt unikt.

Transmissionselektronmikroskopiska metoder kan ge atomär upplösning i två dimensioner, men kan inte avbilda hur atomerna sitter i den tredje dimensionen,

folietjockleken. Så ingen annan metod kommer i närheten av APTs rumsupplösning i tre dimensioner. Det finns idag drygt 100 APT-instrument världen runt, i huvudsak vid universitet men också några vid stora industrilaboratorier. Vårt instrument på Chalmers är det enda i Sverige, och det används av materialforskare från flera svenska universitet.

HANS-OLOF ANDRÉN

FIFES (Fellow of the International Field Emission Society), Seniorprofessor vid Avdelningen för mikrostrukturfysik, Institutionen för fysik, Chalmers tekniska högskola, Göteborg.

Nordic Network for Diversity in Physics

Under en workshop på CERN 2017 om **fysik och genus** diskuterades en nordisk paradox. Trots att vi i de nordiska länderna toppar listor över länder som har störst jämställdhet mellan könen, är andelen kvinnor inom akademien fortfarande mycket låg, särskilt inom ämnena som fysik och matematik.

Detta var förstås ingen nyhet, men det triggade en önskan att skapa ett nordiskt nätverk för att verka för en bättre könsfördelning inom fysik i de nordiska länderna. Tillsammans med *Sektionen kvinnor i fysik* samlade jag representanter från de olika nordiska länderna och ansökte om pengar från NORDFORSK för att hålla tre konferenser, skapa en kurs i frågor som rör genus och fysik och framför allt för att utveckla ett hållbart nätverk för kvinnor i fysik i Norden. Givet tidens anda med fokus inte bara på könsbalans utan på mångfald mer generellt beslutade vi att kalla nätverket NORDic Network for Diversity in Physics (NORNDiP). Genom att dela erfarenheter hoppas vi hitta konkreta åtgärder för att förbättra jämställdheten och mångfalden på våra respektive universitet.

Ambitionen för varje konferens är att ha ett tema relaterat till genusfrågor, att redovisa läget gällande antalet kvinnor på de nordiska fysikinstitutionerna och dessutom att ha intressanta fysikföreläsningar som hålls av några av de framgångsrika kvinnorna som (trots allt) finns inom fältet.

VI HANN ORGANISERA TVÅ fysiska konferenser innan coronan slog till, en i Stockholm och en i Helsingfors. Till Stockholmskonferensen bjöd vi in representanter från de två brittiska projekten, Athena SWAN och Juno, som verkar för att uppnå ökad jämställdhet på universiteten i Storbritannien. Tanken var att de skulle kunna ge idéer till ett liknande projekt i de nordiska länderna. Athena SWAN, där SWAN står för Scientific Women's Academic Network, riktar sig



På grund av coronapandemin hölls NORNDiP:s tredje konferens virtuellt.

"Genom att dela erfarenheter hoppas vi hitta konkreta åtgärder för att förbättra jämställdheten och mångfalden."

till alla naturvetenskapliga discipliner medan Juno riktar sig enbart till fysikinstitutioner. Syftet med projekten är att göra universiteten och dess institutioner till bättre arbetsplatser för alla med ett särskilt fokus på att öka jämställdheten mellan kvinnor och män. Juno säger på sin hemsida att: "Project Juno recognises and rewards departments and schools of physics institutes and organisations that have taken action to: a) address gender equality in physics and b) encourage best practice for all staff".

Det är frivilligt för institutioner att delta i Athena SWAN och/eller Juno, men är man med åtar man sig att arbeta för att skapa en inkluderande institution som ständigt arbetar på förbättring av arbetsmiljön för alla. Planen att utveckla ett liknande system i de nordiska länderna har, på grund av pandemin, inte riktigt kommit igång. Jag hann dock besöka ett Junomöte i december 2019 i London och vi beslutade att Fysikum på Stockholms Universitet skulle ansöka om att bli medlem i Juno som en test för att se hur vi skulle placera oss på deras betygsskala. Vi diskuterade också möjligheten att Fysikum faktiskt skulle bli medlem, men kom fram till att det skulle vara för komplicerat. Detta eftersom det som en viktig komponent i Junos utvärderingssystem ingår besök på institutionen, då besökarna kan ge råd och komma med idéer om hur man kan förbättra sin verksamhet så den blir mer inkluderande.

