



f Fysikaktuell

NR 3 • SEPT 2014

Fysik- olympiaden 2014

sid 16-23

ISSN 0283-9148

Kometjägaren
Rosetta
levererar

sid 6-7

Intervju
med IPhO:s
president

sid 20-21

Ny sekund-
definition,
en tidsfråga

sid 8-9

Svenska Fysikersamfundet

Fysikaktuellt ges ut av Svenska Fysikersamfundet som har till uppgift att främja undervisning och forskning inom fysiken och dess tillämpningar, att föra fysikens talan i kontakter med myndigheter och utbildningsansvariga instanser, att vara kontaktorgan mellan fysiker å ena sidan och näringsliv, massmedia och samhälle å andra sidan, samt att främja internationell samverkan inom fysiken.

Ordförande: Anne-Sofie Mårtensson,
anne-sofie.martensson@hb.se

Sekreterare: Joakim Cederkäll,
joakim.cederkall@nuclear.lu.se

Skattmästare: Lage Hedin, lage.hedin@fysik.uu.se

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

Postgiro: 2683-1

E-post: styrelsen@fysikersamfundet.se

För medlemsfrågor, kontakta Lena Jirberg Jonsson, 08-411 52 80
eller Lena@chemsoc.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 för denna är Leif Karlsson, leif.karlsson@fysik.uu.se.

Fysikaktuellt

Fysikaktuellt utkommer med fyra nummer per år, och distribueras till samfundets medlemmar samt till alla gymnasieskolor med naturvetenskapligt eller tekniskt program. Redaktionen består av: Sören Holst, Karin Keiding Skoglund, Margareta Kesselberg, Dan Kiselman, Johan Mauritsen och Elisabeth Rachlew.

Ansvarig utgivare är Anne-Sofie Mårtensson.

Kontakta redaktionen via: fysikaktuellt@fysikersamfundet.se

För insänt, ej beställt material ansvaras ej.

Medlemskap

Svenska Fysikersamfundet har ca 800 individuella medlemmar samt ett antal stödjande medlemmar (företag och organisationer) och ett antal stödjande institutioner.

Årsavgiften är 400 kr, dock 250 kr för pensionärer och forskarstuderande, samt 50 kr för grundutbildningsstudenter.

För den som även vill bli individuell medlem i European Physical Society tillkommer en årsavgift på 200 kr. Stödjande medlemskap, vilket ger kraftigt rabatterat pris på annonser i Fysikaktuellt, kostar 4000 kr per år.

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

Omslagsbild: Byggnader i Kazakstans huvudstad, Astana.

Foto: Margareta Kesselberg, 2014.

Tryck: Trydells, Laholm 2014

Utgivningsdatum för Fysikaktuellt

Nr 4 – 2014, manusstopp 20 oktober. Hos läsaren 25 november.

Nr 1 – 2015, manusstopp 15 januari. Hos läsaren 20 februari.

Nr 2 – 2015, manusstopp 16 april. Hos läsaren 26 maj.

Stödjande medlemmar

- ALEGA Skolmateriel AB
www.alega.se
- Gammapdata Instrument AB
www.gammapdata.net
- Glerups Utbildning AB
www.glerups.se
- Laser 2000
www.laser2000.se
- Myfab
www.myfab.se
- VWR International AB
www.vwr.com

Stödjande institutioner

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

- 3 SIGNERAT
Elisabeth Rachlew
- 4 AKTUELLT
Fängslad fysiker i Iran
Sören Holst
- 5 NOTISER
- 6-7 KOMETJÄGAREN
ROSETTA
Gabriella Stenberg Wieser
- 8-9 ATOMUR
En ny sekunddefinition
– en tidsfråga
Martin Zelan, Anders Kastberg
- 10-13 AVHANDLINGEN
Patrik Lundin
- 12-13 PATRIK LUNDIN
INTERVJUAS
Johan Mauritsson
- 14 NOBELARKIVET
Schrödingers nominering 1938
Per Carlsson
- 15 ANNONS
Natur & Kultur
- FYSIKOLYMPIADEN
- 16-17 SVENSK FRAMGÅNG
I ASTANA
Margareta Kesselberg
- 18-19 TÄVLINGSUPPGIFTER
Max Kesselberg, Bo Söderberg
- INTERVJUER MED
- 20-21 Hans Jordens från Nederländerna
- 22 Jaan Kalda från Estland
- 23 Peter Vankö från Ungern
Margareta Kesselberg
- 24-26 KONDENSERADE
MATERIENS FYSIK
Eddy Ardonne, Thors Hans Hansson
- 27 PEDAGOGIK
Flippad kvantmekanik
Joakim Edsjö
- 28-29 BOKRECENSIONER
Åsa Moberg: "Ett extremt farligt
och kostsamt sätt att värma
vatten", *Jan Blomgren*
Max Tegmark: "Vårt
matematiska universum"
Ulf Danielsson
- 30 VARDAGENS FYSIK
Max Kesselberg
- 31 FYSIKALISKA LEKSAKER
Per-Olof Nilsson

Sommarsamling i Köpenhamn: Natur- vetenskap bygger broar

Under sommaren har vi möjlighet att träffa kolleger vid spännande internationella möten. I år deltog jag i ESOE, European Science Open Forum, som i år ägde rum i Köpenhamn. Totalt var det ca 4 500 deltagare: Lärare, forskare, politiker, journalister, universitetsstudenter, gymnasie- och högstadieelever, utställare, m fl. Och vi fick vara med om ett strålande program med ypperliga plenarföreläsningar, temasessioner, workshops, demonstrationer – ja, det fanns något för oss alla. Det debatterades och experimenterades i fyra dagar. Köpenhamn var invaderat av naturvetenskap.

Motto var "naturvetenskap bygger broar" och tog upp kopplingen mellan naturvetenskap och forskning, karriärvägar, politik respektive industri. Det fanns unga och gamla, amatörer och professionella, och det diskuterades med en entusiasm som vi alla behöver. Vill Du veta mer finns det bra information på www.esof2014.org

Jag vill här ta upp ett exempel som handlar om att vara fysiker och att vara en del av det europeiska samarbetet. Svenska Fysikersamfundet är del av European Physical Society som i sig är uppbyggt av alla de nationella fysikersamfundet i Europa.

Som EPS president skrev i senaste Europhysics News, måste vi få fysiken mer synlig, det är väsentligt för framtiden för vår disciplin. När jag fick frågan vid ESOE vem och vad jag var kunde jag ha svarat forskare, lärare, pensionär, kvinna, men jag svarar alltid: Fysiker. Vid ESOE var det fullsatta sessioner om kvantfysikens framtid (kryptering) och



vid debatter om stora infrastrukturer för fysikforskning (CERN, ESS, MAX IV m fl). Men om vi letar i våra nyhetsmedia, i dagstidningar etc finns inte mycket. Kan vi alla tillsammans enas om att vi kallar oss för fysiker, att vi pratar om fysiken och vad vi gör närhelst tillfälle bjuds så att vi får fler som förenar oss i Svenska Fysikersamfundet? Nästa tillfälle att träffas för att diskutera och entusiasmeras av fysikens framsteg är vid Fysikdagarna i Stockholm 9 – 11 oktober (www.fysikdagarna.se). Välkomna!

ELISABETH RACHLEW
PROFESSOR VID KTH

Omid Kokabee

– fängslad fysiker i Iran

Sedan två år tillbaka avtjänar den iranska fysikern Omid Kokabee ett tioårigt fängelsestraff. Hans brott? Att själv valt forskningsinriktning och samarbetspartners. Frågan om akademisk frihet antar skrämmande proportioner när det handlar om studier och forskning i Iran.

Efter att ha hamnat i det absoluta toppskiktet bland de miljoner studenter som varje år söker in till de iranska universiteten antogs den då 18-åriga Omid Kokabee till det prestigefulla *Sharif University of Technology* i Teheran år 2000. Han specialiserade sig så småningom inom laserfysik och inledde 2007 sina doktorandstudier i Barcelona i Spanien. I augusti 2010 flyttade han till Austin, USA, för att fortsätta doktorandutbildningen vid University of Texas. Doktorandstudierna gick bra – han hade redan över tio publikationer.

Tre månader efter ankomsten till Austin reste Omid hem till Iran för att besöka sin familj. Men han återvände aldrig som planerat efter vinterlovet. Han hade blivit arresterad på flygplatsen när han skulle resa tillbaka till USA.

Efter att Omid suttit femton månader i förvar hölls rättegången mot honom i maj 2012 inför Irans revolutionsråd. Han nekades rätten att tala med en försvarsadvokat inför rättegången. Den enda anklagelse som presenterades var hans akademiska kontakter med "en fiendlig nation" (dvs. USA). För detta dömdes han till tio års fängelse. Senare samma år fastställdes domen, och han blev även dömd till ytterligare 91 dagars fängelse för att ha mottagit "illegal finansiering" (dvs. forskningsstöd från USA).

Sedan domen har Omid suttit inspärrad i Evinfängelset i Teheran, större delen av tiden i en avdelning för fångar anklagade för brott relaterade till landets säkerhet. Enligt färskas uppgifter ska han i mitten av augusti ha flyttats till en annan avdelning på samma fängelse. Amnesty International, som bevakar fallet, befarar att förflyttningen innebär ytterligare försämrade villkor för honom.

Troligen är det inte enbart kontakterna med USA som ligger bakom domen mot Omid. Den grundforskning som han har ägnat sig åt rör växelverkan mellan materia och ljus från högintensitetslaser. Detta, tillsammans med hans dokumenterat tekniska och teoretiska skicklighet tycks ha gjort honom intressant för de iranska myndigheterna. I brev som Omid skrivit från fängelset framgår att han vid flera tillfällen ända sedan 2005 erbjudits möjlighet till forskning inom militära projekt eller underrättelseverksamhet. Bland annat har han erbjudits full betalning av doktorandstudierna från Irans atomenergiorganisation. Vid ett tillfälle erbjöds han att arbeta med en speciell koldioxidlaser avsedd för att separera isotoper. En möjlig användning av en sådan laser är för anrikning av uran.

Omid har konsekvent avböjt alla erbjudanden om militära samarbeten. I ett av hans brev som kommit ut från fängelset frågar han retoriskt: ***Is it a sin that I don't want, under any circumstances, to get involved in security and military activities?***

Amnesty International betraktar Omid Kokabee som en samvetsfånge, fängslad på grund av sin vägran att samarbeta militärt med de iranska myndigheterna samt på grund av sina legitima akademiska kontakter med institutioner utanför Iran.

Svenska Fysikersamfundet har idag



inget mandat i stadgarna att agera i frågor som denna. Dvs. samfundet kan inte som organisation arbeta för att exempelvis Omid ska frigges. Styrelsen förbereder dock ett förslag till stadgeändring inför årsmötet i oktober som skulle möjliggöra den typen av insatser.

Som enskilda fysiker, akademiker och medmänniskor kan vi dock agera. Ett sätt som rekommenderas av Amnesty är att skriva brev till de iranska myndigheterna. Förslag till formulering av ett sådant brev finns på länken nedan.

■ <http://www.fysik.su.se/~holst/brevOmidKokabee.pdf>

SÖREN HOLST
FYSIKUM, STOCKHOLMS UNIVERSITET

För vidare läsning om fallet:

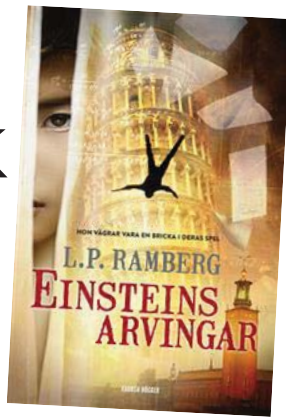
■ <http://www.amnesty.org/en/library/info/MDE13/047/2013/en>

■ <http://www.nature.com/news/iranian-says-he-was-jailed-for-refusing-to-engage-in-military-research-1.12884>

"Fysikalisk spänning"

Handlar årets Nobelpris i fysik om magnetism eller ytfysik eller något annat oglamoröst? Då är det förmodligen ett brott begånget någonstans, ett brott som gör att Kungliga vetenskapsakademien tvingats överge planerna på att dela ut priset inom ett mer spännande område.

Det är i alla fall utgångspunkten i thrillern *Einsteins arvingar* av L P Ramberg. Nobelpriskandidaten Takeo Ohashi har under en konferens om gravitationsvågor hittats död inuti det lutande tornet i Pisa, och stockholmsforskaren Anneli Vinka får på KVA:s uppdrag åka ner för att utreda det mystiska dödsfallet. Det Nobelkommittén inte känner till är att



Av L.P. Ramberg
Einsteins arvingar
Antal sidor: 424
ISBN: 9789173553469
Förlag: Kabusa böcker

Vinka har ett alldeles eget skäl att till varje pris få fram sanningen...

Ramberg bjuder på spänning från

första till sista sidan, och lyckas också på ett logiskt sätt knyta ihop historien på slutet. Personskildringarna är svart-vitt tecknade, men det hör väl till genren. Lite knepigare är det att acceptera att hjältnan fotograferar med blixtn mot glasrutor, och att vakuumpkammare förses med dubbla fönster för att hålla riktigt tätt.

Till sist: Huvudpersonen löser några skrattretande enkla problem åt en bank, och har sedan råd att både sluta yrkesarbete och införskaffa inte bara en, utan två, Djurgårdsvåningar. Ett matnyttigt tips till teoretiska fysiker som vill bättra på sin ekonomi?

ANNE-SOFIE MÄRTENSSON

NOTISER

Dags att anmäla elever till naturvetenskapstävling!

För 13:e året i rad arrangeras EUSO (European Union Science Olympiad) och nu kan du anmäla din skola eller klass till uttagnings tävlingen för denna olympiad i naturvetenskap. Tävligen är öppen för alla elever som fyller högst 16 år under detta år (2014). Så om du har naturvetenskapligt intresserade elever på högstadiet eller första året på gymnasiet, ta chansen att låta dem delta! Gå in på vår hemsida www.euso.se för anmälan.

Svenska EUSO är ett samarbete mellan Fysikersamfundet, Kemistsamfundet, Biologilärarnas förening, LMNT och resurscentra för naturvetenskapliga ämnen. Tävligen vill stimulera teamarbete och experimentellt undersökningar, så final och olympiad är lagtävlingar.

Två nordbor in i styrelsen för EPS

Elisabeth Rachlew, KTH, och Ari Friberg, University of Eastern Finland, har valts in i Europeiska fysikersamfundets styrelse, exekutivkommittén. Elisabeth Rachlew, som också är med i Svenska fysikersamfundets styrelse, sitter på ett mandat som är vikt för de individuella medlemmarna i EPS, medan Ari Friberg nominerats av de nordiska fysikersamfunden.

Nobelpriset i Fysik 2014 offentliggörs av KVA den 7 oktober.

Lärarkurs på CERN

planeras 27-31 oktober 2014. Deltagarna får tillfälle att besöka en av LHCs experimentstationer i underjorden, eftersom experimenten fortfarande är avstängda för uppgradering och underhåll. I slutet av året stängs den möjligheten eftersom experimenten sedan startas upp och körs till nästa shutdown (LS2) planerad år 2017. Missa inte chansen! **Sista anmälningdag 25 sept.** Läs mer på <http://www2.fysik.org/gymnasiet/cern/>

Aktiviteter under Ljusets år?

Har du idéer om aktiviteter som skulle passa in under firandet av Internationella Ljusåret 2015? Kontakta i så fall Fysikersamfundets kontaktperson i den arbetsgrupp som bildats, Ann-Marie Pendrill, Ann-Marie.Pendrill@fysik.lu.se.

