



Olympiaden i Vietnam

sidan 14–16

ISSN 0283-9148

**Världens
mest exakta
klockor**

sidan 8

**Solceller med
nanopartiklar
ger mer el**

sidan 18

**Jubilerande
fysiker-
samfund**

sidan 9, 11

Svenska Fysikersamfundet

Svenska Fysikersamfundet 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: Anders Kastberg, Umeå universitet
anders.kastberg@physics.umu.se

Skattmästare: Hans Lundberg, Lunds tekniska högskola
hans.lundberg@fysik.lth.se

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

Adress: Svenska Fysikersamfundet
Fysiska institutionen
Uppsala universitet
Box 530
751 21 Uppsala

Postgiro: 2683-1

E-post: kansliet@fysikersamfundet.se

Webb: www.fysikersamfundet.se

Samfundet har för närvarande ca 850 medlemmar och ett antal stödjande medlemmar (företag, organisationer). Ordinarie årsavgiften för medlemskap under 2008 är 250 kr, för studerande (under 30 år) och pensionärer 150 kr, för grundutbildningsstudenter i fysik 100 kr. Stödjande medlemskap kostar 3000 kr. Mer information finns på samfundets webbsida.

Inom samfundet finns ett antal sektioner som bland annat anordnar konferenser och möten inom respektive områden:

Atom- och molekylfysik Mats Larsson • mats.larsson@physto.se

Biologisk fysik Mattias Goksör • mattias.goksor@physics.gu.se

Elementarpartikel- och astropartikelfysik Oxana Smirnova • oxana.smirnova@hep.lu.se

Gravitation Michael Bradley • michael.bradley@physics.umu.se

Kondenserade materiens fysik Sven Stafström • sst@ifm.liu.se

Kvinnor i fysik Elisabeth Rachlew • rachlew@atom.kth.se

Kärnfysik Johan Nyberg • johan.nyberg@physics.uu.se

Matematisk fysik Imre Pázsit • imre@nephy.chalmers.se

Plasmafysik Gert Brodin • gert.brodin@physics.umu.se

Undervisning Anne-Sofie Mårtensson • 031.925411@telia.com

Kosmos

Samfundet utger årsskriften "Kosmos". Redaktör är Leif Karlsson, leif.karlsson@fysik.uu.se

Fysikaktuellt

Fysikaktuellt ger aktuell information om Svenska Fysikersamfundet och nyheter inom fysiken. Den distribueras till alla medlemmar och gymnasieskolor fyra gånger per år. Ansvarig utgivare är ordförande Anders Kastberg. Redaktör och annonskontakt är Ingela Roos, kontaktas på ingela.roos@gmail.com. Reklamation av uteblivna eller felaktiga nummer sker till Fysikersamfundets kansli.

Omslagsbilden: En typisk gata i Hanoi. Foto: Max Kesselberg.

Tryck: Trydells, Laholm 2008

Aktuellt

- Forskarfredag på 18 olika orter 26 september.
www.forskarfredag.se/2008/
- Manne Siegbahn föreläsningen 2008, torsdag 2 oktober, AlbaNova i Stockholm: Alan Watson "Is the search for the origin of the highest-energy cosmic rays over?"
<http://agenda.albanova.se/conferenceDisplay.py?confId=717>
- 100-årsminnet af Hannes Alfvéns födelse firas i höst vid KTH i Stockholm med olika evenemang. www.kth.se
- "FAIR R3B/EXL/ELISE Joint collaboration meeting", 13–16 oktober på Chalmers, Göteborg.
www.win.gsi.de/r3b/Goteborg_Oct2008.htm
- Partikeldagarna 2008 anordnas av SU, KTH och Nordita 16–17 oktober vid Alba Nova i Stockholm.
<http://agenda.albanova.se/conferenceDisplay.py?confId=721>
- Hur kan man underlätta fysikstudenters lärande? "Scholarship of Teaching and Learning", Göteborg 23–24 oktober.
<http://physics.gu.se/~f3aamp/edu/sotl/>
- Lärardag i fysik på Kungliga Vetenskapsakademien i Stockholm 29 oktober. Mer information och anmälan, senast den 22 oktober, på www.kva.se under *Aktuellt/Evenemang*.
- Svenskt Kärnfysikermöte XXVIII, 11–12 november, Alba Nova, Stockholm. Kontaktperson: Johan Nyberg, johan.nyberg@physics.uu.se
- Annual SFAIR (Swedish FAIR Consortium) meeting, 11–12 november, Alba Nova, Stockholm. Kontaktperson: Thomas Nilsson, thomas.nilsson@chalmers.se Mer information kommer på www.sfair.se.
- Svenska WIN (Women in Nuclear) håller sitt årsmöte i Ringhals 13–14 november. Där ställs till exempel frågan: Kärnenergi - en kvinnlig upptäckt?
www.winsverige.se och www.win-global.org

Stödjande medlemmar

Samfundet har för närvarande följande stödjande medlemmar:

- ALEGA Skolmateriel AB, Vasagatan 4, 532 35 Skara
www.alega.se
- Azpect Photonics AB, Balticvägen 3, 151 38 Södertälje
www.azpect.com
- BFI OPTILAS, Box 1335, 751 43 Uppsala
www.bfioptilas.com
- Bokförlaget Natur och Kultur, Box 27323, 102 54 Stockholm
www.nok.se
- Gammadata Instrument AB, Box 15120, 750 15 Uppsala
www.gammadata.net
- Gleerups Utbildning AB, Box 367, 201 23 Malmö
www.gleerups.se
- Laser 2000 AB, Box 799, 601 17 Norrköping
www.laser2000.se
- Liber AB, 113 98 Stockholm
www.liber.se
- VWR International AB, Fagerstagatan 18A, 163 94 Stockholm
www.vwr.com
- Zenit AB Läromedel, Box 54, 450 43 Smögen
www.zenitlaromedel.se