KONFERENSEN I HELSINGFORS HADE som tema "omedveten partiskhet" ("unconscious bias") eller kort och gott

fördomar. Huvudtalare om detta var Dr. Jadranka Gvozdanović som har varit ansvarig för en LERU-rapport (där LERU står för League of European Research Universities) om just detta ämne. Under senare år har medvetenheten ökat om att våra fördomar har stor betydelse vid betygssättning och vid tjänstetillsättningar. En känd undersökning är den där man skapade en fiktiv student, som kallades ömsom John och ömsom Jennifer. Studentens exakt likadana betyg skickades till olika professorer för bedömning. Resultatet visade att John oftare ansågs mer kvalificerad än Jennifer. LERU-rapporten innehåller förslag på hur man kan arbeta för att förbättra situationen, där första steget är att skapa medvetenhet om att vi faktiskt är fördomsfulla.

Fördomar var också ett tema som gick

igen på den förkortade virtuella konferens som NORNDiP organiserade 2021 där en höjdpunkt var ett föreläsning av författaren till boken "Superior", Angela Saini. Angelas föreläsning hade titeln "Race, Science and Power". Hon beskrev hur vetenskapliga myter om mänskliga skillnader lever kvar, trots att vi idag vet från genetiken att det inte finns några raser. Till och med välmenande forskare använder gammaldags kategorier och antyder felaktigt att ras medför olika medfödda egenskaper.

FRAMGENT PLANERAR NORNDiP ATT utveckla en kurs om genus och fysik som vänder sig till masterstudenter och doktorander i fysik. Vi kommer förhoppningsvis kunna organisera konferenser i de övriga nordiska länderna och vi planerar också att delta i de Nordiska

Fysikdagarna i Uppsala den 4–6 augusti med en särskild session om "Diversity in Physics". Med detta arbete önskar vi kunna bidra till en ökad förståelse för varför det finns så relativt få kvinnor inom fysikområdet men framförallt bidra till att hitta konkreta åtgärder som kan öka mångfalden bland fysiker. Mer information om NORNDiP hittar du på vår hemsida, Norndip.net.

BARBRO ÅSMAN
NORNDiP

Läs mer

<http://www.fysikersamfundet.se/sektionen-kvinnor-i-fysik-aktuellt/>

<https://www.iop.org/about/IOP-diversity-inclusion/project-juno#gref>

<https://www.leru.org/>

Welcome to

Nordic Physics Days 2021

4-6 August, Uppsala, Sweden

THE CONFERENCE IS ORGANIZED by the National Physical Societies in the Nordic countries and hosted by the Department of Physics and Astronomy at Uppsala University. **It will be held digitally** on 4-6 August 2021.

THE NORDIC PHYSICS DAYS is an international conference that welcomes students, researchers and teachers. The program includes plenary contributions from outstanding researchers and speakers, presenting exciting research findings in a variety of physics fields. In addition, parallel sessions will be dedicated to the meetings of the different sections of the Physical Societies.

AN EPS HISTORICAL SITE will also be inaugurated at the end of the conference.

www.nordicphysicsdays2021.se

Karbonater kan bli beviset för liv på Mars

Att NASA i februari landade **en ny robot på Mars** har knappast undgått någon astronomiintresserad. Men vad är det egentligen Perseverance ska leta efter?

Den 18 februari i år landade Mars-roboten Perseverance i Jezerokratern på Mars med uppdraget att hitta spår av liv. Landningsplatsen ligger just intill ett uttorkat floddelta och man har bedömt att sannolikheten att hitta eventuella spår av liv här är högre än på många andra platser på Mars.