Fysikdagarna 9-11 oktober 2014 vid Albanova universitetscentrum:
Fysikaktuell finns på plats

EPN krymper och växer

Europeiska fysikersamfundets medlemstidning *Europhysics News*, EPN, kommer att minska från sex nummer per år till fem nummer. Samtidigt växer det sista numret i omfång så att det bjuds på extra mycket läsning till jul- och nyårshelgerna.

EPN skickas ut till Fysikersamfundets fullbetalande medlemmar (ej pensionärer eller studerande). Om distributionen inte fungerar, kontakta Lena Jirberg Jonsson, 08-411 52 80 eller Lena@chemsoc.se

Rosetta slår följe med en komet – på jakt efter solsystemets gamla hemligheter

Efter 10 år i rymden har den äntligen nått sitt mål. Rymdsonden Rosetta är framme vid kometen 67P/Churyumov-Gerasimenko och i november är det dags för landaren Philae att förankra sig på kometens yta.

Kometen 67P/Churyumov-Gerasimenko upptäcktes då den passerade nära solen 1969. Som många andra kometer uppkallades den efter dem som identifierade kometen på fotografiska plåtar. Churyumov-Gerasimenko rör sig i en elliptisk bana kring solen med en omloppstid på 6,5 år. När den är som längst bort från solen befinner den sig vid Jupiters bana och när den är som närmast är den ungefär lika nära solen som jorden. Kometer kan liknas vid smutsiga snöbollar och består till största delen av fruset vatten, grus och damm. De innehåller också andra frysta gaser som koldioxid, kolmonoxid, metan och ammoniak och dessutom små mängder organiska ämnen. Storleken och formen kan variera mycket. Baserat på observationer, som gjordes då Churyumov-Gerasimenko passerade de inre delarna av solsystemet senast, antog man att den var potatisformad och ungefär 4 km stor. När Rosetta närmade sig, och bilderna som togs blev allt bättre, upptäckte man att kometkärnan i själva verket består av två löst sammanhållna fragment (se bild 1).

De allra flesta kometer fördriver sin tid långt från solen antingen i ett område utanför Neptunus bana som kallas Kuiperbältet eller ofantligt mycket längre bort i Oorts moln. Det senare är ett stort moln av kometer som omger solsystemet på ett avstånd av 10 000-100 000 astronomiska enheter. Ibland störs en komet så att den faller in mot solen och går in

i en elliptisk omloppsbana. När kometen närmar sig solen sublimerar isen och en enormt stor men tunn atmosfär utvecklas runt kometkärnan. Atmosfären dras genom solens inverkan ut till en svans när kometen kommer tillräckligt nära. För varje passage genom solsystemets inre delar blir kometen allt mindre.

År 1993 bestämde sig den europeiska rymdorganisationen ESA (European Space Agency) för att förverkliga drömmen om att slå följe med en komet. Det är inte första gången som en rymdsond gör mätningar vid en komet, men Rosetta skiljer sig markant från tidigare expeditioner. Tidigare har man gjort snabba förbiflygningar där sänderna med hög hastighet har passerat förbi sina mål och observationstiden nära objekten har blivit väldigt kort.

Rosetta sköts upp redan 2004 med en Ariane 5-raket från Franska Guyana och det har tagit lång tid att komma fram. För att kunna följa med Churyumov-Gerasimenko är satelliten tvungen att ligga i samma bana som kometen. Rymdfarkostens hastighet måste då vara så stor att

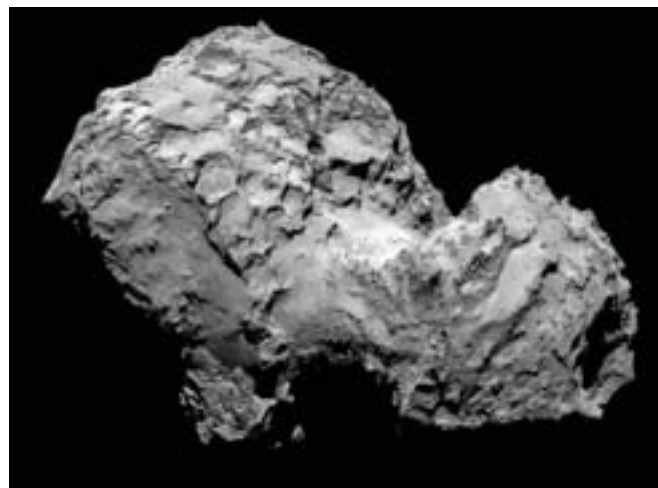


Bild 1: Kometen Churyumov-Gerasimenko fotograferad från ett avstånd av 285 km med kameran Osiris ombord på rymdsonden Rosetta. Upplösningen är 5,3 meter/pixel. Foto: ESA/Rosetta/MPS

den kommer ut till Jupiters bana och för att uppnå den farten använde man sig av förbiflygningar av planeterna i solsystemet. Genom att flyga nära en planet och utnyttja planetens gravitation och dess rörelse, kan rymdfarkostens hastighet öka eller minska. Rosetta har genomfört fyra sådana förbiflygningar (tre av jorden och en av Mars) innan farkosten fick tillräcklig hög fart.

Datorerna och instrumenten på Rosetta får sin ström från gigantiska solpaneler. Från vingspets till vingspets mäter solpanelerna mer än 30 meter. Trots det tvingades man stänga av Rosetta när rymdfarkosten befann sig som längst bort från solen i sin bana. Solljuset på det avståndet räckte inte för att generera tillräckligt mycket ström. Många höll andan i januari i år när Rosetta skulle väckas ur sin dvala efter att ha sovit i två år men

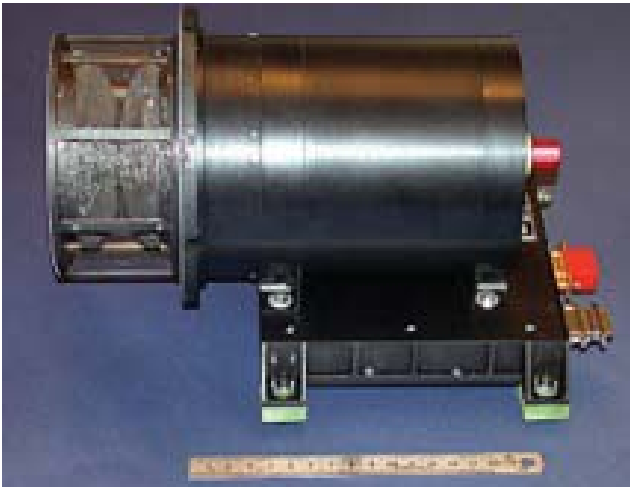


Bild 2: Den svenska masspektrometern ICA mäter de joner som strömmar ut från kometkärnan. Foto: Institutet för rymdfysik.

allt gick som det skulle och den 6 augusti hann Churyumov-Gerasimenko slutligen ifatt Rosetta i banan kring solen. Tio års väntan var över och en otroligt fascinerande tid med vetenskapliga mätningar kunde börja på allvar.

Rosetta kommer att följa med Churyumov-Gerasimenko under ett och ett halvt år. Det är en unik chans att på nära håll se hur aktiviteten ökar när kometen närmar sig solen och hur svansen utvecklas. För att klara utmaningen är Rosetta försedd med raketmotorer och har mycket bränsle med sig. Det behövs eftersom kometens gravitation är liten samtidigt som gas strömmar ut från kometkärnan när isen sublimerar. Efter viss tidpunkt kommer utgasningen att vara så stor att det inte längre är möjligt för Rosetta att röra sig i en bunden bana kring kometen. Då kommer rymdsonden istället att tvingas flyga fram och tillbaka i närheten men fortfarande med en låg hastighet relativt kometen.

Rymdfarkosten Rosetta och landaren Philae har fått sina namn efter stenen och obeliskan som gjorde det möjligt att dechiffrera hieroglyferna. Det är väldigt passande; kometer är solsystemets verkliga antikviteter. De utgör det byggmaterial som blev över då solsystemet bildades ur ett gigantiskt gasmoln för fyra och en halv miljarder år sedan. Eftersom kometerna mestadels befunnit sig så långt bort från solen har de inte förändrats sedan dess utan kan berätta för oss hur det material som solsystemet byggdes av såg

ut. De organiska ämnena som kometerna bär med sig är också intressanta. När solsystemet just hade bildats fanns det gott om kometer i de inre delarna. Många av dem störtade så småningom på någon av de nybildade planeterna och kanske hade någon av dessa kometer med sig fröet till livet på jorden.

Ombord på Rosetta finns fler än tjugo vetenskapliga instrument. Svenska forskare är huvudansvariga för två av instrumenten. Vid Institutet för rymdfysik i Kiruna har man designat och byggt jonmasspektrometern ICA (Ion Composition Analyser) som detekterar positivt laddade joner i rymdmiljön kring kometen (se bild 2). Med ICA kan man se hur de laddade partiklarna som kommer från solen (solvinden) växelverkar med tyngre joner som kommer från kometen. Nä-

stan omedelbart efter att Rosetta kommit fram till kometen observerade ICA de första vattenjonerna från kometen. Neutrala vattenmolekyler nära kometkärnan joniseras av solljuset och accelereras sedan av det elektriska fält som solvinden ger upphov till när den sveper förbi kometen. Institutet för rymdfysik i Uppsala är ansvariga för två så kallade langmuirprober (LAP). En LAP är ett mångsidigt instrument som enkelt kan beskrivas som en väderstation. Den kan mäta densiteten, temperaturen och hur snabbt de laddade partiklarna runt kometen rör sig (vindhastigheten). Sverige har också bidragit med ett antal optiska filter till den stora kameran OSIRIS ombord på Rosetta.

Utmaningarna för Rosetta är långt ifrån över. I november ska landaren Philae (se bild 3) med ett tjugotal mätinstrument ombord lösgöra sig från Rosetta och förankra sig på kometen. Det är första gången man mjuklandar på en komet och det kommer inte att bli enkelt. Innan Rosetta nådde sitt mål visste ingen hur kometytan såg ut och än mindre hur porös den är. Dessutom är gravitationen låg och gasen som strömmar ut är förstås också ett problem. Det kommer att bli enormt spännande att följa det historiska landningsförsöket. Håll tummarna!

GABRIELLA STENBERG WIESER
RYMDFYSIKER
INSTITUTET FÖR RYMDFYSIK, KIRUNA

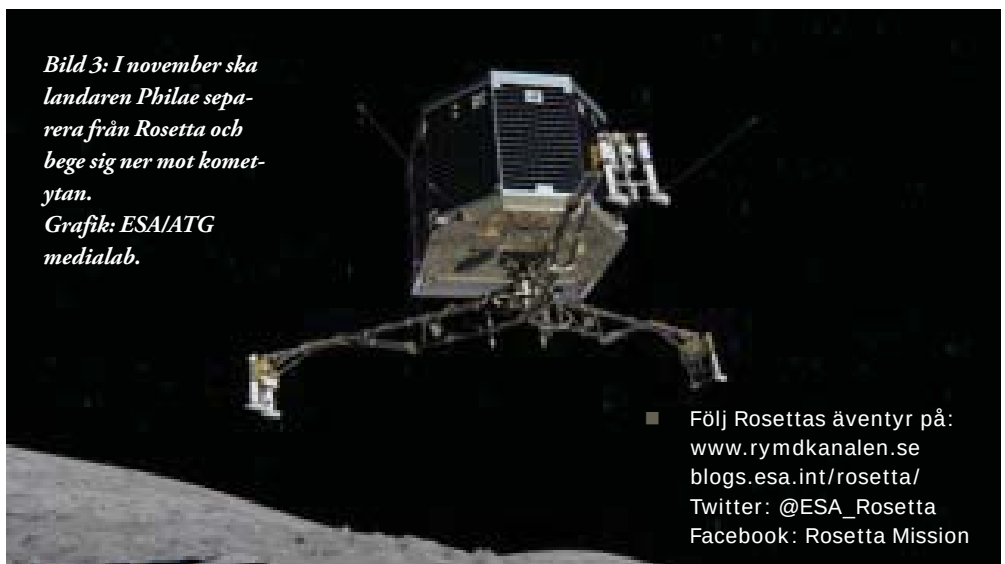


Bild 3: I november ska landaren Philae separera från Rosetta och bege sig ner mot kometytan.

Grafik: ESA/ATG medialab.

■ Följ Rosettas äventyr på:
www.rymdkanalen.se
blogs.esa.int/rosetta/
Twitter: @ESA_Rosetta
Facebook: Rosetta Mission

En ny sekunddefinition – en tidsfråga

En förutsättning för att kunna mäta tid är att det finns en tydlig definition av en tidsenhet. Fram till 1960 var den officiella definitionen av en sekund $1/86400$ av en genomsnittlig soldag. Eftersom längden på en dag varierar ganska mycket ändrades definitionen till att baseras på jordens rotation kring solen. Den definitionen användes dock endast till 1967 då den nuvarande, baserad på en mikrovågsresonans (ca. 9 GHz) i cesium, fastställdes. Genom att knyta definitionen till ett periodiskt fenomen hos en viss atom skapades en definition av sekunden som är stabil, och som någorlunda enkelt kan realiseras var som helst på jorden.

Möjligheten att mäta tid har spelat en central roll för människan genom historien. Atomklockor har idag en viktig roll i modern infrastruktur och är bland annat helt avgörande för navigering och för att säkerställa informationsöverföring. De bästa kommersiella cesiumklockorna har en osäkerhet på ungefär 1 del på 10^{13} , vilket innebär att det tar cirka 300.000 år innan de går en sekund fel. I en del nationella tidlaboratorier finns dessutom klockor baserade på fritt fallande laserkylda cesiumatomer i "atomfontäner". Dessa är ytterligare cirka 100-1000 gånger bättre och ligger till grund för dagens realisation av sekunden (TAI-tid). Betydelsen av noggranna klockor speglas bland annat av att ett antal Nobelpris har varit direkt eller indirekt kopplade till noggranna tidsmätningar.

En intressant fråga är om dagens mikrovågsbaserade sekunddefinition kan ersättas av en atomär resonans för synligt ljus. Alla typer av klockor är baserade på någon form av periodisk process

och i princip går det att göra en klocka noggrannare ju snabbare det periodiska förloppet är. För att kunna kalibrera klockor måste en tidsdefinition vara av ett sådant slag att man kan jämföra andra klockor med den. Problemet med "optiska klockor" var tidigare hur man skulle kunna jämföra en optisk klocka med långsammare mikrovågs-klockor. Svårigheten med att länka ihop de gamla klockorna med optiska kan också uttryckas som att det är svårt att räkna ett periodiskt förlopp som är så snabbt som hundratal THz. Dessa problem löstes på ett förbluffande effektivt sätt genom uppfinningen av frekvenskammen (Nobelpriset i fysik 2005).