Ordföranden har ordet

"JAG HAR Egentligen inte tid med detta". Det har den sista tiden blivit temat för samfundsarbete, samt för många andra uppdrag jag har. På en del sätt är Svenska Fysikersamfundet mycket svårarbetat, och jag tror att det finns en del strukturella skäl till det som det går att göra något åt. Jag planerar att inom kort föreslå en del förändringar i arbetssätt. Dessutom pågår en översyn av våra stadgar. Denna spalt handlar lite om detta.

Ett stort problem som samfundet enligt min mening har är avsaknaden av ett fast sekretariat. Samtliga funktionärer är nu ideellt arbetande förtroendevalda. Vi är alldeles för små för att anställa en administratör på heltid, men en kvartstjänst skulle kunna gå att åtminstone överväga. Det skulle vara en stor kostnad, men jag menar att den skulle löna sig på sikt. En praktisk lösning skulle kunna vara att en administratör som nu arbetar på en fysikinstitution arbetar en dag i veckan åt samfundet.

Det finns mängder av fördelar. Dels bygger man in ett minne och ett element av tröghet i samfundet. Som det är nu så är det mycket svårt att ta över som ordförande, sekreterare eller skattmästare. Med en anställd administratör så kommer en del rutiner att rulla på ändå. Vidare är det en mängd rent administrativa uppgifter, till exempel kring medlemshantering, som nu sköts på ideell basis av forskare som får slå knut på sig själva för att hinna med. En hel del viktiga insatser hinns i dagsläget inte med, därför att löpande rutiner måste skötas.

Även om jag tror att en kvartstidsanställd administratör skulle vara långsiktigt lönsam, i form av bättre verksamhet och fler medlemmar, så är finansieringen på kort sikt ändå ett problem. Jag vill dock prioritera denna fråga i styrelsen.



ANDERS KASTBERG

Foto: Kajsa Kastberg

Fyllnadsval av ny styrelseledamot

Hans Lundberg har begärt att få lämna uppdraget som skattmästare och som styrelseledamot, från och med årsskiftet. Som ersättare i styrelsen har valberedningen nominerat: *Lage Hedin, Uppsala* Alla Fysikersamfundets medlemmar är välkomna att inkomma med alternativa nomineringar. Dessa ska ha inkommit till undertecknad senast 2008-10-15. Därefter kommer ett val att genomföras. Nominering kan göras via epost, men ett skriftligt accepterande av den nominerade måste bifogas.

LEIF KARLSSON, VALBEREDNINGENS ORDF.
LEIF.KARLSSON@FYSIK.UU.SE

NÄR DET GÄLLER stadgarna så är det framförallt en sak som jag vill ta upp, vilket också blir information om kommande möten. Styrelsen har beslutat att tillsammans med övriga nordiska fysikersamfund arrangera nordiska fysikmöten vartannat år. Detta därför att vi var och en är lite för små för att göra våra forskarmöten tillräckligt intressanta. Det första nordiska mötet kommer att hållas i juni 2009 i Köpenhamn och jag hoppas att det blir välbesökt.

Detta påverkar våra traditionella "Fysikdagarna". Dessa har preliminärt planerats till hösten 2009 i Karlstad. Fysikdagarna går dessutom vartannat år. För att inte ha de två mötena för nära varandra, samt för att få de två regelbundna mötena ur fas, så flyttas eventuellt Fysikdagarna i Karlstad fram ett år, till hösten 2010. Beslut om detta fattas på styrelsemöte i september.

Vad har då detta med stadgar att göra? Jo, vi har, i enlighet med våra stadgar, årsmöte i mars varje år, senast i Linköping och 2009 blir det i Stockholm. Dessa möten får en något konstlad karaktär, då vi inte har något annat naturligt möte den tiden, och deltagarantalet blir lågt. Jag skulle vilja att nya stadgar, som tidigast kan gälla från 2010, tillåter att styrelsemöte kan läggas när som helst under året. I sådana fall skulle Fysikdagarna i Karlstad 2010 dessutom vara samfundets årsmöte. Årsmöte 2011 skulle kunna läggas i samband med det nordiska mötet det året.

Detta är exempel på praktiska frågor jag vill driva. Det finns en hel del andra också. Som vanligt är jag tacksam för synpunkter från medlemmar.