Tidigt i planetens historia, för nästan 3,6 miljarder år sedan, fanns det en sjö här i Jezerokratern. Det kan man veta för att man, genom spektroskopiska analyser av bilder från satelliter, identifierat förekomsten av leror och mineral som bildas i vatten. Andra mineral som är av intresse och som bidrog till att man valde just denna plats som landningsplats, är karbonater.

KARBONATER ÄR INTRESSANTA av många anledningar, dels för att de på jorden nästan uteslutande är bildade av liv, och dels för att de är utmärkta mineral för bevarandet av fossil. Vattenlevande organismer använder löst kol i vattnet för att bilda skal eller andra typer av karbonatmineraliseringar. När organismerna sedan dör och sjunker till botten inleds nedbrytningen av all vävnad och annat organiskt material och endast karbonatmineralen blir kvar. Dessa karbonater kan bevaras under mycket lång tid och fungerar som ett slags geologiskt arkiv. Ibland kan även organiskt material bevaras under mycket lång tid, och detta är ofta kopplat till just karbonater.

Havsbotten består till stor del av bergarten basalt. I denna bergart, i sprickor,

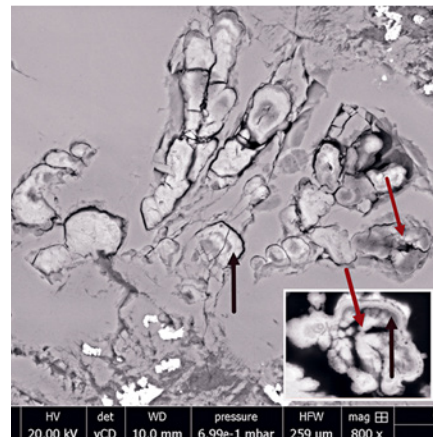


Bild tagen med hjälp av svepelektronmikroskop på fossila bakteriekolonier inbäddade i karbonater. Kolonierna är ca 50 mikrometer i diameter och liknar de bakteriekolonier man ibland kan hitta i grottor (infällda bilden). Det olika pilarna visar morfologiska likheter mellan de de karbonatinbäddade och grottlevande bakteriekolonierna.

finns en stor mängd mikrober som lever av den näring som de kan få genom det vatten som flödar genom sprickan. Näringsämnen från havsvattnet blandas med spårämnen från basalten som vittrar. Koncentrationen av näringsämnen blir som allra högst i sprickor i berggrunden på havsbotten. Ibland blir koncentrationen av karbonatjoner där så hög att vatten blir övermättat och karbonatmineral ögonblickligen faller ut. Allt liv som finns i sprickan blir då omedelbart inkapslat i karbonat. Denna process är mycket vanlig och man säger ofta att sprickan "läker". Eftersom inkapslingen sker mycket snabbt

så hinner inte cellerna brytas ner utan bevaras relativt intakta i många miljoner, ibland miljarder år.

Dessa karbonater utgör ett fantastiskt arkiv för paleobiologer som letar efter tidigt liv på jorden eller Mars. Karbonatinkapslade organismer kan ha bevarade lipider, organiska föreningar som alla livsformer har men som är olika beroende på vilken typ av organism det gäller. Genom att studera lipider kan man inte bara avgöra vilken organism det rör sig om, utan även vilken typ av ämnesomsättning som denna mikroorganism hade. Kanske var den en organism som inte kunde överleva i en syrerik miljö, vilket då avslöjar en hel del om den omgivande miljön. Kanske är organismen en sådan som kräver solljus och syre för att överleva och då kan man med relativt stor säkerhet säga att den omgivande atmosfären bestod av syre.