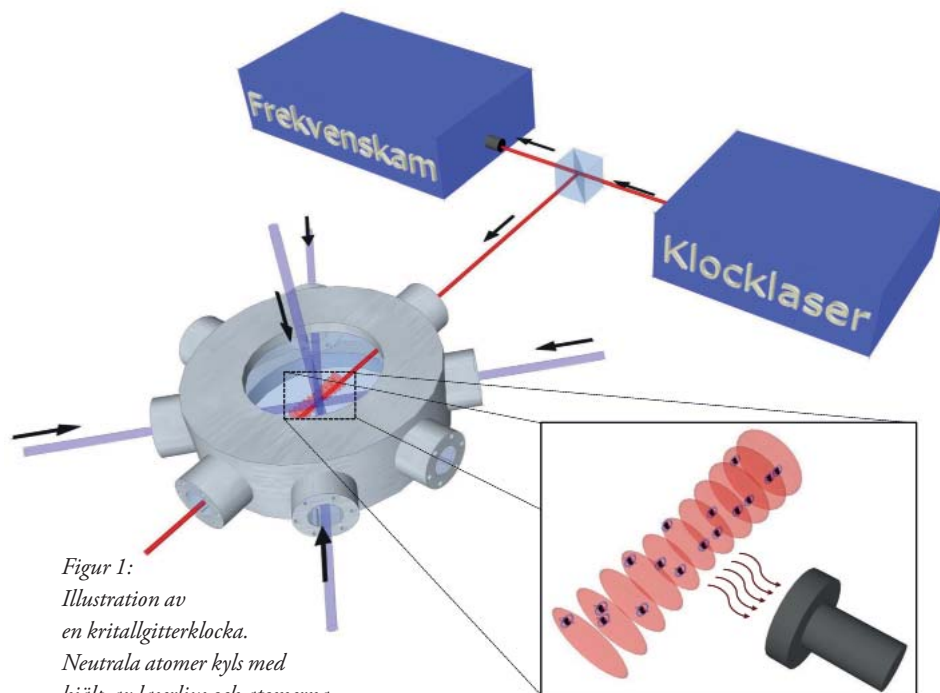
Om man ska bygga en optisk klocka måste man först identifiera ett lämpligt atomärt system för en sådan precisionsmätning. I fysikaktuellt 3, 2008 beskrevs optiska klockor baserade på enstaka joner fångade i fällor. De klockorna hade en osäkerhet som är omkring 5 delar på 10^{17} . Forskning på olika typer av jonfällor klockor pågår fortfarande i allra högsta grad, och små framsteg görs hela tiden.

Parallellt med detta forskas det också på optiska atomklockor baserade på neutrala atomer fångade i optiska kristallgitter (optical lattices), bland annat på SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut i Borås. En fördel med just dessa klockor är att flera tusen atomer används samti-

Exempel: Noggrann, men ej precis.



Noggrannhet innebär till vilken grad en mätning, eller medelvärde av ett antal mätningar, överensstämmer med definitionen av den uppmätta kvantiteten. *I fallet med optiska klockor kan en mätning alltså aldrig bli noggrannare än nuvarande definition av sekunden.*



*Figur 1:
Illustration av
en kristallgitterklocka.
Neutrala atomer kyls med
hjälp av laserljus och atomerna
fångas i periodiska potentialer skapade ur
interferensmönstret hos laserstrålarna. Atomernas
resonansfrekvens kan sedan mätas med en klock-
laser, vars ljus kan kopplas till en frekvenskam,
för jämförelse med andra frekvenser.*

digt, vilket har bidragit till att kristallgitterklockor den senaste tiden har passerat jonklockorna och satt nya världsrekord.

Då något ska mätas med 17-18 decimalers noggrannhet blir experimenten tekniskt utmanande. Subtila effekter som

det vanligen går att bortse ifrån måste tas på största allvar. Atomers energinivåer påverkas av magnetiska fält genom Zeemaneffekten. Därför använder man sig av resonanser som är nästan okänsliga för magnetiska fält. Dock går det aldrig att helt bortse från andra ordningens Zeemaneffekt, och man måste ändå kunna kontrollera bakgrundsfältet i detalj. Även andra ordningens Dopplereffekt spelar roll, liksom tensorkaraktären av ljusets växelverkan med atomerna, och mycket annat.

I mer normala sammanhang är svartkroppsstrålning vid rumstemperatur huvudsakligen begränsad till infraröd strålning. Det lilla som finns i det optiska området är knappt mätbart, men för dessa noggranna klockor är denna oönskade strålning i själva verket en av de allvarligaste begränsningarna för precisionen.

Helt nya rapporter från forskargrupper i Japan, Tyskland och USA visar hur den begränsningen har kunnat minimeras. Detta dels genom noggranna systematiska mätningar av omgivningens

temperatur och svartkroppsstrålningens effekt på atomerna, och dels genom användande av kryotekniker, där omgivningen kyls ner för att minimera effekten. Dessa studier, i kombination med utvecklingen av extremt lågbrusiga lasrar som används när atomernas frekvens mäts, har gjort att kristallgitterklockorna med neutrala atomer satt nya världsrekord med en precision som är nära 1 del på 10^{18} . Det betyder att det tar 30 miljarder år (två gånger universums ålder), innan dessa klockor har gått en sekund fel. En precision på 1 del på 10^{18} innebär också att effekten av jordens gravitation, enligt allmän relativitetsteori, ger en mätbar skillnad mellan två klockor vertikalt separerade med 1 cm.

Innebär de nya klockor som kommer att det är dags att byta sekunddefinition? Precisionen som vi tillskriver de optiska klockorna är en relativ sådan. Så länge definitionen av en sekund fortfarande bygger på cesium kan absolut noggrannhet inte bli bättre än den bästa existerande cesiumklockan. En ny sekunddefinition kommer att komma förr eller senare, men kanske är det ännu för tidigt. Trots att de nu bästa klockorna representerar de noggrannaste mätningar som människor någonsin gjort, är ändå de huvudsakliga begränsningarna tekniska. Vi kan förvänta oss att nya världsrekord i både precision och osäkerhet kommer att sättas flera gånger innan vi har nått en fundamental begränsning. I dagsläget är det svårt att säga vilken atom, och vilket system, som framöver kommer att bli bäst, dels i hänsyn till precision och dels i hänsyn till möjligheten att realisera klockan utan alltför komplicerad utrustning. Vi (artikelförfattarna) är dock övertygade om att en ny definition kommer att komma, liksom vi är att det i framtiden kommer att delas ut fler Nobelpris med anknytning till tidsmätningar.

ANDERS KASTBERG,
UNIVERSITÉ NICE SOPHIA ANTIPOLIS
MARTIN ZELAN,
SP SVERIGES TEKNISKA FORSKNINGSPOLYTEKNIK

Exempel: Precis, men ej noggrann.



Precision innebär till vilken grad ett givet antal mätningar stämmer överens med medelvärdet av mätningarna. Precisionen hos en klocka kan alltså vara god utan att klockan är noggrann. Två klockor kan ha en mycket god **relativ precision** utan att för den delen vara noggranna. Det vill säga båda klockorna går lika "fel".

Genom att skicka en laserstråle in i en förpackning och studera ljuset som kommer tillbaka kan man se om gasens sammansättning är som den ska eller ej.

Lasermätningar av gaskoncentrationer trots okänd geometri

Att mäta gasblandningar som befinner sig inuti porösa material, eller i slutna kaviteter är idag mycket svårt, åtminstone om det ska göras utan att påverka provet genom exempelvis håltagning. I den här avhandlingen presenteras ett nytt sätt att använda laserspektroskopi för att kunna göra just detta.

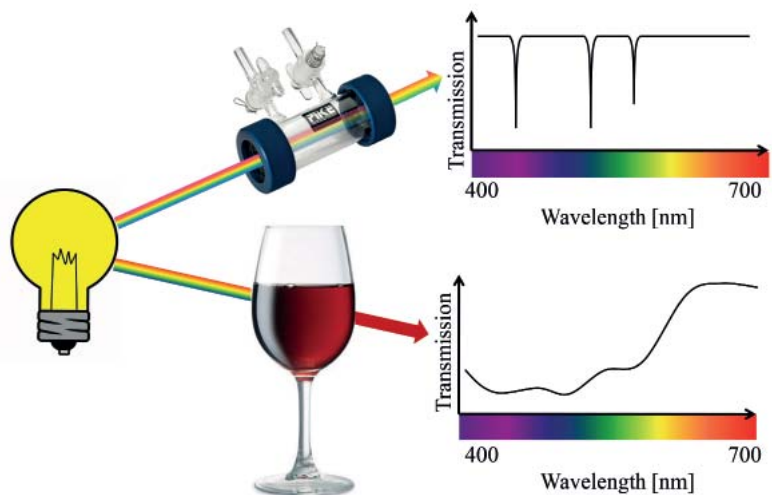
Laserbaserad absorptionsspektroskopi är en mycket kraftfull och utbredd teknik som används för att exempelvis mäta gaskoncentrationer i atmosfären, eller i utsläppet från en skorsten. Genom att skicka en stråle av ljus, till exempel över en skorstensmyrning, och sedan mäta hur mycket av det insända ljuset som absorberas av en viss gas, och genom att man vet hur lång sträcka ljuset gick över skorstensmyrningen, kan man beräkna koncentrationen av just denna gas. I vissa tillämpningar, framförallt där ljuset blir diffust, som i ett moln, eller då det sänds genom en träbit, kan man inte veta hur lång sträcka ljuset har gått och då kan man heller inte beräkna gaskoncentratio-

nen. Ny forskning försöker nu lösa problemet med den okända vägsträckan för att kunna mäta gaskoncentrationer även i ljusspridande material.

Det är mycket väl känt att gaser och fasta eller flytande material absorberar ljus på olika sätt. Fasta och flytande material absorberar generellt ljus i breda strukturer. Ett glas rött vin absorberar till exempel allt synligt ljus utom just de röda våglängderna, vilket ger vinet dess färg. Gaser absorberar istället endast vid mycket smala områden i spektrumet. Ofta är dessa områden så begränsade att vi upplever gaser som helt färglösa och osynliga. Bakgrunden till denna skillnad ligger i att den kvantmekaniska naturen

Patrik Lundin

- Doktorsavhandling i fysik, Avdelningen för atomfysik, teknisk fakultet vid Lunds universitet
- Titel: Laser sensing for Quality Control and Classification -Applications for the Food Industry, Ecology and Medicine ISBN: 978-91-7473-943-5 (print)
- Länk till avhandlingen: <http://www.lunduniversity.lu.se/o.i.s?id=12683&postid=4393286>
- Datum: 8 maj 2014
- Opponent: Ove Axner, Umeå universitet
- Handledare: Stefan Andersson-Engels, Sune Svanberg



1. Fasta och flytande material absorberar ofta stora delar av det synliga ljuset, vilket ger dem deras färg. Gaser tenderar istället att absorbera extremt smala delar av spektrumet, vid gasens så kallade absorptionslinjer. Eftersom den totala absorptionen då är så liten, och eftersom den spektrala upplösningen på vårt färgseende är väldigt begränsad, blir gaser oftast osynliga och färglösa.

av diskreta möjliga energinivåer, som en molekyl i gasform har, blir kraftigt påverkad av närheten och samverkan med grannarna då molekyler packas samman, så som i ett fast material. En gas absorberar ljus vid en mycket smal fördelning av våglängder som motsvarar en energi som precis stämmer överens med en möjlig energinivåövergång för molekylen. Man säger att gasen har en absorptionslinje vid denna våglängd.

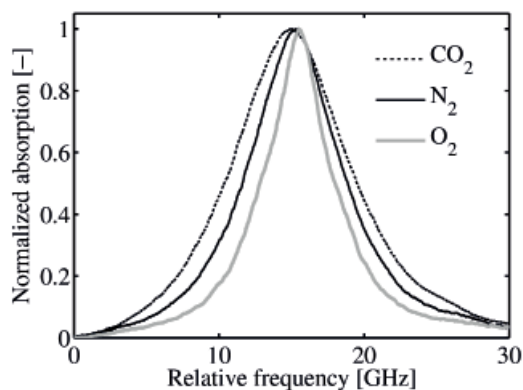
För att bestämma koncentrationen av en viss gas mäts vanligen hur stor del av ljusintensiteten som absorberas på en eller en uppsättning absorptionslinjer som är unik för just denna gas. Den så kallade Beer-Lambert's lag beskriver hur intensiteten avtar exponentiellt genom ett absorberande prov:

$$I=I_0\exp(-(\sigma*L*c)),$$

där σ är gasens absorptions tvärsnitt vid en viss våglängd. Om intensiteten, I , mäts och sträckan som ljuset gått genom gas, L , är känd, kan därför koncentrationen, c , av gasen beräknas. Idag är det vanligt att lasrar används som ljuskällor då de har många egenskaper som är perfekta för denna typ av spektroskopi. Det är vanligt att kompakta diodlasrar används på

grund av deras lilla storlek, relativt låga pris, och många andra fördelar. En annan fördel diodlasrarna har är att det ofta är väldigt enkelt att snabbt svepa den precisa våglängden på det utsända ljuset. Genom att då svepa våglängden tvärs över en absorptionslinje för gasen av intresse, kan man enkelt mäta hur mycket ljus gasen absorberar. Laserbaserad absorptions spektroskopi har utvecklats för otroligt många områden av gaskoncentrationsmätningar, bland annat inom industrin och miljömättekniken.

En generell begränsning för absorptions spektroskopins användning är dock att fri sikt krävs mellan ljuskälla och detektor. Ljuset utbreder sig som bekant i "raka strålar" då det är fri sikt och då kan strålens längd genom gas användas som L ovan. Det finns dock ett stort behov av att även kunna mäta koncentrationer av olika gaser som är inneslutna i, eller gömda bakom, diffusa (ljusspridande) material. Exempelvis består ju så olika "föremål" som trä, mjöl, moln, etc., av gaser (ofta luft) och ett fast eller flytande material runt om. Om ljus skickas genom dessa porösa material sprids det ofta i alla riktningar och blir diffust. Att mäta hur



3. Den normerade formen för en absorptionslinje för vattenång, då tre olika gaser dominerar omgivningen. Då vattenången befinner sig i syrgas är dess absorptionslinje betydligt smalare än då den befinner sig i kvävgas eller koldioxid. Genom att mäta den exakta formen på vattenångens absorptionslinje kan man alltså få information om sammansättningen av den omgivande gasen!

långt ljuset har gått genom materialet blir nu mycket svårt, och att mäta hur långt det gått genom endast gasblandningen blir ofta omöjligt. Att mäta koncentrationen av en viss komponent i den inneslutna gasblandningen blir därför nu också mycket svårt eller omöjligt, om man använder standardmetoden med Beer-Lambert's lag. Flera olika metoder för att minska eller lösa detta problem presenteras i avhandlingen.

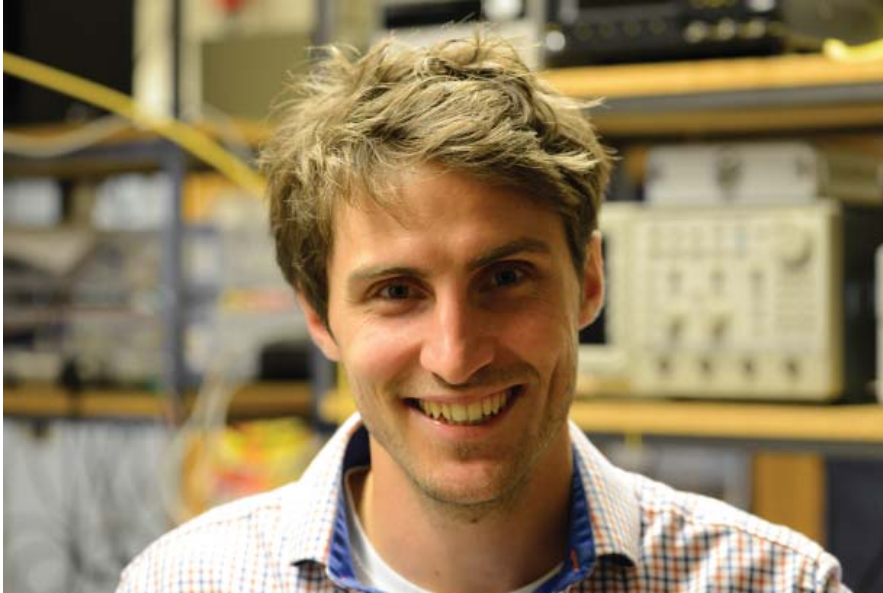
Den kanske mest annorlunda angreppsmetoden som presenteras bygger på att inte mäta hur mycket ljus som absorberas på absorptionslinjen, istället fokuserar man på att mäta den exakta fördelningen av ljusabsorption över den smala absorptionslinjen – man mäter linjeformen. Det är väl känt att denna fördelning eller form beror på många faktorer, framförallt tryck och temperatur. Vad som inte är en lika utbredd kännedom är att formen även beror på sammansättningen av gasen som omger molekylen. Då man mäter formen på en absorptionslinje för en viss molekyl kan man därför få information om den exakta gasblandningen som omger molekylen! Som ett exempel visas det i arbetet bakom avhandlingen att man, genom att

Forts. sid 13



2. En laserstråle kommer från vänster och passerar först genom ett glas med vatten med en droppe mjölk i, varefter strålen träffar en bit frigolit till höger i bilden. Genom vattnet passerar ljuset näst intill rätlinjigt medan det blir fullständigt diffust i frigolitbiten. Sträckan ljuset går genom glaset är lätt att mäta med en linjal, men att ta reda på hur långt ljuset gått genom frigoliten är mycket svårare.