Innehåll

5 NYHETER Ett axplock av fysikrelaterade nyheter: slocknande stjärnor, växthuseffekten och atomklockor.

13 UTLÄNDSKA MASTERSTUDENTER Två fysikstudenter berättar hur det är att plugga i Stockholm.

14 FYSIKOLYMPIADEN Det svenska lagets upplevelser i Hanoi.

18 AVHANDLINGEN Carl Hägglund beskriver hur han gör solceller mer effektiva med nanopartiklar.

20 KOMPLEXT LJUSKVANTA Fotonens mindre kända sidor lyfts fram i ljuset.

22 FYSIKERPORTRÄTTET Stifta bekantskap med Marie Fransson, en fysiker med koll på antenner.

23 UNDERVISNING Elisabeth Nilsson replikerar på Ingermans och Bachs artikel om motiv för fysikundervisning.

24 DIDAKTIK Ann-Marie Pendrill rapporterar från workshop om "Scholarship of Teaching and Learning"

26 RECENSION Per-Olof Westlund har läst Ingmar Bergströms bok om Platon.

27 FYSIKALISKA LEKSAKER Per-Olof Nilsson diskuterar en fallande skiva.

Lasers & Photonics

Lasers Systems & accessories

CO2 - DPSS - YAG/YLF- Ultrafast - Fiber laser

Coherent Inc., Quantel, SPI Lasers, APE



Laser Diodes & Modules

UV - Blue - Green - Red - IR

Coherent Inc., Photonic Products, OSRAM, Laser Diode Inc.



Optical Components & Assemblies

Lenses - Mirrors - Filters - Windows - Mounts

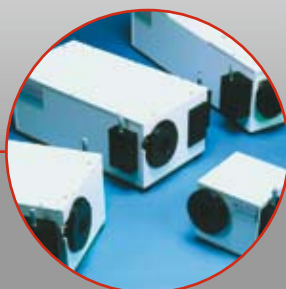
CVI, Chroma, LINOS, Aerotech, Luminit



Spectral Analysis, Imaging, Photometry, Flow and Particle Diagnostics, AFM

Spectrographs - Monochromators - CCD/CMOS - InGaAs cameras

PIActon, Ocean Optics, Photometrics, Molecular Devices, QImaging, Ophir, Agilent



Sökandet efter stjärnor som slocknar

Kan stjärnor bara försvinna ur sikte? En grupp forskare föreslår att man noga övervakar en miljon av de allra ljusaste stjärnorna i våra granngalaxer för att se hur de verkligen slutar sina liv och kanske hitta misslyckade supernovaexplosioner.



Ett storartat slut: Krabbnubulosan är resterna av en Typ II-supernova som sågs explodera år 1054. Gaser från den ursprungliga massiva stjärnan har expanderat omkring fyra ljusår på de 954 år som gått sedan explosionen observerades. I centrum bildades vid explosionen en snabbt roterande neutronstjärna. Krabbnubulosan ligger i Vintergatans skiva cirka 6500 ljusår från solen.

Bildkälla:
Europeiska
sydobservatoriet (ESO)

MAN BRUKAR ANTA att de allra mest massiva stjärnorna, med massor över åtta gånger solens massa, som avslutning på sina karriärer som fusionsreaktorer exploderar som supernovor av Typ II. Det innebär att stjärnans kärna kollapsar och ytterlagren får tillräckligt med frigjord gravitationell energi för att kastas ut i rymden med hastigheter av tiotusentals kilometer per sekund. Sådana supernovor observeras regelbundet, och den senaste riktigt ljusa inträffade 1987 i vår granngalax Stora Magellanska Molnet. Den kunde under några nätter ses med blotta ögat från södra halvklotet.

Supernovaexplosioner äger rum i en galax som Vintergatan omkring vart hundra år. Dessa exploderande stjärnor är upphovet till många av de kemiska grundämnena. Syre, neon, magnesium och guld är exempel på grundämnen som främst tycks skapas i massiva stjärnor eller deras kollapsar.

ETT PROBLEM MED denna idé är att det då

borde finnas mer syre etcetera i universum än vad som observeras med tanke på hur många massiva stjärnor som finns. Ett annat problem är att de teoretiska modeller av Typ II-supernovor som beräknas med hjälp av snabba datorer är mycket svåra att få att explodera överhuvud taget.

En lösning på båda problemen är möjligheten att inte alla massiva stjärnor exploderar, utan att många av dem i stället kollapsar helt och hållet och bildar svarta hål. Det skulle vi kunna observera genom att stjärnan plötsligt bara försvinner ur sikte eller ger upphov till en mycket ljusast supernovaexplosion.

ETT FÖRSLAG TILL att verkligen utreda frågan kommer från en forskargrupp vid Ohio State University. Man förespråkar att en liten del av observationstiden vid världens största teleskop används för att regelbundet avbilda 40 av Vintergatans närmaste granngalaxer under en period av fem år. De omkring en miljon ljusaste superjättestjärnorna i dessa galaxer

bör statistiskt sett ha en återstående livstid på cirka en miljon år. På fem år har vi då chansen att studera slutklämmen för några massiva stjärnor i detalj, och se om några av dem kanske bara slocknar.

Dessutom skulle projektet ge en fantastisk statistisk databas för studiet av de ljusaste stjärnorna. Dessa är mycket ofta variabler och visar individuella drag som kan vara svåra att tolka. Dessutom är de mycket ovanliga och därför finns bara några få i solens närhet vilka kan studeras i detalj.

BENGT EDVARDSSON

Läs mer:

Originalartikel:
Kochanek C.S., Beacom J.F., Kistler M.D., Prieto J.L., Stanek K.Z., Thompson T.A., Yüksel H. 2008, "A survey about nothing: Monitoring a million supergiants for failed supernovae", *Astrophysical Journal*, under tryckning.

Allmänt tillgänglig via preprintserver:
www.arxiv.org/abs/0802.0456

Ingen framtidsväg för fysik?

SOM FYSIKAKTUELLT TIDIGARE berättat föreslår den statliga utredningen "Framtidsvägen - en reformerad gymnasieskola" att fysikämnet ska bantas. Istället för dagens 250 p fysik på den naturvetenskapliga inriktningen föreslås ämnet skäras ned till 200 p. Under sommaren har utredningen varit ute på remiss.