DETTA ÄR VAD MAN letar efter på Mars, organiskt material som kan säga oss något om inte bara ifall liv har förekommit där, utan också vilken typ av liv det i så fall var. Då är Jezerokratern – en forntida sjö som dessutom har en hel del karbonater – en mycket bra plats att leta på. Och därmed kanske vi inom några år, då prover har hämtats upp från Mars yta och skickats tillbaka hit till jorden för analys, kommer att ha de första bevisen för att det en gång funnits liv på Mars

ANNA NEUBECK
Uppsala universitet



Jezerokratern med Perseverances landningsplats utmärkt (platsen har döpts till "Octavia E. Butler Landing" efter science fiction-författaren). Den infällda bilden är en av de första färgbilderna som Perseverance skickade tillbaka efter sin landning den 18 februari.

En historia med tryck i

Högt blodtryck (hypertoni) kan leda till hjärtinfarkt, hjärtsvikt, stroke, njursvikt och blindhet. International Society of Hypertension uppskattade år 2000 antalet vuxna med högt blodtryck i världen till 972 miljoner av 6 miljarder, vilket förväntas öka till 1,56 miljarder av 8 miljarder år 2025. Ungefär hälften av dessa tros inte ens vara medvetna om sin hypertoni. Därför är det viktigt att **mäta blodtryck** – men hur går det till?

Hjärtat, vener och artärer har varit kända sedan antiken, men engelsmannen Harvey var en pionjär när han i sin bok *Om hjärtats och blodets rörelser i djur* (1628) beskrev blodomloppets funktion. Arbetet betecknar den experimentella bevisföringens genombrott inom den biologiska vetenskapen. Harveys upptäckter sågs dock med misstro av andra läkare i Europa och godtogs inte förrän över femtio år senare.

Ett sekel senare beskriver engelsmannen Hales sina undersökningar av blodtrycket hos hästar i boken *Hemastatics* (1733). Han stack in ett rör, gjort av strupen från en gås, i artären hos en 14-årig märr som låg på marken. Röret anslöts till ett vertikalt glaströr, och när avsnörningen lossades steg blodet cirka 9 fot, vilket motsvarar nära 200 mm Hg.

Ytterligare ett sekel senare, 1828, introducerade fransmannen Poiseuilles en kvicksilvermanometer varigenom mer precisa studier av blodtrycket möjliggjordes. Han kopplade manometern till en kanyl fylld med kaliumkarbonat, som verkade som en antikoagulant när kanylen stacks in direkt i en artär hos ett försöksdjur. Metoden användes senare på människor, trots riskerna med att punktera artärer.

Tysken Vierordt föreslog 1855 en icke-invasiv teknik, som innebar att med ett mottryck få pulsen i en artär att upphöra. Flera olika konstruktioner introducerades, och 1881 presenterade österrikaren Ritter von Basch *sfygmomanometern* (grekiska *sfygmōs* = puls). En blåsa, placerad på överarmen, fylldes med vatten tills pulsen upphörde. Blåsan var ansluten till ett rör



FIGUR 1 I början av 1900-talet hade mätningar av blodtrycket blivit rutin, överst med aneroidmanometer. Nere till vänster en kvicksilvermanometer, och till höger en digital manometer.



med kvicksilver varvid trycket kunde avläsas. Metoden förbättrades när italienaren Riva-Rocci introducerade den uppblåsbara manschetten 1896.

Fram till dess höll man ett finger mot artären (palpatoriskt) för att avgöra när pulsen började kännas allt eftersom luften släpptes ur manschetten. Metoden ger enbart trycket vid hjärtats sammandragning (systole), då det är svårt att avgöra när hjärtat utvidgar sig (diastole) och pulsen inte längre känns.

Rysen Korotkov föreslog 1905 ett stetoskop för att avgöra när blodflödet ströps och släpptes fram. Nu kunde man genom att lyssna (auskultatoriskt) avläsa både systoliskt och diastoliskt tryck (figur 1), antingen med kvicksilver- eller aneroidmanometer (utan vätska). Det finns faktiskt fortfarande läkare som använder kvicksilvermanometrar. Inom EU är det tillåtet att använda, men förbjudet att marknadsföra, olika typer av mätinstrument som innehåller kvicksilver. Regeln finns i post 18a i bilaga XVII i Reach-förordningen och började gälla den 10 april 2014. Det finns dock några undantag, till exempel för mätinstrument som var äldre än 50 år den 3 oktober 2007.