Ett samtal om avhandlingen



Patrik Lundin har alltid funderat över hur saker fungerar och velat veta hur mekaniska konstruktioner hänger ihop. Det tog dock ganska lång tid innan han bestämde sig för att doktorera i fysik, men kombinationen av en entusiastisk föreläsare och ett spännande ämne med flera tillämpningar gjorde karriärvalet oemotståndligt. Patrik fortsätter nu med en fot kvar som forskare i akademien och den andra på ett nystartat spinn-off företag och trivs väldigt bra med den variation som detta medför.

När började ditt intresse för fysik?

– Det måste bli det klassiska svaret – jag har alltid varit intresserad av hur saker fungerar. Framförallt har mekaniska konstruktioner med fasta eller rörliga delar har alltid fascinerat mig. Det är spännande att ta isär saker för att se hur de fungerar och försöka ändra och testa konstruktionen.

Hur kom det sig att du började läsa i Lund?

– Eftersom jag kommer från Karlskrona kändes Lund som det naturliga valet när jag skulle börja läsa på universite-

tet och vi var flera kompisar som började där samtidigt.

Hur kom du in på att mäta gaser i spridande material?

– Jag var under de tre första åren av civilingenjörsutbildningen helt inställd på att jag absolut inte skulle doktorera, det var ingenting för mig. Men sen läste jag atom- och molekylspektroskopi och blev fascinerad av hur spännande det är med både atomfysik och spektroskopi, men framförallt av hur många olika tillämpningar det finns. Sune Svanbergs entusiasm och intresse för fysik var också

väldigt medryckande, så när en möjlighet öppnade sig att göra examensarbete i den gruppen nappade jag på det och på den vägen är det. Från början var tanken att jag skulle fokusera på LIDAR, men ganska snart gled min forskning över även på GASMAS.

Tekniken som ni har utvecklat verkar gå att tillämpa på hur många olika material som helst – vilket område ser du som det mest lovande?

– Det som har kommit längst just nu är tillämpningar inom förpackningsindustrin. Det är ju också lite enklare än att mäta på biologiska material eftersom förpackningar har en tendens att se likadana ut, medan lungorna på en för tidigt född bebis är väldigt individuella. Sen är det klart att den ekonomiska drivkraften också finns där på ett mer direkt sätt inom industrin. I ett längre perspektiv tror jag dock väldigt starkt även på medicinska tillämpningar för exempelvis bihåleinflammation och lungproblem.

Hur lång tid tar det att mäta om innehållet i ett paket är dåligt?

– Det ska inte ta mer än några milisekunder. Just nu håller vi på med ett EU-projekt som är ett samarbete mellan GASPOROX och gruppen på universitetet, och med flera internationella parter, som går ut på att möjliggöra mätningar på varje förpackning i linjeproduktionen. Det betyder ofta att en mätning inte får ta mer än några ms.

- Namn: Patrik Lundin
- Född: 1985 i Karlskrona
- Utbildning: Tekniska programmet, Ehrensvärdska gymnasiet, Karlskrona.
- Civ.ing, Teknisk fysik, LTH.
- Doktorsexamen 2014, Lunds universitet
- Familj: Sambon Anna, barnet Teodor (2 år) och hunden Shiro.
- Bor: Södra Sandby
- Nuvarande arbetsplats: Delad mellan Lunds universitet och GASPOROX AB

Forts. från sid 11

endast mäta formen av absorptionen för en övergång hos vattenånga också kan få information om koncentrationerna för syrgas och koldioxid i den omgivande gasblandningen.

Det fina med denna metod, förutom att man kan mäta koncentrationerna av flera olika gaser samtidigt och med en enda laser, är att mätningen är till principen oberoende av väglängden. Man behöver därför inte veta sträckan ljuset gått genom föremålet, vilket gör att även gaser som är inneslutna i spridande material kan kvantifieras.

Denna nya metod är fortfarande i sin linda, och utgör endast en liten del av avhandlingen, men den kan förhoppningsvis användas inom många områden i framtiden. Den bakomliggande tekniken som kallas GASMAS, "gas in scattering media absorption spectroscopy", används inom flera tillämpade områden i avhandlingen. Ett exempel är bestämning av sammansättningen av den gasblandning som finns i toppen på många matförpackningar. För just detta ändamål har utvecklingen av tekniken nått kanske allra längst, och ett spinn-off företag, GASPOROX AB, har startats för att arbeta vidare främst mot förpackningsindustrin.

Ett annat exempel är att tekniken just nu utvecklas för att, om möjligt, kunna



4. Rött ljus skickas med hjälp av en optisk fiber in i en dryckesförpackning av vit plast. Ljuset blir snabbt diffust vilket gör att sträckan ljuset går inuti förpackningen blir mycket svår att veta. Då krävs speciella knep för att kunna använda sig av absorptionsspektroskopi för kvantitativa gasanalyser.

mäta syrgashalten och -fördelningen i lungorna på för tidigt födda barn. Då lungorna är ett av de organ som utvecklas mot slutet av graviditeten är det relativt vanligt med lungproblem hos barn som är födda mycket för tidigt. En enkel och helt ofarlig teknik som upprepat eller kontinuerligt kan ge information om lungstatusen under behandlingstiden skulle kunna bidra till bättre behandling för de små barnen.

För tillfället utnyttjas inte den "linje-

formsmetod" som presenteras i avhandlingen inom dessa exempel på applikationer, utan just denna variant är fortfarande något mer åt grundforskningshållet. Förhoppningen är dock att varianten så småningom kommer kunna bidra till utvecklingen.

PATRIK LUNDIN,
INSTITUTIONEN FÖR ATOMFYSIK
LUNDS UNIVERSITET

Fantastiskt – och det går att dricka mjölken efter att ni har mätt på den?

– Jadå! Det går att dricka mjölken efteråt. Det är just det som är den stora fördelen – att vi kan mäta på varje förpackning utan att påverka produkten.

Är det också mest spännande att mäta på förpackningar?

– Nej, alla mätningarna är ungefär lika spännande. Som fysiker blir det givetvis som mest spännande när något oväntat inträffar. Jag tror att det finns mycket kvar att upptäcka och utveckla med GASMAS, det är inte alls säkert att vi har hittat den bästa tillämpningen än.

Vad är roligast?

– Allt är kul, men väldigt spännande är det när man funderar på och testar nya "proof-of-principle" mätningar och upptäcker något nytt som fungerar.

Nu byter du till viss del fot och jobbar deltid på ett företag, finns det utrymme att göra den typen av experiment även där?

– På många sätt är arbetet ganska likt på företaget och universitetet, i alla fall på ett företag som GASPOROX där det handlar mycket om forskning och utveckling, men givetvis är det så att man har en lite kortare horisont på företaget, på universitetet kan man ibland sikta

på saker som inte kommer att realiseras inom kanske 20 år. Det gör att det är ett privilegium att kunna jobba på båda ställena och det känns svårt att släppa något av dem.

Vad gör du när du inte jobbar med fysik?

– Just nu handlar fritiden mest om att renovera en gammal gård som vi har köpt i Harlösa. Det är ett riktigt renoveringsobjekt som kräver oändligt mycket jobb, men det är inget vi stressar med, vi ser det mer som ett nöje. Sen är det ju så att en tvååring tar en hel del tid också.

JOHAN MAURITSSON,
LUNDS UNIVERSITET

Schrödingers Nobelprisnominering 1938



Erwin Schrödinger
(1887-1961)



Erich Regener
(1881-1955)



Carl von Ossietzky
(1889-1938)

Erwin Schrödinger, som delade 1933 års Nobelpris i fysik med Paul A M Dirac för "upptäckandet av nya fruktbärande former av atomteorin", nominerade den tyske medborgaren och professorn vid tekniska högskolan i Stuttgart Erich Regener (1881-1955) för fysikpriset 1938. Nomineringen var för hans systematiska och

detaljerade undersökningar av den kosmiska strålningen i atmosfären upp till en höjd av 30 km och ner till ett djup av 230 m i Bodensjön. Regener var en skicklig experimentalist och utvecklade mycket känsliga elektroskop. Han undersökte i början av 1930-talet den kosmiska strålningens intensitet högt upp i atmosfären, där radioaktiviteten från jorden är liten, och ner till 230 meters djup i Bodensjön

där jonisationen kommer från mätinstrumentet.

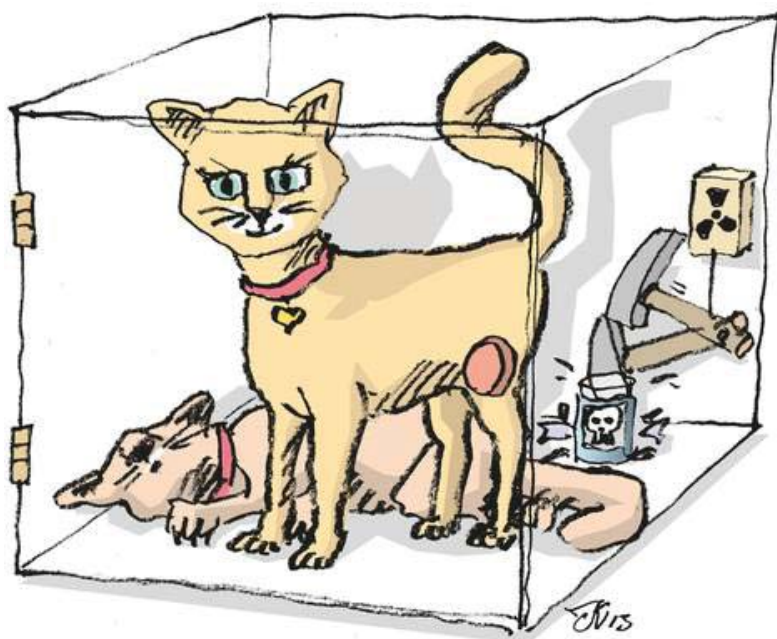
Schrödingers nominering av Regener är särskilt intressant eftersom den speglar

$$H(t)|\psi(t)\rangle = i\hbar \frac{\partial}{\partial t} |\psi(t)\rangle$$

den politiska situationen i Tyskland just före utbrottet av andra världskriget. Det tyska riksdagshuset, *Reichstag*, hade brunnit den 27 februari 1933. Dagen efter, den 28 februari, arresterades journalisten Carl von Ossietzky (1889-1938) och fördes senare till ett koncentrationsläger. Ossietzky hade under ett par år kritiserat den tyska militära upprustningen som stod i strid med Versaillesfördraget efter första världskriget.

Den 23 november 1936 tilldelades Ossietzky Nobels Fredspris för 1935 (priset hade reserverats). Ossietzky, som led av tuberkulos, accepterade brevledes priset men förhindrades att personligen motta det. Han avled den 4 maj 1938. Den 31 januari 1937, sannolikt som följd av fredspriset till Ossietzky, hade Hitler utfärdat en förordning som förbjöd tyska medborgare att motta Nobelpris.

Schrödinger, som mycket väl kände





till Hitlers förordning, daterar sin nominering den 17 januari 1938. Nomineringen omfattar tre sidor varav huvuddelen diskuterar frågan om och hur den Kungliga Svenska Vetenskapsakademien skulle kunna ge ett Nobelpris till en person i Tyskland. Han är nog med att poängtera att det han framför endast är några synpunkter och att det naturligtvis är Akademien som beslutar.

Efter att ha konstaterat att ett Nobelpris enligt stadgarna ska ges oavsett nationalitet, påpekar Schrödinger att ett prisbeslut ibland kan skada den tilldelade (han syftar här på ett pris till en tysk medborgare), något som inte kunde förutses av varken Nobel eller de prisutdelande institutionerna. Han föreslår att i ett sådant fall skulle akademins beslut kunna hållas hemligt och en särskilt betrodd emissarie sändas till till pristagaren för att efterhöra dennes synpunkter på ett tillkännagivande.

Schrödinger avslutar det tre sidor långa brevet med att kort nominera Regener. Till slut för han också fram möjligheten att i det fall akademien inte kan följa hans förslag ge 1938 års pris till Pauli och Fermi. Akademien beslöt tilldela Fermi 1938 års pris.

PER CARLSON
PROF EM. KTH
F.D. ORDFÖRANDE
NOBELKOMMITTÉN
FÖR FYSIK

Heureka!

FYSIK



Ett lysande fysikläromedel!

Förklarar fysiken!

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

Gratis läxhjälp på Facebook

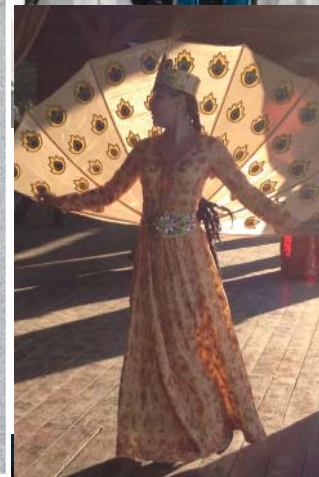
Nu erbjuder vi gratis läxhjälp till alla Heurekaelever! Där hjälper våra fysiklärare eleverna med svåra frågor, komplicerade förklaringar och uträkningar. Se själv på www.facebook.com/HeurekaLaxhjalp

Heureka 3

Äntligen finns en fysikbok för kurs 3! Det senaste tillskottet i Heureka-serien är marknads enda läromedel för dig som undervisar kurs 3.

Vi ses på fysikdagarna!

Natur & Kultur
08-453 87 17
www.nok.se/heureka



Det svenska olympialaget i fysik 2014 efter prisutdelningen.
Från vänster: Henning Rydström, Johan Nordstrand, Joel Andersson (hedersnämmande),
Mattias Sjö (bronsmedaljör) och Carl-Joar Karlsson.



Nazarbayev University



Bo Söderberg, lagledare,
och Johan Runeson,
bronsmedaljör 2012,
nu med som
observatör.



”Det är häftigt när man kan träffa likasinnade med samma intresse från i stort sett hela världen”

Svenska framgångar i fysikolympiaden

Den 45:e fysikolympiaden ägde rum i Kazakstans huvudstad Astana, 13-21 juli 2014, mitt ute på den sibiriska stäppen. Mattias Sjö tog hem en bronsmedalj och Joel Andersson fick ett hedersomnämmande.

Det svenska laget anlände mitt i natten och stadens ljusspel på husfasaderna var en märklig och oväntad upplevelse för oss alla. Astana blev Kazakstans huvudstad hösten 1997. Tillväxten var låg i området och utvecklingen osäker. Presidenten i Kazakstan ville se tillväxt även i den norra delen av landet och beslutade att flytta den dåvarande huvudstaden från Almaty i södra Kazakstan.