Fysikersamfundet avvisar förslaget och förordar istället att den obligatoriska fysiken utökas till 300 p. Samfundet hävdar att om gymnasieutredningens över-

gripande målsättning, att de högskoleförberedande utbildningarna ska ge en bättre förberedelse för vidare studier än vad som är fallet idag, behöver fysikämnet stärkas, inte försvagas.

Eftersom neddragningen av fysikämnet inte redovisas som en förändring eller motiveras i betänkandet är det en stor risk att övriga remissinstanser inte uppmärksammar bantningen, påpekar Fysikersamfundet, och varnar för att tystnaden i frågan kommer att uppfattas som ett

samtycke till förslaget.

– Högskolorna måste också agera i frågan. Det är i höst det bestäms vilka förkunskaper framtidens studenter kommer att ha, säger Anne-Sofie Mårtensson, ordförande i Fysikersamfundets undervisningssektion.

Hela Fysikersamfundets remissvar finns att läsa på www.fysikersamfundet.se.

Klassisk fysik duger för växthuseffekten

Växthuseffekten anses mycket svår att beräkna i klimatmodeller för jorden och andra planeter. En fransk-rysk forskargrupp visar att klassisk fysik duger för att beräkna ljusabsorptionen av koldioxidgas. Detta förenklar betydligt beräkningen av växthuseffekten.

MOLEKYLER ABSORBERAR och emitterar ljus precis som atomer genom övergångar mellan sina kvantifierade elektroniska energitillstånd. Detta sker vanligen i det ultraviolettera och synliga våglängdsområdet. Diatomära molekyler har dessutom kvantifierade vibrations- och rotations-tillstånd vilka främst ger absorption vid längre våglängder, ofta i det infraröda området. För molekyler med fler än två atomer finns också kvantifierade böjning-soscillationer vilket ökar komplexiteten i

deras optiska spektra.

Molekylära spektra kan dock ofta väl beskrivas med ett litet antal molekylära konstanter som bestäms experimentellt och som kan beräknas kvantmekaniskt.

I en gas "kolliderar" dessutom molekyler och atomer med varandra vilket kan störa deras individuella energinivåer och "förvränga" deras spektra. Men dessa närkontakter ger även upphov till helt nya ljusabsorptionsmöjligheter som beror på att de kolliderande atomerna kan dela på energin från den foton de absorberar (kollisionsinducerad absorption) eller sprida den vidare i andra riktningar (kollisionsinducerad spridning).

Detta ger upphov till väldigt odistinkta absorptionsband och inte de smala spektrallinjer som ensamma molekyler skapar. Kollektiva spektra från dessa kollisionsprocesser är mycket komplexa och

svåra att beräkna när alla dessa olika möjliga kvanttillstånd, molekylernas inbördes avstånd och orienteringar samt fotonens infallsvinkel och eventuella spridningsvinklar måste tas med i beräkningen.

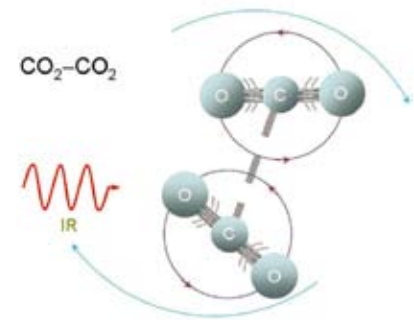
En ytterligare komplikation är att när molekylerna kommer mycket nära varandra kan de "byta" elektroner med varandra vilket ändrar deras inbördes förhållanden.

TILLS NU HAR MAN trott att dessa närkontakter spelar en viktig roll för bland annat koldioxidmolekylens kollisionsinducerade absorption och spridning. En fransk-rysk forskargrupp ledd av Michel Chrysos vid universitetet i Angers visar emellertid i en rapport i *Physical Review Letters* att dessa spelar en mycket liten roll för koldioxidgasers absorption, och att "klassiska" metoder duger för att beräkna och väl beskriva gasens optiska egenskaper på ett sätt som är smidigt att använda.

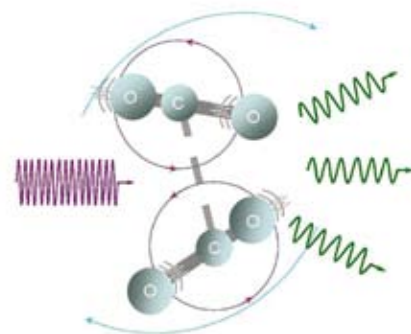
För koldioxiden i atmosfären bidrar kollisionsinducerade absorption med cirka tio procent av den totala växthuseffekten. Den "klassiska" beskrivningen av koldioxidens totala spektrum bör vara en mycket välkommen nyhet för forskare inom det heta forskningsområde som handlar om växthuseffekten.

BENGT EDVARDSSON

Originalartikel:
Chrysos M, Kouzov AP, Egorova NI, Rachet F, 2008, *Physical Review Letters* 100, 133007



De två kolliderande koldioxidmolekyler som vibrerar och roterar absorberar en infraröd foton. Fotonens energi delas lika mellan molekylernas ökande relativa hastigheter och deras rotationstillstånd. Resultatet blir en liten temperaturökning hos gasen.