Mätning

Vid auskultatorisk mätning används handpump, gummiblåsa, manschett, slang och stetoskop. Metoden utnyttjar de korotkovljud (efter Korotkov) som uppstår när artären i överarmen komprimeras. Manschetten pumpas upp till drygt 20 mm Hg över förmodat systoliskt tryck. Luften släpps ut jämnt och utan avbrott med en hastighet på cirka 2–3 mm Hg per

pulsslag, något som kräver viss erfarenhet. När korotkovljudet börjar höras råder systoliskt blodtrycksvärde och när det upphör diastoliskt blodtrycksvärde (figur 2). På [YouTube](#) kan man lyssna på ljudet.

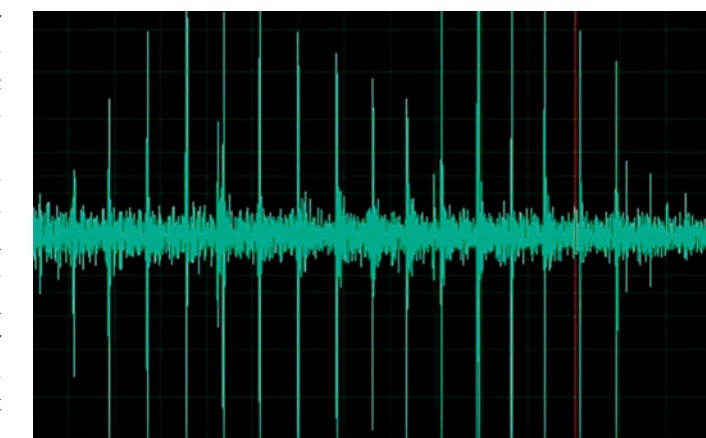
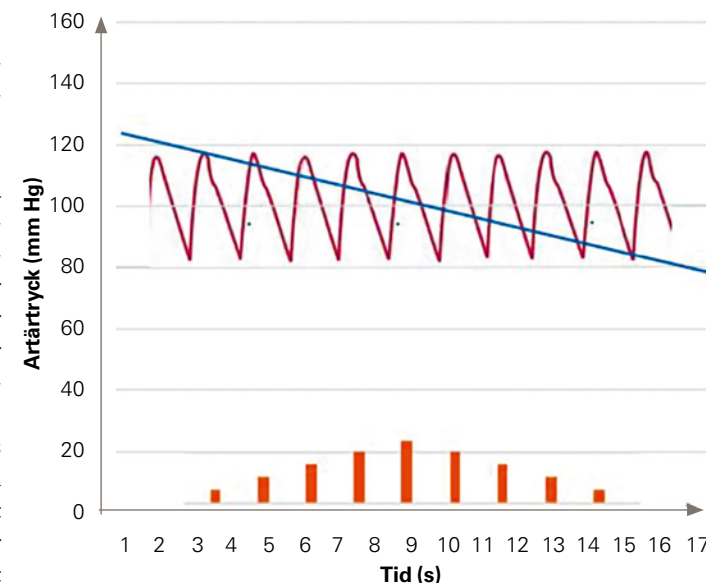
I slutet av 1970-talet kom digitala blodtrycksmätare (figur 1). De är billiga, lätthanvända och kräver inga specialkunskaper. En batteridrivna pump blåser upp manschetten och en trycksensor känner av artärens väggvibrationer. När trycket är tillräckligt högt för att förhindra blodflödet (cirka 200 mm Hg) märks inga vibrationer. Trycket sänks sedan med 4 mm Hg per sekund med hjälp av en magnetventil. Då blodet börjar strömma genom artären uppstår vibrationer och det systoliska trycket samt pulsfrekvensen registreras. När trycket sjunkit så att blodet åter strömmar fritt upphör vibrationerna och det diastoliska trycket avläses. Metoden kallas oscillometrisk.