Nästan inget hus i Astana är äldre än tio år och det nybyggda Nazarbayev universitetet är inget undantag. Det endast fyra år gamla universitetet har fått en internationell standard och struktur som gör att de lättare kan attrahera utländska studenter och etablera samarbeten med andra. Vid tjänsteställningar har man gått så långt att utländska välrenommerade internationella forskare anlitas för att göra evalueringar och granskningar av sökanden till forskartjänster mm. Detta för att man skall bli konkurrenskraftiga inom utbildning och forskning. Bra utbildning och arbete lockar ungdomar och även deras föräldrar till Astana. När man pratar med våra studentguider från Kazakstan så framgår det klart att många av deras föräldrar har flyttat till Astana för att ge sina barn en bättre framtid och bättre möjligheter till bra jobb.

Uppbyggandet av den nya huvudstaden började med att Kazakstans president Nursultan Nazarbayev beslutade att flytta all statlig administration och det som motsvarar myndigheter i Sverige till

denna del av Kazakstan, där det råder ett extremt inlandsklimat.

Astana är världens näst kallaste huvudstad med köldrekord på -51 grader Celsius. Somrarna på stäppen är oftast torra och varma, men när olympiaden genomfördes var vädret mycket varierande. Det var 10 grader, blåste kallt och regn i luften, de första dagarna, innan vädret blev som förväntat med över +30 grader och torr luft.

Arrangörerna bjöd på intressanta utflykter om än något stressat tidsmåst. Inviigningsceremonin och den avslutande prisutdelningen var påkostad och imponerande underhållning. Alla tävlande var inkvarterade på Nazarbayev campus i anslutning till universitetets huvudbyggnad och studenterna tillbringade i stort sett all tid på universitetsområdet med tillgång till moderna sportanläggningar och inomhusträdgårdar i stor kontrast till en öde stäpp. Det största intrycket på de svenska studenterna gjorde nog själva händelsen, att få vara en del av en fysikolympiad.

Deltagarna fick tillfälle att besöka olika offentliga byggnader, de ena byggnaden mer spektakulär än den andra kunde beskådas. Italienska och andra europeiska arkitekter har låtit fantasin flöda och ritat många av byggnaderna. Något som FA funderade över och aldrig fick svar på var hur de vackra fasaderna och originella byggnaderna klarar den kazakstanska vintern. Eftersom alla byggnader är under tio år så kanske ingen vet riktigt ännu.

Astana är en imponerande och vacker stad som växer så det knakar. Dessutom byggs massor av bostäder. Ett skäl till att flytta huvudstaden och administrationen norrut var också den minskade risken för jordbävningar som annars finns i den södra delen av Kazakstan.

Flera studenter från Astana tyckte dock att vi även borde besöka den tidigare huvudstaden i den södra delen av landet om tillfälle gavs.

Ambassadörer deltog

Fysikolympiaden var en stor händelse för Astana och deltagande länders ambassadörer var särskilt inbjudna till invigningen och den avslutande ceremonin med prisutdelningen. Kazakstans utbildningsminister medverkade och både Norges och Finlands ambassadörer träffade sina lag och arrangerade mingel på respektive ambassad i Astana. Det var mycket uppskattat av de norska och finländska studenterna som fick möjligheten att lära sig lite mer om Kazakstan, utifrån ett annat perspektiv.

Under det svenska lagets hemresa, vid en mellanlandning i Frankfurt, korsades våra vägar av tidigare utbildningsministern Lars Leijonborg som gratulerade det svenska laget och speciellt bronsmedaljören Mattias Sjö.

MARGARETA
KESSELBERG
FYSIKAKTUELLT



*På bilden:
Lars Leijonborg (Fp),
Mattias Sjö, brons-
medaljör.*

De gymnasister som under läsåret 2014/15 är mest framgångsrika i den nationella fysiktävlingen "Wallenbergs fysikpris" blir erbjudna att representera Sverige i fysikolympiaden 2015, som arrangeras av Indien, 5-13 juli 2015.

Trots vackra ord – att Sverige ska konkurrera med kunskap – är fortfarande det svenska kursomfånget i fysik mindre än det internationella

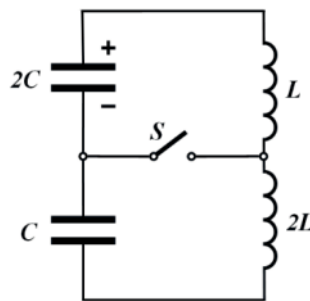
Tidigare hade vi dåligt med resurser till att fylla kunskapsluckorna. Tack vare ekonomiskt stöd från Stiftelsen Marcus och Amalia Wallenbergs Minnesfond har vi sedan tre år kunnat anordna en finalvecka för de femton finalisterna och två träningshelger för de fem blivande olympianderna. Den fina trenden sedan dess håller i sig och i år blev det bronsmedalj till Mattias Sjö, Katedralskolan i Lund och hedersomnämning till Joel Andersson från Uddevalla gymnasieskola.

De teoretiska uppgifterna vid olympiaden i Kazakstan var svåra och långa. Den internationella styrelsen lyckades vid diskussionerna enas om att korta ner texterna en smula, men de blev ändå alldeles för krävande, vilket ledde till den lägsta medelpoängen de tävlande uppnått vid en fysikolympiad hittills.

Den första uppgiften bestod av tre oberoende delar. Första delen handlade om en liten puck som hålls mot den inre ytan av en tunn ihålig cylinder. Cylindern vilar på ett horisontellt plan. Pucken släpps från en höjd som är lika med halva cylinderns diameter och glider vinkelrätt mot cylinderns axel längs dess inre yta samtidigt som cylindern kan rulla. Kraften som verkar mellan pucken och cylin-

dern i det ögonblick pucken passerar den understa punkten i sin bana söktes.

Därefter begärdes värdet för den molära värmekapaciteten för en tvåatomig gas i en såpbubbla när den värms så sakta att bubblan är i mekanisk jämvikt. Vidare skulle frekvensen för små radiella svängningar hos bubblan bestämmas, givet att värmekapaciteten för såpskiktet är mycket större än den för gasen i bubblan.



Slutligen gällde det kretsen ovan, där kondensatorn med kapacitansen $2C$ har laddningen q , medan kondensatorn med kapacitansen C är oladdad. När den laddade kondensatorn börjar ladda ur ökar strömmen genom spolarna och precis i det ögonblick när strömmen i spolarna är som störst, sluts strömbrytaren. Här skulle den maximala strömmen som därefter flyter genom strömbrytaren beräknas.

Uppgift nummer två, som var den mest omfattande, tittar vi lite närmare på. Den handlade om att utvidga modellen för en ideal gas, både med hänsyn till molekylernas ändliga storlek och till växelverkans-

krafter mellan molekylerna. Med hjälp av van der Waals tillståndsekvation:

$$(p + a/V^2)(V - b) = RT$$

skulle beräkningar för vatten i form av gas, vätska och som gas/vätska göras.

Till hjälp gavs diagrammet ovan till höger, där kurva 2 är isotermen för en ideal gas. Vid temperaturer T under ett visst kritiskt värde, T_c , gavs att den verkliga isotermen skiljer sig från van der Waals isoterm (kurva 1) genom att en del av kurvan ersatts av ett linjärt segment AB med konstant tryck p_{LG} . Detta linjära segment sträcker sig mellan volymerna V_L och V_G , och representerar övergången mellan vätskefasen (markerad med L) och gasfasen (markerad med G). Vidare gavs att ur termodynamikens andra huvudsats följde att trycket p_{LG} måste väljas så att areorna I och II i figur 1 blir lika.

Givet de kritiska värdena för vatten: $T_c = 647 \text{ K}$ och $p_c = 2,2 \cdot 10^7 \text{ Pa}$, efterfrågades a , b och vattenmolekylens diameter.

För vatten i gasform gavs att $V_G \gg b$ och volymen V_G skulle bestämmas uttryckt i R , T , p , a och b . Dessutom skulle den relativa minskningen i gasens volym, som beror på växelverkan mellan molekylerna, bestämmas. Villkoret för att överhettad ånga ska vara mekaniskt stabil vid en given temperatur är $dp/dV < 0$. Givet detta begärdes ett uttryck för V_G/V_{Gmin} samt den faktor med vilken vattenångans volym kan minska innan den inte längre kan vara överhettad.

För vatten i vätskeform gavs att $p \ll a/V^2$ och volymen V_L uttryckt i a , b , R , och T söktes. Under approximationen $bRT \ll a$, efterfrågades densiteten ρ_L i μ , a , b , R och den termiska volymutvid-



"Presidentens neutrala hållning politiskt och religiöst är helt avgörande för om IPhO skall växa och antalet deltagande länder från hela världen öka"

Hans Jordens är den internationella fysikolympiadens president sedan 2009. I samband med årets fysikolympiad i Kazakstans huvudstad Astana, 12-21 juli 2014 fick FA en exklusiv intervju med honom.

Hans Jordens har en tjugofemårig erfarenhet inom den olympiska fysikrörelsen och ser tydligt den positiva trenden över tiden. Det är fler deltagande länder och imponerande kunskaper, men samtidigt kan man inte blunda för att kunskaperna är ojämnt fördelade över världen, säger han.

– När jag började som observatör och

sedan lagledare från Nederländerna var vi sexton deltagande länder, främst europeiska berättar Hans. I år är det över 85 deltagande länder från hela världen. Alla typer av nationer finns representerade och det är lite av tanken att ungdomar skall kunna mötas utan kulturella och andra historiska begränsningar.

Hans Jordens är nyligen omvald till IPhO president för en andra femårsperiod. När FA lyssnar på andra ledare från olika delar av världen hörs enbart positiva omdömen om ledarskapet.

Vad innebär det att vara president för IPhO, den olympiska fysikrörelsen?

– Ledarskapets tydlighet, flexibilitet

och förmåga att fatta beslut i organisationen är en mycket viktig faktor. När jag tillträdde gjordes några försök att politisera deltagandet, något som jag som president agerade mot direkt. Presidentens neutrala hållning politiskt/religiöst är helt avgörande för om organisationen skall växa och antalet länder från hela världen öka, säger Hans Jordens.

Blev jobbet som president det du förväntade dig som nyvald president 2009?

– Det var mycket mer varierande och omfattande än vad jag trodde, säger Hans. Det handlade inte bara om fysik. Jag fick i mitt knä olika internationella

konflikter att ta hänsyn till och finna lösningar på. Ibland är man tvungen att tydligt sätta ned foten och påminna om den olympiska rörelsens syfte – *att låta unga begåvade fysikstudenter få chans, oavsett varifrån de kommer, att vara med på lika villkor.*

Känner du att utvecklingen går åt rätt håll vad gäller rörelsens syfte?

– Jag hade hoppas på flera afrikanska länder än vad nu är fallet, säger Hans. Han har periodvis besökt olika delar av världen och jobbat hårt med att skapa en positiv utveckling för organisationen. Det är helt klart det personliga mötet som fungerar bäst när nya länder skall lockas att delta, konstaterar han.

Stiftelse för ekonomiskt stöd

Under sin första presidentperiod har han initierat och startat en stiftelse för att kunna ge ekonomiskt stöd till länder som inte har tillräckligt med egna resurser. Det arbetet vill han utveckla och ge starkare inflytande så att fler länder kan delta. Antalet länder har under perioden som Hans varit president ökat, antalet deltagande länder i Kazakstan var 85. En ytterligare ökning till cirka 100 deltagande länder ser han som fullt realistiskt under de kommande fem åren.

Vilka mer långsiktiga visioner har du för IPhO?

– Det är viktigt att ledarskapet för IPhO är neutralt och att alla olika kulturer kan känna tillit till beslut och överväganden, säger han.

Hans berättar att ibland kan man tyvärr inte undvika att politiska händelser världen över gör att planer blir liggande. Jag vill till exempel öka antalet afrikanska stater i olympiaden, men trots personliga kontakter och många e-mail så gjorde till exempel den "arabiska våren" att fokus i många länder ändrades och andra mer akuta problem behövde lösas i dessa länder. Ett deltagande i en kunskapsolympiad kändes inte som det mest akuta att ta tag i för dessa länder.

Hur hanterar du länder med interna problem?

– Jag försöker att erbjuda just nu politiskt instabila länder som inte har möjligheter att ordna nationella uttagningar att få en observatör vid olympiaden. Detta kan på sikt öka möjligheten för landet att bli motiverat att delta och arrangera nationella uttagningar.

Hur mycket tid lägger du ned som president för IPhO?

– Periodvis är det mer än heltid, berättar han. Jag brukar likna mitt jobb med en brandmans. Oftast är du i väntläge, men när en eld flamar upp måste du agera kraftfullt och snabbt.

Tycker du att kunskapsutvecklingen i fysik globalt går åt rätt håll?

– Nja, det går åt rätt håll, konstaterar Hans försiktigt, men jag hade som sagt hoppats på flera afrikanska deltagande länder än vad som är fallet nu. Men det finns orosmoln också. Inte minst vad gäller naturvetenskapens ställning generellt i Europa.

Hur går det till att när man väljer världland för en fysikolympiad?

– Olika länder ansöker om att få värdskapet och det är lång framförhållning i slutet. Det är främst två frågor som man fokuserar på vid beslut.

– Den vetenskapliga nivån och landets ämneskompetens i fysik är självklart otroligt viktigt, men även möjligheten till sponsorer och nationellt stöd är viktigt, säger Hans.

En olympiad idag kräver mycket resurser och arrangemang från världlandet. En fungerande nationell organisation och många frivilliga som kan arbeta på plats måste finnas. Oftast krävs det även stöd och kontakter på regeringsnivå eller motsvarande.

Hur väljer man ut deltagande studenter till fysikolympiaden?

– Uttagningen av studenter som skall representera sitt land är helt en nationell angelägenhet. Det finns olika system som deltagande länder tillämpar, berättar Hans Jordens utan att gå in på detaljer.

I Sverige har vi "Wallenbergs fysikpris", den nationella fysikträningen för gymnasister som nationell uttagning. De fem-sex bästa deltagarna får erbjudandet att representera Sverige i fysikolympiaden.

FA är nyfiken och kan inte låta bli att ställa en sista fråga om kunskapsutvecklingen i den nederländska skolan.

Hur ser utvecklingen inom fysikkunskapsutvecklingen ut i den nederländska skolan?

– Nederländerna har tyvärr problem idag, berättar Hans. Lärarna har låg status och låga löner. I praktiken så är du en förlorare om du blir lärare och det är ett stort problem för framtiden.

Hans Jordens ser samtidigt problemet med att vända den här trenden. Forskarens status i Nederländerna känns orättvist hög jämfört med lärarens.

”Elever som har en entusiastisk lärare som brinner för sitt ämne och är kunnig i ämnet skapar motiverade och intresserade elever. De lärare som har den här attityden skapar en framtid för kunniga människor.”

Många gånger är det forskare utan pedagogisk ambition som man anställer som lärare på olika nivåer, vilket inte är bra för utvecklingen av intresset för naturvetenskap generellt. I Nederländerna har man dessutom dragit ner den lärarledda undervisningen, som i vissa sammanhang minskat till hälften av vad det var tidigare. När bristen på pedagogiskt utbildade och entusiastiska fysiklärare har blivit för stor har man valt att anställa ingenjörer från industrin, berättar Hans något upprört. Flera tog lärarjobbet enbart för att slippa vara arbetslösa.

Men Hans konstaterar samtidigt att om man tittar globalt på kunskapsutvecklingen i fysik så ser det positivt ut.

MARGARETA KESSELBERG
FYSIKAKTUELLT

Jaan Kalda från Estland tränar Saudiarabiens olympiaddeltagare

För Jaan Kalda började det olympiska äventyret i dåvarande Västtyskland 1982 när han hade blivit uttagen som en av fem tävlande att representera det dåvarande Sovjetunionen. Det var mycket ovanligt att en elev från Estland fanns med i det sovjetiska laget.