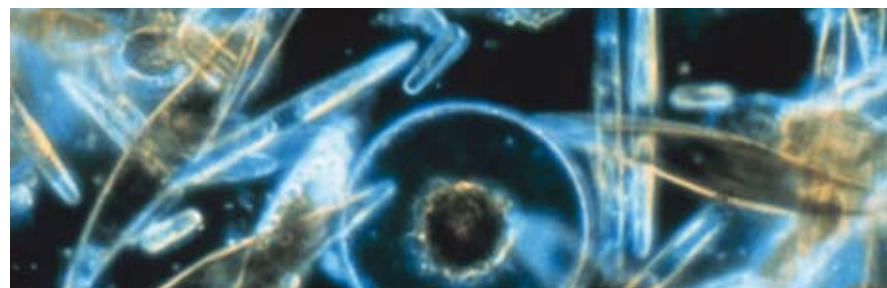
De två molekylerna kan också sprida ljus så att en del av fotonens energi fördelas över flera mer långvågiga fotoner.

Bildkälla: American Institute of Physics

Spännande ljus i diatomévärlden

GREGORY RORRER MED kollegor vid Oregon State University har lyckats få encelliga alger (diatoméer) att ta upp germanium i sina kiselskal via födan. Vad är finessen med det? Jo, skalen har en periodisk struktur av porer som påverkas av germaniumdopningen (120 nm stora med gitteravstånd på 340 nm) som gör dem till intressanta fotoniska kristaller med resonanser i det synliga området.

Genom att lägga på en lämplig spänning kan man få dem att lysa. En spännande kombination av biologisk struktur



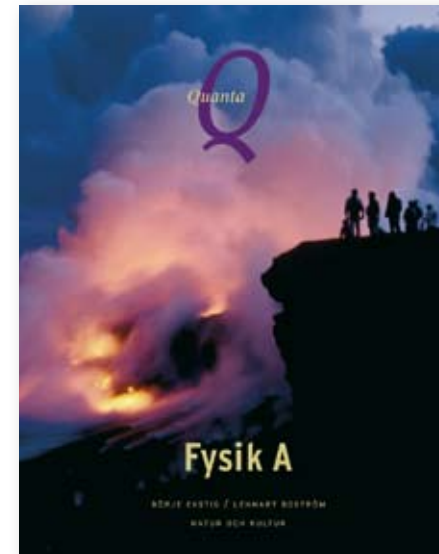
Diatomer fotograferade genom ett mikroskop.

och halvledarteknik. Framtidens komponenter kanske växer i haven!

PETER APELL

Originalartikel:
GL Rorrer et al, 2008, *Advanced Materials* 20, 2633–37

Fysik för gymnasiet



Quanta fysik – sprakande och livfull

- Rikt illustrerad
- Visar på samband mellan fysik och vardagsliv
- Är en fysikbok man kan läsa

Quanta innehåller:
läroböcker, lärarhandledningar
Författare: Börje Ekstig,
Lennart Boström

I Quanta fysik kan du lätt växla mellan lärarledda genomgångar och självstudier. Och det går även bra att samordna med matematiken. Eleverna finner intressanta historiska inslag, många lösta exempel och rikligt med övningar där ledtrådar ger tankearbetet en kick framåt.

Quanta tar ofta avstamp i historiska resonemang för att ge förståelse för olika begrepp. Upplägget ger sedan stor frihet att

välja mellan lärargenomgång eller självstudier.

Fysikens lagar är grunden för det mesta i samhället, inte bara inom teknik. Därför finns det speciella rutor som beskriver hur fysiken tillämpas i samhället och experiment där fysiken är hämtad från vardagslivet. Med enkla hjälpmedel kan man upptäcka samband och se hur tillämpningar fungerar.

Läs mer och beställ på www.nok.se

Optiska klockor spöar cesiumklockan

Nya optiska atomklockor slår cesiumklockan rejält i fråga om noggrannhet. Den bästa optiska klockan är så exakt att den allmänna relativitetsteorin börjar spela in redan under vardagliga förhållanden.

ATT MÄTA TIDEN noga har varit centralt för mänskligheten i flera sekler. Att veta vad klockan är, och hur lång tid som har passerat, är viktigt för bland annat navigation, infrastruktur, handel och upp-
rätthållande av lag och ordning. Mätning av tid och frekvens ligger dessutom till grund för mätningar och definitioner av de flesta andra storheter.

Inom forskningsvärlden finns det nog inget vi mäter så noga som tid och frekvens – noggranna klockor är avgörande inom nästan all experimentell forskning. Allt bättre klockor ger oss dessutom möjligheter att testa grundläggande begrepp. Som exempel kan nämnas test av kvantelektrodynamiken (QED) och standardmodellen, samt pågående undersökningar av ett eventuellt tidsberoende av fundamentalkonstanter.

På 1950-talet utvecklades tidmätare som mätte tiden säkrare än alla andra ur som dittills byggts: atomklockor. De utnyttjar spektrala övergångar mellan två energinivåer i en atom. En sådan övergång svarar mot en konstant frekvens,

som kan avläsas noga genom att sätta en källa för elektromagnetisk strålning i resonans med övergången. Sedan 1967 definieras en sekund som varaktigheten av 9 192 631 770 perioder av den strålning som motsvarar övergången mellan de två hyperfinnivåerna i grundtillståndet hos atomen cesium-133. Övergången har en frekvens på cirka 9 GHz och ligger alltså i mikrovågsområdet.

Cesiumklockor har successivt förbättrats och de bästa har en osäkerhet på ungefär $5 \cdot 10^{-16}$. Det är på många sätt en fantastisk siffra, men allmänt anses det vara svårt att avsevärt förbättra cesiumklockorna ytterligare.