I hemmen är de flesta blodtrycksmätare digitala, och även inom sjukvården har användningen ökat på grund av enkelt handhavande. Dessa har emellertid visat sig vara mindre tillförlitliga vid lågt och högt blodtryck, rytmrubbningar eller låg och hög puls. Under senaste åren har ett flertal fall rapporterats enligt Lex Maria. Vidare finns skillnader mellan auskultatorisk och oscillometrisk mätning, både i vila och efter ansträngning. Skillnaden är som störst efter ansträngning, för både systoliskt och diastoliskt blodtrycksvärde.

Enheter

Läkarokräet är konservativt och anger fortfarande blodtryck i mm Hg. Med sambandet $p = \rho gh$, där $\rho = 13,595 \text{ kg/dm}^3$, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ och $h = 1 \text{ mm}$ blir trycket $p = 1 \text{ mm Hg}$ i SI-enheter 133,322 Pa.

Jag beslöt testa sambandet och mätte mitt blodtryck med den oscillometrisk manicken i figur 1 (nere till höger). Blodtrycket anges med systoliskt/diastoliskt (fast någon kvot är det inte). Först mätte jag på överarmen, 146/82, och sedan på ankeln, 201/126. Jag satt i min TV-soffa och det vertikala avståndet var cirka 60 cm mellan de två lägena. Blod sags vara tjockare än vatten när det galler



FIGUR 2 Artärtryckets variation i takt med pulsen. Den blå linjen är manschettens fallande tryck. Området där korotkovljudet hörs, det vill säga mellan systoliskt och diastoliskt blodtryck, är markerat med staplar. Under syns en graf över en inspelning av ljudet.

släktskap kontra vänskap. En fysiker jämför istället densiteterna och blod har cirka $1,06 \text{ kg/dm}^3$. Då motsvarar 60 cm blod drygt 45 mm Hg ($600 \cdot 1,06 / 13,59 = 46,8$), så sambandet verkar stämma inom mät-noggrannheten.

Kalibrering

Aneroidmanometrar bör genomgå kontroll en gång om året. Denna skall alltid omfatta kalibrering, som vanligen sker med hjälp av en kvicksilvermätare. De båda mätarna kopplas samman med ett grenrör. Man kontrollerar sedan att mätapparaterna överensstämmer för olika trycknivåer upp till 300 mm Hg och vrider vid behov justerskruven på manometerns baksida. Digitala blodtrycksmätare kan man inte kalibrera själv, och tillverkarna är förtagna om hur just deras blod-

trycksmätare fungerar. Om den används privat och man alltid mäter med samma mätare är dock behovet av kalibrering inte så stort.

I nästa nummer...

Idag (2019) beräknas 27 procent av den vuxna populationen i Sverige, motsvarande cirka 1,8 miljoner personer, vara diagnostiserad med hypertoni. Hypertoni innebär ett uppmätt blodtryck större än 140/90 mm Hg i sittande eller liggande läge. Artikeln i nästa nummer kommer handla mer om diagnostiken och om blodomloppet, blodflöde, blodtryck samt om åtgärder mot hypertoni ur fysikperspektiv.

MAX KESSELBERG
Fysikum, Stockholms universitet



Digilär Fysik för gymnasiet

Digilär Fysik för gymnasiet är ett nytt läromedel som utgår från det centrala innehållet i kursplanen för Fysik 1 och Fysik 2. Läromedlet innehåller begreppslistor, quiz och en stor mängd av uppgifter på flera nivåer med fullständiga lösningsförslag. Genom att varva teori med exempel, bilder och filmer så förstärks innehållet.



Nyhet!



**Prova
i 30 dagar
utan kostnad!
nok.se/digilar**