Han lyckades få en silvermedalj, mycket nära en guldmedalj och det irriterade honom länge att det inte blev guld kommer han ihåg, med ett leende på läpparna. – Det kändes som otur då, säger Jaan fortfarande något frustrerad över den missade guldmedaljen. Jaan Kalda har sedan sitt eget tävlingsdeltagande fortsatt att engagera sig i fysikolympiaden först som ledare och när sedan fysikolympiaden 2012 gick i Estland var han ansvarig för den vetenskapliga delen och rättningen av uppgifterna.

– Eleverna som representerar de olika länderna har alltid varierande kunskaper inom fysikens olika områden. Det är alltid en väl bevarad hemlighet vilka områden inom fysiken som kommer att lyftas i de olympiska tävlingsuppgifterna. Men oftast kan man se att det finns en praktisk koppling på något sätt till värdlandets forskning och kunskapsinriktning, berättar Jaan.

Saudiarabien och Brasilien

Jaan berättar att efter 2012 har han fått förfrågningar från olika länder om han



Foto: Margareta Kesselberg

kan träna och både direkt och indirekt stödja och utveckla kunskaperna hos blivande olympiaddeltagare från olika länder. Jaans erfarenheter som både tävlande och ledare för Estland och samarbete med andra länder har gjort att han är efterfrågad i de här sammanhangen. Idag jobbar han nästan halvtid med detta. Den övriga tiden är han forskare.

Nu är Jaan bland annat en del av ledarteamet som förbereder studenterna från Saudiarabien. Inför årets olympiad har Jaan även varit konsult för Brasilien i

deras träningsupplägg. Det är främst den experimentella delen av tävlingen som många länder behöver hjälp med.

Finland och Estland samarbetar

Under många år har det estniska och det finska laget haft gemensamma samlingar, där man tränat inför olympiaden. Eleverna har uppskattat träningen och tycker det är spännande och roligt att få mäta sina kunskaper även om det är praktiskt svårt att samla finska och estniska lagen på grund av att terminerna ser olika ut i de båda länderna. Eleverna ser det ofta som ett lyft, både ämnesmässigt och personligt när de fått perspektiv på de olika förberedelserna. Estland som är ett litet land med få invånare har alltid goda resultat och Finland är oftast bäst i Norden vid olympiader.

– Deltagarna från Estland har idag tre veckors träning i praktisk fysik, något som även andra länder skulle ha nytta av att ordna, säger Jaan.

MARGARETA KESSELBERG,
FYSIKAKTUELLT

Läs mer:

■ Om Jaan Kalda och hans arbete.
www.etis.ee

■ (<https://www.etis.ee/portaal/isikuCV.aspx?PersonVID=2693&lang=en>)

■ Träningsmaterial, mer målgruppsanpassat för blivande olympiaddeltagare.

■ www.ioc.ee/~kalda/iph



Bild: Kanske texten på Peter Vankös blå tröja är en del av hemligheten med Ungerns framgång.

Vad är hemligheten?

Peter Vankö är universitetslärare och docent vid universitetet i Budapest och sedan många år det ungerska lagets ledare. Ungern har haft stora framgångar vid fysikolympiaden under senare år och FA är nyfiken på att höra hur de ungerska deltagarna förbereds.

Du har utvecklat ett träningsprogram i fysik för speciellt begåvade elever, berätta om ditt träningsprogram.

– Det började för cirka tjugo år sedan, berättar Peter Vankö. Jag reflekterade över att studenterna som läste fysik var alldeles för teoretiska och saknade träning i att hitta praktiska tillämpningar. Jag ville dessutom ge speciella begåvningar möjlighet att utvecklas kreativt, något som jag tyckte saknades. Träningsprogrammet syftar till att utveckla det experimentella kunnandet utifrån den teoretiska grun-

den, ett pedagogiskt laboratorium för lärande i fysik.

– Vi har en gammal tradition med fysikträvlingar i Ungern, så det är en del av vår kultur att tävla i fysikkunskaper, fortsätter Peter. I och med traditionen att tävla i fysik kan vi tidigt upptäcka speciella begåvningar och ge de eleverna extra stimulans för att ytterligare utveckla sin begåvning inom fysikämnet.

– Vi har under några år haft ett antal otroligt begåvade studenter i landet som nått toppresultat i fysikolympiaderna.

Något som vi är mycket stolta över, berättar Peter. Jag känner att det inte är hela sanningen om jag hävdar att det bara är träningsprogrammet som ligger bakom framgången, säger han ödmjukt. Det är slumpen också som spelar in. Kanske följs framgångarna vi haft av mindre framgångsrika år, menar han.

– Men med mitt tjugoåriga perspektiv på utbildning i naturvetenskap kan jag se att det blir färre elever för varje år som kan klara de speciella träningsprogrammen vi har utvecklat. Nu är det kanske bara en handfull elever som programmet passar som hand i handske. I framtiden kommer många barn att gå igenom skolan utan att veta att de har en speciell talang inom naturvetenskap. De kommer kanske aldrig att få tillfälle att upptäcka sin begåvning, konstaterar Peter.

Framtiden

Peter Vankö ser en trend i Ungern som han gärna vill lyfta fram i vårt samtal och känner stor frustration över. Lärarnas dåliga löner och villkor på alla nivåer.

– Lärarnas respekt och status har långsamt sjunkit, säger han.

Som utvecklingen är just nu ser Peter att många naturvetenskapligt begåvade elever aldrig kommer att upptäcka sin begåvning. Peter är mitt i livet och funderar på att arbeta ett år utomlands, men vill ogärna flytta eftersom dottern går på en specialskola för begåvade barn. Eventuellt kan ett arbete i Österrikes huvudstad Wien på en gymnasieskola vara ett alternativ. Då finns det möjlighet att veckopendla.

– Du tjänar ungefär 10 gånger mer som gymnasielärare i Wien, än vad du gör som docent vid universitetet i Budapest, konstaterar Peter.

MARGARETA KESSELBERG,
FYSIKAKTUELLT

Läs mer:

■ Peter Vankö official home page:
<http://dept.phy.bme.hu/staff/vanko/vanko.html>

Topologiskt ordnad materia

Veckan före midsommar samlades ett femtiotal av världens ledande forskare för ett Nobelsymposium på Lidingö, för att under tre intensiva dagar diskutera egenskaperna hos vad som kallas topologiskt ordnad (TO) materia. I detta nya område inom den kondenserade materiens fysik studerar man materietillstånd som inte passar in i den klassificering av faser som återfinns i de flesta läroböcker.

Ur teoretisk synpunkt är topologiska materietillstånd utomordentligt intressanta eftersom flera av deras egenskaper kan förklaras med matematiska verktyg från det område som kallas topologi. Det innebär att de här egenskaperna är mycket robusta, och kan därför på ett relativt enkelt sätt verifieras i experiment.

Ett enkelt exempel på en topologisk egenskap är begreppet genus för en yta. En europeisk och en amerikansk fotboll har båda genus 0, och den ena kan deformeras till den andra genom att man drar och töjer. En badring har däremot genus 1 – det finns inget sätt att deformera en fotboll till en badring utan att riva sönder den och sen sy ihop. Egenskapen genus är

därför mycket stabil mot störningar, som till exempel sparkar.

De första TO tillstånd observerades redan på 1980-talet, i tunna gränsskikt mellan olika halvledare. I dessa skikt kan elektronerna röra sig nästan fritt, men när provet kyls till nära den absoluta nollpunkten, och placeras i ett mycket starkt magnetfält, bildar de en intrikat starkt växelverkande struktur som kallas för en kvanthallvätska. Elektronerna inuti skiktet är inte längre fria att röra sig och vätskan är därför en isolator. På kanterna av vätskeskiktet är elektronerna dock rörliga, men bara i en riktning (bestämd av riktningen på magnetfältet, se fig. 1a). Man säger att kvanthallvätskan är en isolator med kirala kantmoder. Det är

bland annat de kirala kantmoderna som ger kvanthallvätskan dess topologiska karaktär.

Kvanthallvätskorna karakteriseras av Hallkonduktansen som beskriver vad som händer om man placerar vätskan i ett elektriskt fält (man får en ström vinkelrätt mot fältet). För vanliga metaller beror denna storhet på exakt hur provet är sammansatt, men för en topologisk vätska får man alltid samma konduktans, som orsakas av de kirala kantmoderna. Dessutom är konduktansen exakt lika med ett rationellt tal gånger en fundamental konstant, $R_K = h/e^2$, uppkallad efter Klaus von Klitzing som tilldelades 1985 års Nobelpris för upptäckten av kvanthalleffekten. Att denna relation är så exakt, beror på att

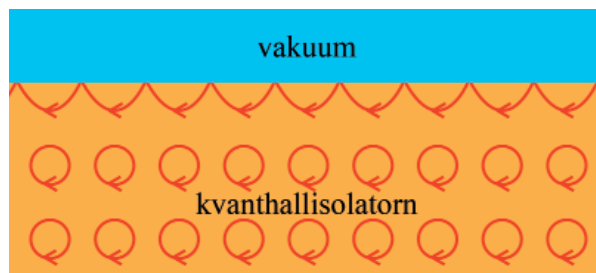
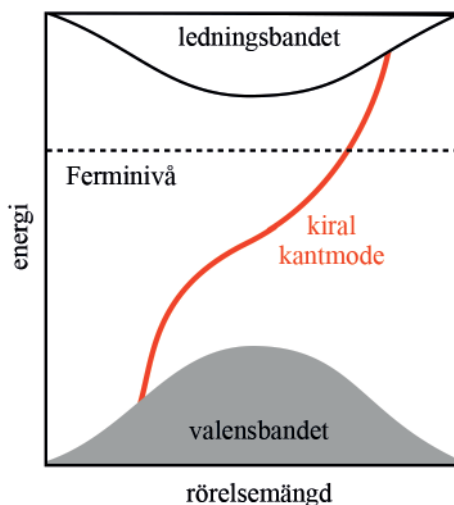


Fig 1.a. Kanten av en kvanthallvätska. Det magnetiska fältet är riktat ut ur pappret. Inuti materialet rör sig elektronerna i små cirklar (Larmor-banor) medan de på kanterna "studsar sig fram". Notera att elektronerna enbart rör sig i en riktning på kanten.

Fig 1b. Energivivådiagram för kvanthallisolatorn i figur 1a



Hallkonduktansen är en topologisk egenkap för kvanthallvätskan.

Länge trodde man att topologiska tillstånd, om än aldrig så intressanta ur grundforskningssynpunkt, inte skulle kunna observeras utom i konstgjorda material som utsätts för extremt starka magnetfält. Det kom därför som en stor överraskning att det finns flera (kanske riktigt många) material som varit kända under lång tid och som, om man analyserar dem på rätt sätt, visar sig vara topologiskt ordnade. Dessa material kallas för topologiska isolatorer, och för att förstå dem måste vi först påminna oss om skillnaden mellan en metall och en isolator.

I en atom kan en elektron bara ha vissa (kvantiserade!) energier, men när

många atomer sitter nära varandra i en kristall sker något märkligt. I stället för att ha enskilda, separerade, energinivåer flyter de tillsammans till kontinuerliga "band" av energier, och dessa band är åtskilda genom ett "bandgap" som illustreras i fig. 2. Från denna bild är det lätt att förstå skillnaden mellan en isolator och en metall.

I metallen är det översta energibandet, ledningsbandet, delvis fyllt, och genom att putta på elektronerna med ett elektriskt fält får de lite mer energi och kan röra på sig. I en isolator är ledningsbandet helt tomt och det näst understa bandet, valensbandet, är helt fullt. Om man nu försöker putta på elektronerna så går det inte, eftersom valensbandet är

helt fullt. För att få en ström måste elektronerna upp till ledningsbandet och för detta krävs väldigt mycket energi. Så för svaga elektriska fält kan elektronerna inte ge upphov till någon ström. Ett sådant tillstånd kallas för en bandisolator.

Vi kan nu komplettera den här enkla bilden för att också förstå vad som händer i en kvanthallisolator där kanterna kan leda elektrisk ström. I fig. 1b ser vi att det finns en enda energinivå som binder samman valens och ledningsbandet, och denna nivå svarar precis mot att elektronerna på kanten kan röra sig fritt. Lutningen på linjen svarar mot hastigheten hos elektronerna så vi ser att de bara kan röra sig i en riktning, precis som visas i fig. 1a.

I en redan klassisk artikel från 2005 visade Charles Kane och Eugene Mele, som båda deltog i Nobelsymposiet, att det är möjligt att ha en situation som påminner om kvanthallisolatorn, men där elektronerna på kanterna kan röra sig i båda riktningarna. Denna situation illustreras i fig. 3b. Att detta var ett så förvånande resultat berodde på att de flesta fysiker tidigare trodde att elektronerna, som i en sådan situation rör sig i olika riktning, skulle kollidera med varandra och därför stoppa kantströmmen.

Kane och Meles stora upptäckt var att skillnaden i topologin i fig. 3a och 3b, gör att de strömledande kantmoderna är stabila i en topologisk isolator. För att förstå detta krävs ytterligare en insikt från kvantmekaniken. Elektroner är inte bara laddade, utan de har också ett spinn. Enklart kan man tänka på dem som små snurrande kulor, men med den märkliga egenskapen att "spinn" endast kan anta två kvantiserade värden, medsols eller motsols (också kallat upp eller ner). Man kan visa att i ett godtyckligt system av elektroner utan några magnetiska effekter, är alla energinivåer dubblade.

Forts. nästa sida.

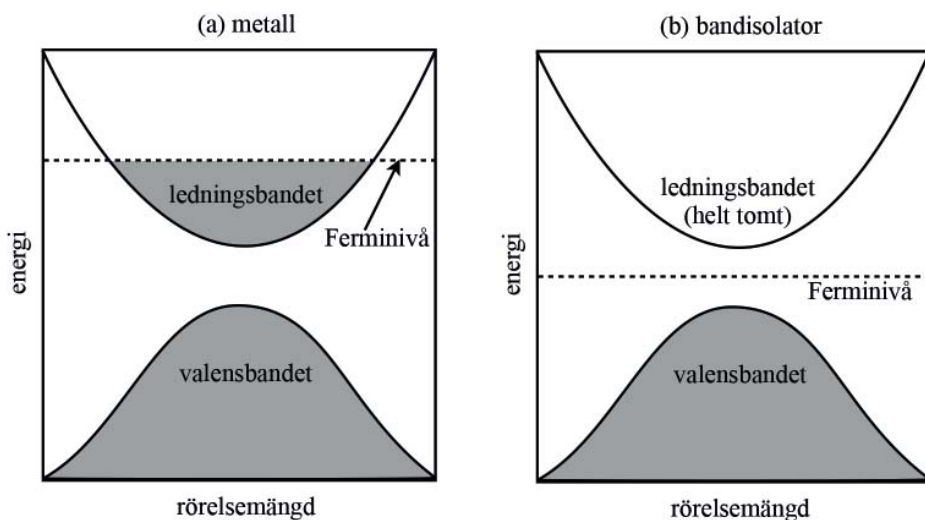


Fig 2. Metall (a) och bandisolator (b). Den prickade linjen är Ferminivån som bestäms av hur många elektroner som finns tillgängliga, dvs. hur många elektroner som har frigjort sig från atomerna.