EN MÖJLIGHET ATT förbättra noggrannheten vore att använda en atomär övergång med högre frekvens. Osäkerheten hos en tidmätare är nämligen omvänt proportionell mot frekvensen – ju högre frekvens, desto noggrannare klocka. Om man kunde basera klockan på en övergång med optiskt ljus (med frekvens på 10^{14} – 10^{15} Hz) istället för mikrovågor finns det möjlighet

att förbättra noggrannheten med en faktor 100 000.

Det som hållit dessa "optiska klockor" tillbaka är att det saknats praktiska och tillförlitliga metoder att sammanlänka och jämföra dem med lägre frekvenser. Kan man inte det så är klockan oanvändbar för alla andra frekvensområden, det går till exempel inte att kalibrera långsammare klockor mot den. Men det här problemet löstes i och med uppfinningen av frekvenskammen (Nobelpris 2005, se även faktaruta på sid 6 i Fysikaktuellt 1/2008). En intressant parallell är masstandarden, vilket fortfarande är en klump (standardkilogramet) som ligger i ett kassavalv i Paris. Tekniken är föråldrad och givetvis kan en atomär massa mätas noggrannare och är dessutom stabilare och lättare att transportera. Men, ingen har kommit på något smart sätt än att sammanlänka en atomär massa med en makroskopisk.

På senare tid har forskning kring optiska atomklockor intensifierats. I våras publicerade instituten NIST respektive

JILA i Boulder, Colorado, varsin artikel som presenterar optiska klockor. NIST:s klocka är baserad på fångade joner, medan JILA-klockan bygger på fångade neutrala atomer. Båda har prestanda som klart slår de bästa cesiumklockorna. De är faktiskt så noggranna att den allmänna relativitetsteorin börjar spela in. Jordens gravitationsskift gör att tiden går olika fort på olika avstånd från jordens masscentrum. Det räcker att flytta NIST-klockan en halvmeter högre upp, så kan man se skillnad i tidmätningen.

OM MAN BYGGER en klocka som man vill hävda är bäst i världen, så ställs man inför ett dilemma. När en klockas noggrannhet ska värderas så jämförs med en annan, noggrannare klocka. Om man bygger den bästa så har man inget att jämföra med. Det man får göra är att bygga två, eller flera, klockor och jämföra dem mot varandra. Precis det har forskarna i Boulder gjort.

Än så länge ger NIST:s fångade joner bäst noggrannhet. Två jonfällor, den ena med en fångad kvicksilverjon och den andra med en aluminiumjon jämförs och man får en total osäkerhet på $5,2 \cdot 10^{-17}$. Det innebär att det tar 600 miljoner år innan klockan går en enda sekund fel. Båda jonfällorna finns på NIST, men i olika rum, och är sammanlänkade med en optisk fiber som är några hundra meter lång.

Att fällorna innehåller endast varsin jon är på samma gång en styrka och en svaghet. Att ha en ensam kvantmekanisk partikel som är helt isolerad från omgivningen minimerar felkällorna, men å andra sidan blir signalstyrkan begränsad av att man bara har en enda jon.

JILA:S KLOCKA BYGGER i stället på ett ordnat mönster av ultrakalla neutrala strontiumatomer, var och en fångad för sig med hjälp av laserljus. Den här klockan jämförs med en klocka baserad på fria,

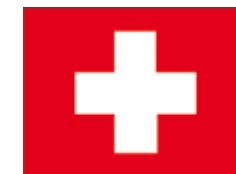
ultrakalla kalciumatomer på NIST, fyra kilometer bort. Bara att överföra signaler den sträckan med sådan noggrannhet är en rejäl utmaning. Den inneboende fördelen med att ha någon miljon atomer som ger signal, jämfört med de enstaka jonerna, är förstås signalstyrka. Problemet är att eliminera eller ha kontroll över alla kollektiva effekter som kan uppstå. Den osäkerhet som den här klockan kommer ner till är nu $1 \cdot 10^{-16}$.

Forskningen kring optiska klockor gör snabba framsteg och rekordnoteringarna ovan kommer med säkerhet snart att behöva revideras. Mikrovågsövergången i cesium har legat till grund för definitionen av en sekund i över fyrtio år, men nu börjar det bli hög tid för en ny. Det som kanske framförallt håller tillbaka en ny definition just nu är att det ännu inte är klart vilken som blir den bästa klockan framöver.

ANDERS KASTBERG
INGELA ROOS

Schweiziska fysikersamfundet jubilerar

I år fyller det schweiziska fysikersamfundet hundra år. Från att mest ha fokuserat på forskarnas intressen, är idag rekryteringen av nya fysikstudenter och dialogen med allmänheten viktigast



VÄRLDENS MEST BERÖMDA fysiker, Albert Einstein, köpte sig ett medlemskap på livstid kort efter att Schweiziska Fysikersamfundet bildats 1908. I medlemsregistret har han sällskap av flera andra kändisar, till exempel Nobelpristagarna Wolfgang Pauli, Felix Bloch, Karl-Alex Müller och Heinrich Rohrer. Här återfinns även Paul Scherrer – stark motståndare till nazisterna och en av grundarna till CERN. Faktum är att i princip alla 1900-talets viktiga fysiker i Schweiz har varit medlemmar.

Idag har det schweiziska fysikersamfundet 1200 medlemmar. Av dem är ungefär 900 forskare, 200 är fysiklärare och 100 jobbar i industrin. Det krävs en examen i fysik för att bli medlem.

– Tidigare bevakade vi enbart forskarnas intressen, men nu har vi blivit måna om att behålla fysiker som jobbar inom industrin i samfundet. De är viktiga för rekryteringen av unga människor till fysik-

ken, säger ordföranden Tibor Gyalog.

Han menar många ungdomar tror att de inte kommer att kunna få ett bra jobb om de studerar fysik. Därför behövs fysikerna inom industrin som goda exempel på att fysikstudier kan vara en utmärkt startpunkt för många olika sorters karriärer. Till exempel är tyska förbundskanslern Angela Merkel fysiker, och det finns flera fysiker på högt uppsatta positioner i stora företag.

ATT LOCKA UNGA människor till fysiken är ett av huvudmålen för det schweiziska fysikersamfundet. Det visade sig även när de firade sitt hundraårsjubileum i Bern. Som en del av ceremonin bjöd de in gymnasieelever till runda bordsdiskussioner med inte mindre än sex Nobelpristagare.

– Målet var att ge dem en färgstark och positiv bild av den framtida fysiken, säger Tibor Gyalog.

Hur den framtida fysiken utvecklas är även temat för huvudtalaren Theodor

Hänch (Nobelpristagare 2005).

Också icke-medlemmar var välkomna att delta i hundraårsfirandet.

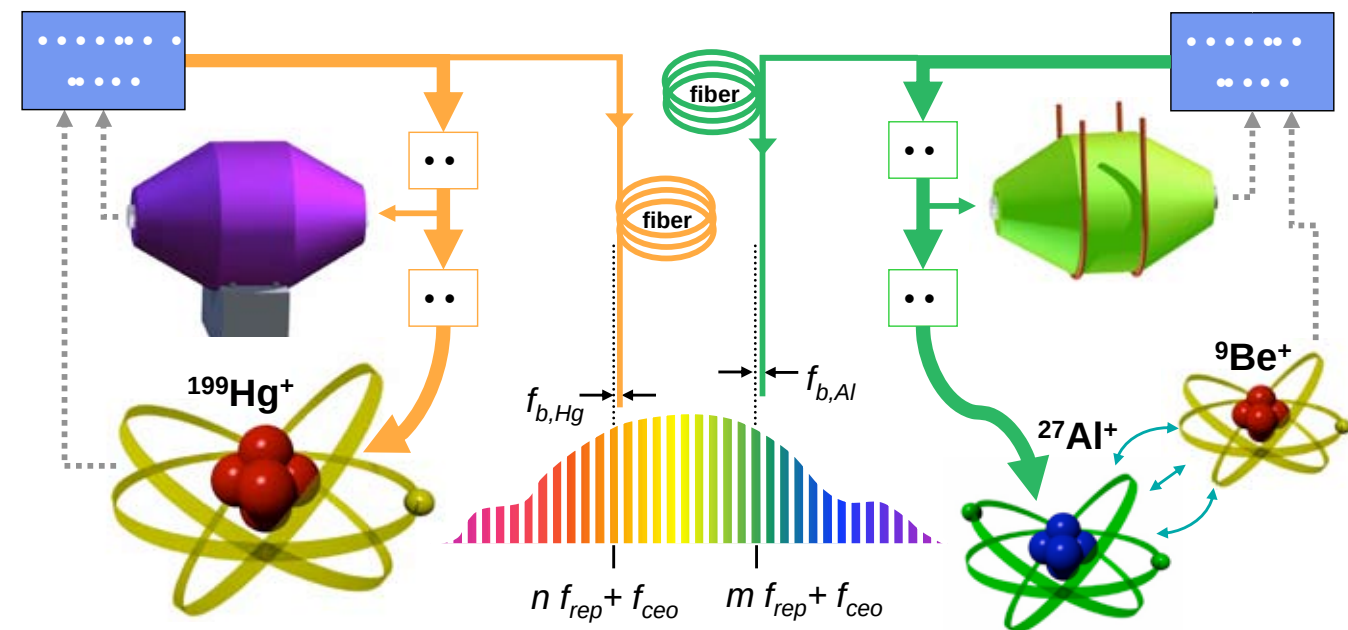
– Vi vill hålla våra sinnen öppna mot omvärlden. Förhoppningsvis ökar det acceptansen för fysik hos folk, säger Tibor Gyalog.

Att jobba för en bra dialog mellan forskare och allmänheten är viktigt för Schweiziska Fysikersamfundet. De har nämligen märkt att fysikforskning skapar rädsla hos en del människor, framför allt inom områden där fysiken kommer i kontakt med människan, till exempel när nanoteknologi används inom medicinen.

SAMFUNDETS STÖRSTA AKTIVITET (när det inte är jubileum) är det årliga mötet med ett deltagarantal på cirka 350 personer. Vartannat år sammanfaller årsmötet med flera nationella forskningsprogramsammankomster och då kommer man upp i totalt 600–700 personer.

– I samband med årsmötet ordnar vi också "lärarnas eftermiddag" då gymnasielärare träffar universitetsforskare. Det är en viktig plattform, framför allt för att öka acceptansen mellan de två grupperna, säger Tibor Gyalog.

INGELA ROOS



En aluminium- och en kvicksilverjon är fångade i olika jonfällor och tjänstgör som atomklockor. Två olika lasrar frekvensläses till de respektive fällorna med mycket stor noggrannhet. De olika lasrarna jämförs med en frekvenskam. För mer detaljer, se Rosenband et al.