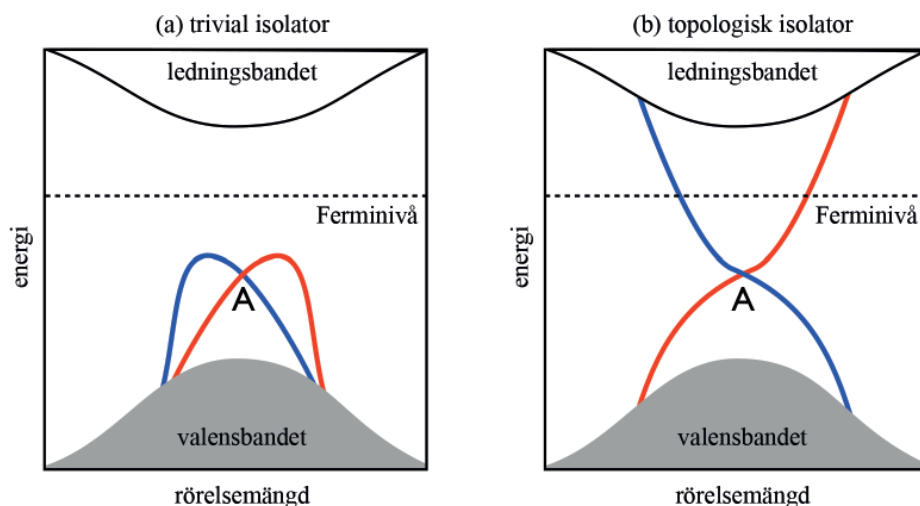


Fig 3. Energinivådiagram för en vanlig isolator (a) och en topologisk isolator (b). I en topologisk isolator finns det två energinivåer (en för spinn upp och en för spinn ner), som binder samman valens och ledningsbandet. Eftersom man inte får blanda dem, kan de inte kontinuerligt deformeras till energinivåerna för den triviala isolatorn i fig. 2b.

I riktiga material kan man ha två slags magnetiska effekter, dels från yttre magnetfält, dels från de magnetfält som genereras av strömmar i materialet självt – de senare brukar man kalla spinn-bankopplingar. Vad Kane och Mele insåg var att för vissa värden på elektronernas rörelsemängd ("x"-axeln i fig. 2 och 3) finns det inga magnetiska effekter och där måste energinivåerna komma i par.

I fig. 3 är A en punkt där det inte finns några magnetiska effekter, och vi ser att det bara finns två topologiskt skilda sätt att rita ett energinivådiagram, nämligen fig. 3a och 3b. I det första diagrammet kan vi genom att kontinuerligt ändra nivåerna i bandgapet komma till fig. 2b som är den vanliga, eller "triviala", bandisolatorn. För diagrammet i fig. 3b är detta omöjligt – detta tillstånd är topologiskt annorlunda än en vanlig bandisolator, det är en topologisk isolator! Precis som kvanthallisolatorn har en topologisk isolator kantmoder vilka binder samman valens och ledningsbandet, och dessa kantmoder ger upphov till en kvantiserad konduktans.

Kane och Meles artikel handlade faktiskt inte om vanliga material, utan om grafen (se Fysikaktuellt 2010 nr 4 och 2014 nr 2). Emellertid är spinn-bankopplingen i grafen väldigt svag, så det är inte möjligt att experimentellt studera ledningen på kanterna. Nästa stora insikt kom från gruppen kring Shou-Cheng Zhang som visade att i en legering av

kvicksilver och tellur är spinn-bankopplingen tillräckligt stark för att kunna mätas. De föreslog också hur man skulle kunna göra ett experiment som sedan genomfördes år 2007 av en tysk grupp ledd av Laurens Molenkamp. Experimenten visade klart att det rörde sig om en topologisk isolator, och ett nytt forskningsområde var etablerat!

Utvecklingen på området topologiskt ordnad materia har sedan gått mycket snabbt. Teorin för topologiska isolatorer generaliserades till tredimensionella kristaller där ytorna är elektriskt ledande och man föreslog också vilka material (olika legeringar av vismut, antimon, tellur och selen) som skulle vara lämpliga kandidater. Även dessa förutsägelser verifierades snabbt genom experiment vid Princeton och Stanford.

Som väl framgått av den här beskrivningen har teorin i många fall legat före experimenten. Detta har ofta varit fallet inom elementarpartikelfysiken (positronen, W och Z-partiklarna, Higgspartikeln etc.) men är mindre vanligt inom den kondenserade materiens fysik där experimenten nästan alltid kommer före teorin (och ibland långt före – supraleddning upptäcktes 1911 och fick sin förklaring först 1957). En möjlig anledning till detta är att riktiga material ofta är väldigt komplicerade och det är svårt att förstå vilka egenskaper som är viktiga.

De topologiska egenskaperna intar en särställning genom att vara mycket

robusta, och därför är de teoretiska förutsägelserna baserade på topologi också mycket säkra. En annan intressant historisk aspekt på de topologiska isolatorerna är att det inte krävs speciellt svår matematik för att förstå dem – teorin skulle mycket väl ha kunnat utvecklas för över femtio år sedan. Lärdomen för den yngre forskaren är att det ibland kan löna sig att tänka på gamla problem på nya sätt!

En viktig distinktion mellan olika topologiska material som vi inte har berört, är den mellan de som karaktäriseras av heltal och de som karaktäriseras av bråk, eller fraktioner (engelskans "integer" and "fractional"). Kvanthallvätskor finns av båda typerna (ett andra Nobelpris gavs för upptäckten av de bråktalvätskorna), men man har hittills endast observerat topologiska isolatorer av heltalstyp.

De fraktionella tillstånden är speciellt fascinerande eftersom de ger upphov till kvasipartiklar med märkliga egenskaper som till exempel laddningar som är bråkdelar av en elektronladdning. Mycket av intresset för dessa bråktalstillstånd beror på att under vissa förutsättningar kan dessa kvasipartiklar användas för att på ett mycket robust sätt lagra kvantinformation. Men det är en annan historia.

EDDY ARDONNE
FYSIKUM, STOCKHOLMS UNIVERSITET

THORS HANS HANSSON
FYSIKUM, STOCKHOLMS UNIVERSITET

Flippad kvantmekanik

Har du varit med om att kursen du undervisar fungerar bra med nöjda studenter men att du ändå känner att något saknas? Att du lämnar föreläsningen med en känsla av oro om studenterna verkligen har förstått? De flesta av oss har säkert varit i den situationen och funderat på om vi kan göra något annat och bättre än att föreläsa.

Jag har under flera år undervisat i kursen Kvantmekanik II, 7,5 hp, som går för tredjeårsstudenter på kandidatprogrammet i fysik vid Stockholms universitet. Jag har haft ett ganska traditionellt upplägg med föreläsningar, räkneövningar och inlämningsuppgifter. Ibland har jag även använt klickers eller instuderingsfrågor på webben för att aktivera studenterna, men det har ändå känts som om jag inte fått med mig alla studenter.

Hösten 2013 bestämde jag mig för att pröva något för mig helt nytt och vände på undervisningen genom att använda mig av *Flipped Classroom*. Jag kom i kontakt med David Black-Schaffer vid Uppsala universitet och använde en av honom utvecklad webbplats, *Scalable Learning*, som sköter det praktiska i nätkontakten med studenterna.

Rent konkret gjorde jag om alla föreläsningar på kursen till videoföreläsningar. Varje föreläsning delades upp i delar om 5–10 minuter vilka avslutades med en eller flera frågor på nätet, quizzes. Innan jag träffade studenterna krävde jag att de hade både tittat på motsvarande

videoföreläsning på nätet samt svarat på alla quizzes (anonymt). Scalable Learning presenterar videoföreläsningarna för studenterna och pausar vid alla quizzes. Studenterna har även möjlighet att pausa, spola fram och tillbaka samt ställa frågor.

Jag valde att ha lika mycket schemalagd tid som när jag undervisat traditionellt. När jag träffade studenterna gick jag igenom quizzes som många haft problem med och svarade på de frågor de ställt under videoföreläsningarna. Restande tid använde jag till problemlösning där de jobbade både individuellt och i grupper med olika problem som belyste föreläsningens begrepp. Räkneövningarna gjordes på motsvarande sätt om till räknestugor där studenterna räknade individuellt eller i grupp med en assistent tillgänglig för att svara på frågor istället för att gå igenom tal på tavlan.

Hur gick det då? Idén är att göra studenterna mer aktiva och därigenom få en bättre inläring och det verkar ha fungerat väldigt bra. Under en vanlig föreläsning är studenterna ganska inaktiva och även om man får några frågor så är det inte mycket aktivitet per student. Med quizzes, och möjligheten att ställa frågor som videoföreläsningarna ger, blir alla studenter mer aktiva även under föreläsningarna. Under träffarna med mig är de också mer aktiva då det är de själva som jobbar med problemen, och min roll mer är att vara coach. Återkommande kommentarer från kursutvärderingen är att studenterna blivit mer aktiva och att de har mycket lättare att hänga med både i föreläsningarna (där de ju kan pausa om de behöver kolla upp något) och vid de tillfällen då jag träffat dem. Det är svårt att dra några långtgående slutsatser om studenternas resultat (gruppen omfattade bara c:a 25 studenter), men framför allt

de svagare studenterna tycks ha lyckats bättre.

Vad är det då som krävs som lärare om man vill vända på sin undervisning? Det tar ju förstås tid att göra om sina föreläsningar så att de passar att spela in och att hitta lämpliga quizzes. Själva inspelningen och den teknik man behöver tar också lite tid att lära sig använda bra, men man behöver egentligen ingen avancerad utrustning. Den största utmaningen är faktiskt att fylla tillfällena när man träffar studenterna med bra undervisningsmoment. När man föreläser har man kontroll och den kontrollen släpper man när man låter studenterna jobba med uppgifter eller diskutera. Man får ett mycket mer stimulerande möte med studenterna som lärare, men samtidigt svårare.

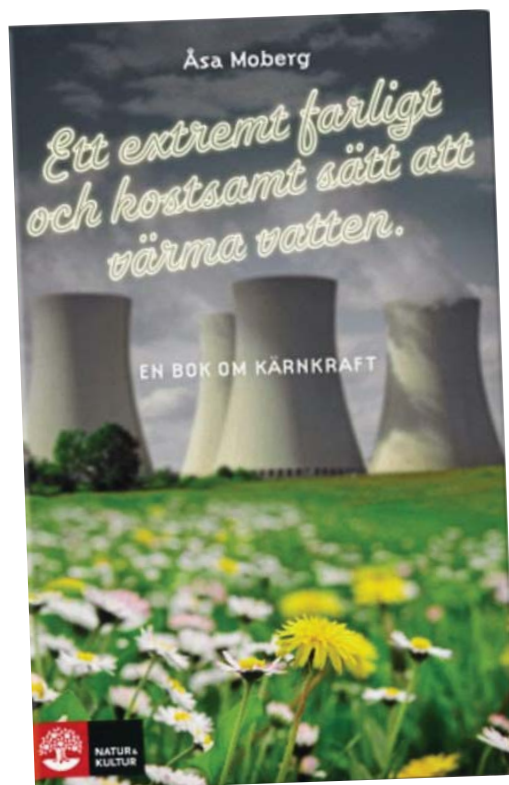
För egen del kan jag bara konstatera att min undervisning kommer att fortsätta vara flippad. Även om jag med säkerhet gjorde en del misstag första gången känns det helt uteslutet att gå tillbaka till traditionell undervisning. Dessutom är det mycket roligare och stimulerande att undervisa på detta sätt!

JOAKIM EDSJÖ
FYSIKUM, STOCKHOLMS UNIVERSITET

För vidare läsning

■ Inspirationsföreläsning om Flipped Classroom med Scalable Learning av David Black-Schaffer, <https://www.youtube.com/watch?v=57MvwhSbv3k>.

■ Mer information och reflektioner från min omställning av Kvantmekanik II-kursen, <http://www.fysik.su.se/~edsjo/teaching/kvant2/pdf/Rapport-FC-2013.pdf>.



Av Åsa Moberg

Ett extremt farligt och kostsamt sätt att värma vatten

Natur & Kultur, 2014

Antal sidor: 312

ISBN 9789127134997

"Ett livsfarligt sätt att argumentera"

Ibland är det som inte skrivs väl så intressant som det som står skrivet. Titeln på Åsa Mobergs bok **Ett extremt farligt och kostsamt sätt att värma vatten** avslöjar bortom allt tvivel att denna bok är en stridsskrift mot kärnkraft, detta baserat på kostnader och risker.

Vad Moberg däremot inte går in på är att 70 % av världens totala energi kommer från fossila bränslen, och de risker detta innebär. Det enda omnämnandet av de fossila bränslenas problem är i förbigående då hon hävdar att kärnkraften inte ger positiva bidrag till klimatet på Jorden.

Denna argumentation baseras i sin helhet på livscykelanalyser av den ökande professorn Jacobson vid Stanford University.

Till att börja med utgår Jacobson från att civil kärnkraft med nödvändighet leder till kärnvapenkrig. Han antar att vart 30:e år sker ett krig där cirka 100 atombomber av Hiroshima-styrka fälls, att detta leder till 3-17 miljoner dödsfall samt omfattande bränder. Koldioxiden från dessa bränder införs som utsläpp i hans analys. Kärnvapenkrig torde leda till omfattande utsläpp, så med Jacobsons antagande får man höga utsläppsvärden. Frågan är dock om detta är relevant. Civil kärnkraft har funnits i ungefär 50 år och kärnvapen i snart 70 år. Hittills har dock antalet kärnvapenkrig – tack och lov – varit noll. Därmed saknas empiriskt stöd för hans antagande.

För det andra konstaterar Jacobson att det tar cirka 15 år från inledning av processen att bygga kärnkraftverk till att el finns på nätet, vilket stämmer ganska väl. Han utgår då från att man under denna uppbyggnadstid behöver lika mycket el som det färdiga kärnkraftverket är avsett att leverera, och utgår vidare från att denna el produceras med kolkraft. Utsläppen från denna fiktiva kolkraft påförs utsläppsbudgeten för det blivande kärnkraftverket.

Detta är ett ur intellektuell synvinkel mycket intressant resonemang. Det utgår strängt taget från att människor är för obegåvade för att kunna förutse ett behov innan det uppstår. Det kunde möjligen vara acceptabelt om man planerar att fasa ut fossil kraft att se hur lång tid det tar att ersätta den, men detta gäller inte i Sverige. Vi har redan vattenkraft och kärnkraft med mycket låga koldioxidutsläpp under den då vi planerar för nya reaktorer.

De ekonomiska resonemangen dominerar argumentationen, men det kvarstående intrycket efter avslutad läsning är att Mobergs kärnkraftsmotstånd torde baseras på rädsla – och inget annat. Hon berättar att hon bodde i Gimo några mil från Forsmark då det byggdes, och att hon och sambon ritade cirklar på en svensk karta runt alla kärnkraftverk (samt forskningsreaktorerna i Studsvik!) och valde att flytta utanför cirkelarna, vid norska gränsen i Dalarna. Jag har svårt att tro att denna flytt motiverades av att Forsmark skulle vara dyrt, eller av att livscykelanalyserna inte skulle vara till kärnkraftens fördel. Det handlar till syvende og sist om rädsla.

Kopplingen till kärnvapen utgör en viktig hörnsten i resonemangen. Hon konstaterar att de enorma kostnaderna

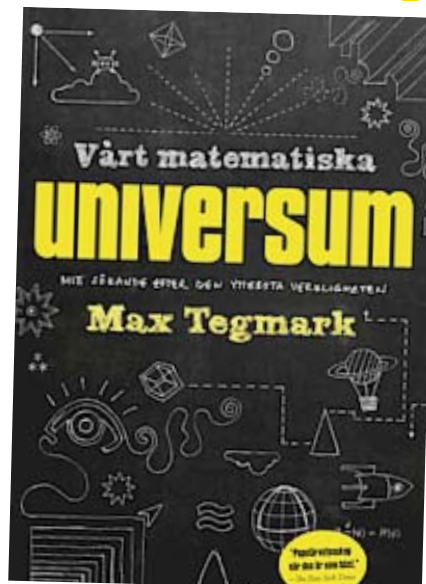
för att etablera kärnteknik 1940-60 motiverades till viss del med kärnvapen, och att det är tveksamt huruvida samhället tagit dessa kostnader om enda syftet hade varit civil elproduktion. Detta torde vara helt korrekt, men vad bevisar det? Samma resonemang kan man föra om datorer – de har också militära satsningar att tacka för sin snabba utveckling. Ska vi sluta använda datorer och kärnkraft för att militärer bekostat delar av utvecklingen?

Åsa Moberg har stått på barrikaderna mot kärnkraft i 40 år. Vill man få inblick i världsbilden hos en person som vikt sitt liv åt att bekämpa kärnkraft är detta intressant läsning. Vill man få en vettig genomgång av teknikens för- och nackdelar finns det bättre källor. Moberg berättar bara om teknikens nackdelar, men undviker medvetet att berätta bakgrunden till hennes argument. Exemplet med Jacobsens förmodade kärnvapenkrig är bara ett i raden. Att Moberg tror att en TWh värme är utbytbar mot en TWh el är också talande. Att hennes desinformation är medveten finns det belägg för; hon har vid upprepade tillfällen fått veta att flera av hennes argument inte håller, men fortsätter ändå att använda dem.

Tomas Kåberger uppger ha faktagranskat boken, vilket reser frågan vad hans faktagranskning i så fall består i. Jag noterar att personer som läst boken utan den expertkunskap som gör det möjligt att se ihålligheterna i argumentationen lätt köper resonemangen. Ett exempel är Per Granqvist som recenserade boken i SvD (SvD Kultur 2014-03-24). Jag är inte ute efter att klandra Granqvist – man kan inte begära att en läsare ska ha den bakgrundkunskap som krävs för att inse att argumentationen bygger på felaktigheter. Det är författarens plikt att använda hederligt uppbyggd argumentation och faktagranskarens uppgift att kontrollera detta.

Föreningen Vetenskap och Folkbildning delar ut pris till årets förvillare – jag nominerar härmed Åsa Moberg och Tomas Kåberger till denna utmärkelse.

JAN BLOMGREN
VD FÖR INBEX
TIDIGARE PROFESSOR I KÄRNFYSIK
VID UPPSALA UNIVERSITET



Av Max Tegmark

Vårt matematiska universum

Översättare till svenska: Pär Svensson

Antal sidor: 498

ISBN: 9789187419270

Förlag: Volante

Vårt matematiska universum

Max Tegmark är professor i teoretisk fysik vid MIT i USA och bördig från Sverige. Hans nya bok, "Vårt matematiska universum", är en imponerande genomgång av den moderna fysiken och kosmologin. Det är en tjock bok, och utgör väl inte alldeles enkel läsning för gemene man, men för den som är genuint nyfiken på vad vi vet och inte vet om universum är den ett måste.

Tegmark är personlig och underhållande. Anekdoter från forskarvärlden vävs samman med filosofiska utflykter och funderingar om smått och stort. Efter en översiktlig och delvis historisk introduktion till den fysikaliska världsbilden hamnar vi snabbt i Tegmarks specialområde: den kosmiska bakgrundstrålningen och frågan om universums ursprung. Här vi får vi ta del av de senaste decenniernas

utveckling som Tegmark bevittnat från första parkett.

Bokens senare del handlar om de riktigt stora perspektiven. Efter att beskrivit teorin om att universum i ett tidigt skede genomgick en period av enormt kraftig expansion, inflationen, argumenterar han för att vårt universum är större och mer fantastiskt än vad vi tidigare kunnat ana. Tegmark delar in multiversum i olika nivåer där man dels möter de universa med andra naturlagar som strängteorin tycks peka mot, men också kvantmekanikens parallella världar som han är en stor anhängare av. Tegmark skriver med entusiasm om multiversums storslagenhet och landar så småningom i den pythagoreiska uppfattningen att allt är matematik.

Det är en tankeväckande, insiktsfull och mycket stimulerande bok som inte väjer för några frågor – hur svåra de än kan te sig. Man behöver inte hålla med om de allra mest spekulativa slutsatserna, men upprymd blir man hur som helst.

ULF DANIELSSON.
PROFESSOR I FYSIK VID
UPPSALA UNIVERSITEIT

♫ Imbelupet glasets stå på bräcklig fot... ♫

...inleds en svensk snapsvisa. I det sammanhanget betraktas imman som något positivt, men annars är den oftast till besvär.

Alla med glasögon känner till problemet. Öppna en just färdig diskmaskin, gå in i en affär eller stig på bussen en kall vinterdag. Sikten genom de immiga glasen blir besvärande dålig. Likaså vid sportutövning bildas imma på glasögon och i visir. Imma på kameralinser och vindrutor är också irriterande. Tar man in en kall kamera i värmen blir det kondens på linsen.

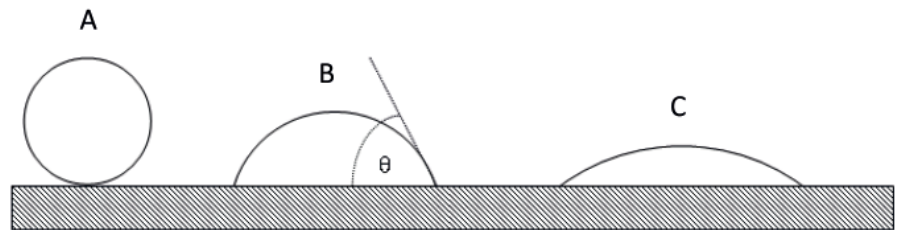
När luft kyls ökar den relativa fuktigheten. Den temperatur då ytkondens bildas kallas för luftens daggpunkt. Ofta pratas om lagen om kalla väggen och att fukt alltid söker sig till den kallaste ytan där den kondenserar. Detta är välbekant från kyl- och frysskåp där fukt från insläppt rumsluft eller dåligt förpackade varor kondenserar mot köldplattan och sedan fryser till is.

För att eliminera imma får man försöka forsla bort den fuktiga luften, öka avdunstningen eller höja temperaturen över daggpunkten, dvs. använda fläkt, avfuktare eller värmeelement. Förslår inte detta återstår att försöka mildra effekterna av imman.

Droppbildning

Imma består av små vattendroppar och droppbildningen beror på droppens och på ytans molekyler. Gillar de inte varandra minimeras kontaktområdet och en tydlig droppe bildas (A). Ytan benämns då icke-vätande, i övriga fall mer eller mindre vätande (B, C). Droppen på den icke-vätande ytan har minst radie och droppar på mer vätande ytor har allt större radier.

Genom att droppa vatten på en yta med olja, såpa och på en ren yta syns att på oljeytan bildas tydliga droppar och på



den rena ytan mindre pölar. På såpytan däremot bildas ett jämnt lager av vatten.

Ljusspridning

Att imman syns beror givetvis på att det infallande ljuset sprids till våra ögon. Små droppar fungerar som linser som sprider ljuset i alla möjliga riktningar, men om ytan såpas bildas en vattenfilm och den sprider ljuset i få riktningar och därmed förbättras sikten. Kan vi inte bli av med dropparna kan vi i alla fall försöka sprida ut vattnet i en jämn hinna

Åtgärder

Genom att minska ytspänningen försvåras droppbildningen och man kan på olika sätt skapa en vattenhinna som inte stör sikten alltför mycket. För idrottare bildas imma av vatten från utandningsluft och avdunstning från huden. Simmare brukar slicka i simglasögonen och löpare smetar på diskmedel och putsar sedan försiktigt glasögonlinserna så att en hinna blir kvar. Rådet att gnida med en skiva potatis fungerade inget vidare när jag provade på min vindruta. Droppbildningen minskade men sikten blev alltför dålig och påståendet att detta skulle ersätta en trasig vindrutetorkare verkar inte stämma. Det finns också imskydd att köpa i form av spray, gel och våtseretter. Alla dessa bygger på att sänka ytspänningen, men de sitter tyvärr inte kvar särskilt länge.

För att få ett mer permanent imskydd krävs andra tekniker. Förses glasögon, linser, visir mm med ett lager av polyvinyl-

Figur 1: Kontaktvinklen (θ) för en icke-vätande yta (A) är 180° för en helt vätande 0° . De är förstas idealfall. Verklighetens droppar (B och C) har kontaktvinklar däremellan.



Figur 2: Klarsiktsruta, en snabbt roterande ruta tar bort både imma, regn och saltvattenstänk.

alkohol kan de små vattendropparna absorberas i lagret, istället för att kondenseras på glasen och bilda imma.

Skidglasögon finns med dubbla glas som separerar den varma och kalla luften vilket gör att de inte blir immiga lika lätt. För mc-förare finns visir med dubbelruta, men det finns också visir med eluppvärmning.

En annan variant är att rotera en cirkelformad ruta eller spegel. Tandläkaren värmdde förr munspegeln för att slippa imma. Med roterande spegelglas kommer centrifugalkraften att ta bort både imma och stänk från vattenkylning. Samma teknik utnyttjar båtar med roterande glasruta i vindrutan. Då slipper man dessutom det lager av salt som bildas när havsvattnet dunstat efter torkning med vindrutetorkare.

MAX KESSELBERG
FYSIKUM,
STOCKHOLMS UNIVERSITET

Ljusets väg i ett vattenglas

Fysikaliska leksaker har ett stort värde i vetenskaplig kommunikation (t ex vid undervisning) genom deras lättillgänglighet, enkelhet och pedagogiska effektivitet. Som ett exempel visar jag denna gång några optiska experiment utnyttjande ett glas vatten och en penna. En del av experimenten har Du nog sett tidigare, men kanske inte riktigt satt Dig in i detaljerna.

På bild 1 ser Du hur en penna har doppats ner snett i ett vattenglas och att den ser bruten ut. Detta är inte en optisk illusion, som ofta påstås. En illusion uppstår i ögat/hjärnan medan fenomenet här genereras i objektet. Som Du ser på bilden kommer brytningen vid ljusets övergång från vatten till luft att göra att pennan syns förskjuten åt sidan i vattnet. Vi antar genomgående att glas och vatten har samma brytningsindex.

På bild 2 har jag satt pennan lodrätt mot glasets utsida/baksida och skjutit den åt sidan tills den försvunnit. Förklaringen på bilden innehåller återigen ljusets brytning. Det är värt att påpeka att innan pennan försvinner så ser den tjockare ut än den gör i luft: glasets cylindriska yta fungerar som en lupp och ger en förstoring i horisontalled.

Ett populärt experiment är borttrollandet av ett mynt under ett glas, se bild 3. Lägg myntet under glaset på bordet och ställ Dig så att Du ser myntet genom glasets vägg. Fyll på vatten och myntet försvinner! Ofta hänvisas till ljusets totalreflektion mot botten i glaset, se den streckade strålen. Detta är en bidragande orsak, men man måste dessutom inse att en del ljus också sprids från myntet i luftspringan. Detta bidrag bryts också bort från ögat enligt de heldragna linjerna.

Slutligen skall jag nämna ett fenomen som Du kanske har observerat från föremål som flyter på grunt vatten vid stranden. För att få ett bra foto bytte jag ut glaset mot en pappallrik och pennan mot en grillpinne. Solen är mycket bra som ljuskälla men även en stark lampa på avstånd fungerar hyggligt. Som Du ser på bild 4 är skuggan avbruten. I vattenbrynet vid pennan bildas en menisk (approximativt en cirkel) på grund av vattnets ytspänning. När ljuset passerar menisken kommer det att böjas in i skuggan och radera ut den, se bilden. Du ser också tydligt en så kallad kaustika på botten. Kaustikan utgör en gränslinje för strålarnas refraktion. Du hittar en detaljerad beskrivning av fenomenet i Applied Optics, volym 42, nummer 3, år 2003.

Givetvis kan Du göra många fler mer eller mindre avancerade experiment med Ditt vattenglas och penna. Bara fantasin sätter en gräns.

PER-OLOF NILSSON
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA



Bild 1.

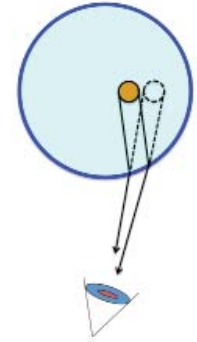


Bild 2.

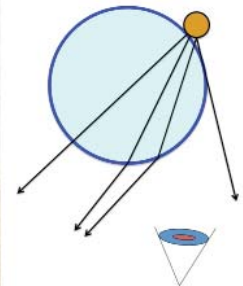


Bild 3.

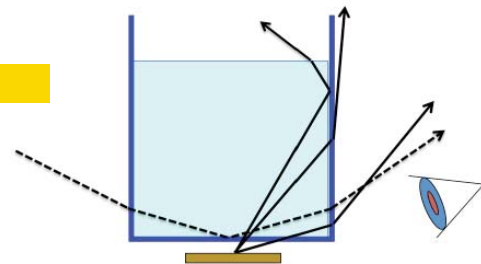
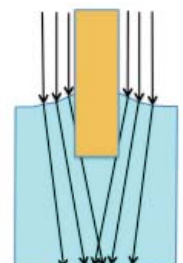


Bild 4.



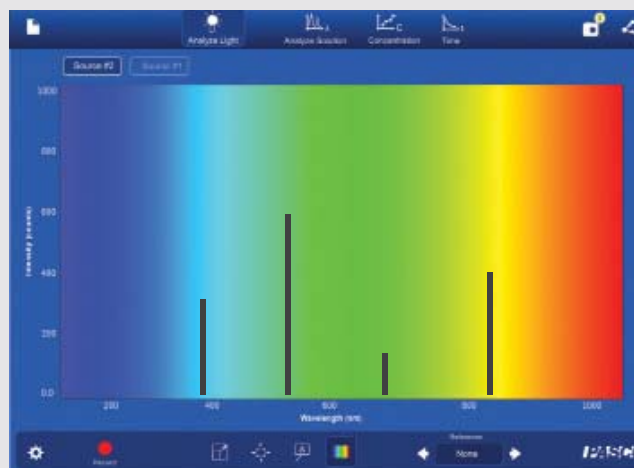
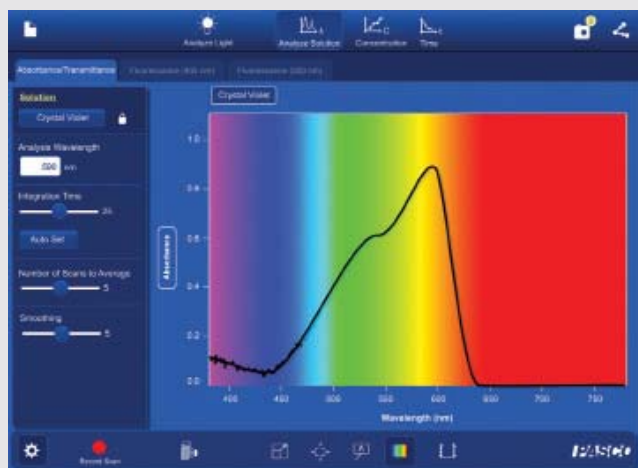
PASCO spektrometer

PASCO har tagit fram en mycket prisvärd och användbar spektrometer för skolbruk som lämpar sig för såväl fysiker som kemister och biologer.

Med PASCOs nya spektrometer kan ni genomföra försök med intensitet, absorptions, transmittans och även fluorescence (två excitationsvåglängder 405 resp 500 nm).

Spektrometern har inbyggd blåtand men kan även kopplas via USB.
Bandbredd 380-950 nm, 2-3 nm FWHM.

PS-2600 Spektrometer (inkl. fiberkabel, 10 st kuvetter och mjukvara) kostar 5 390 kr (exkl moms).



VÄLKOMMEN!

Gammadata kommer till Fysikdagarna i Stockholm 9-11 oktober!
Vi kommer självklart att visa spektrometern. Vi kommer även att demonstrera utrustning från vår nya leverantör TecQuipment.

Gammadata Instrument AB
Box 2034, 750 02 Uppsala
Telefon: 018-56 68 00
info@gammadata.se
www.gammadata.se