Biologi och medicin möter fysik i ny sektion



Mattias Goksör är ordförande i den nybildade sektionen för biologisk och medicinsk fysik. I bakgrunden syns en uppställning för optisk kraftmätning. Med en optisk pincett mäter man biologiska krafter på piconewton-nivå.

DEN TIDIGARE SEKTIONEN för biologisk fysik har under året återupplivats med ett bredare anslag i form av sektionen för biologisk och medicinsk fysik. Styrelseordförande är Mattias Goksör vid Göteborgs universitet. Han uppmanar både nya och gamla medlemmar samt Fysikaktuelltts läsare att höra av sig med synpunkter och önskemål gällande sektionens framtida verksamhet. Förutom Mattias ingår i styrelsen Jerker Widengren (Kungliga tekniska högskolan), Jonas Tegenfeldt (Lunds tekniska högskola), Kerstin Ramser (Luleå tekniska universitet) och Anders Irbäck (Lunds universitet).

Styrelsen speglar både bredden i området och den unga generation av fysiker som arbetar i gränslandet till biologi och medicin. Efter första styrelsemötet i september återkommer vi i Fysikaktuellt med hur sektionen tänker lägga upp sin verksamhet.

PETER APELL

Läs mer:

Ett forskningsprojekt i bioligisk/medicinsk fysik beskrivs i artikeln härnunder.

Optisk pincett ska lösa njurens gåta

Att läcka äggvita till urinen är ett klassiskt sjukdomstecken. Men hur läckaget går till är delvis okänt. Med hjälp av fysikens optiska pincetter hoppas nu Anna Granqvist på att kunna kartlägga njurens filtrationsbarriär.

ANNA GRANQVIST ÄR medicine doktor och forskar på njurens filtration mellan blod och urin. Hon tillhör den lilla skara som fått sin postdok i medicin finansierad av Vetenskapsrådet. Trots det håller hon till på en fysikinstitution, närmare bestämt i Göteborg. Det är den optiska pincetten (se faktaruta) som lockat henne hit.

Frågan som hon vill besvara med sin forskning är varför vissa människor läcker protein till urinen. Uppenbarligen är det något som inte fungerar i njurens filtrationsbarriär mellan blodet och urinen. På sistone har allt fler forskargrupper börjat intressera sig för de celler i barriären som ligger närmast blodbanan. Under senare år har man upptäckt att de här cellerna är täckta med en viskösa gel.

– Vi tror att gelen bidrar till att hindra att blodproteiner läcker igenom. Man har nämligen sett att vissa av gelens byggstenar är nedreglerade vid en del sjukdomstillstånd.

GELEN ÄR NU ett mycket hett forsknings-

objekt inom njurfältet. Problemet är att den är svår att undersöka. Den är svår att se eftersom den till stor del består av vatten, och den är dessutom väldigt skör och dynamisk. Många internationella forskargrupper kämpar för att komma på bra analysmetoder. Anna Granqvist fick istället idén att prova fysikernas optiska pincetter.

”I mitt fält är detta en metod som hittills inte använts alls”

– I mitt fält är detta en metod som hittills inte använts alls, vilket gör den spännande, säger hon. Med en optisk pincett kan vi närma oss gelen, mäta krafter och ta reda på dess egenskaper både i normala och patologiska tillstånd. Jag hoppas att den här metoden kan ge bra data.

Det långsiktiga målet med forskningen på filtrationsbarriären är att njursjuka människor i framtiden ska slippa dialys.

Eftersom Anna Granqvist mäter på prover från människor måste förhållande vara gynnsamma i laboratoriet. Hittills har hon mest ägnat sig åt att optimera systemet för att få en gynnsam miljö där cellerna mår bra. Med hjälp av fysikdoktoranden Rikard Wellander har hon lärt sig att köra uppställningen med den op-

OPTISK PINCETT

■ En optisk pincett är ett instrument i vilket mikrometerstora partiklar beröringsfritt kan fångas och förflyttas enbart med hjälp av laserljus.

■ En optisk pincett består av en laserstråle som kraftigt fokuseras genom objektivet i ett mikroskop. När laserljuset träffar ett objekt med högre brytningsindex än omgivningen bryts ljuset av och ändrar riktning. På samma sätt som biljardkolor överför rörelsemängd när de slår ihop, överför ljuset rörelsemängd till det objekt som bryter ljuset. Om objektet är sfäriskt är denna rörelsemängd alltid riktad in mot fokus på laserstrålen. Alltså kan små objekt fångas i laserstrålens fokus och när fokus flyttas så följer det fångade objektet med.

■ Krafter på ett objekt kan mätas genom att studera hur det svarar när man ”drar” i det med laserstrålen.

■ Tekniken fungerar för olika typer av mikrometerstora partiklar, inklusive levande celler och bakterier.

tiska pincetten själv och nu börjat göra riktiga mätningar.

– Vi har lärt oss mycket av varandra, han om celler och jag om optik.

INGELA ROOS

EPS fyller 40 år

I DE NORDISKE lande har samarbejde været en del af en historisk tradition, der har sat sig stærke og varige spor. Således er CERN’s historie afgørende vævet sammen med stærke danske og svenske initiativer i 1950erne, i den samme periode, hvor et godt nordisk samarbejde førte til etableringen af NORDITA, et internationalt førende center for teoretisk fysik, dengang med base i København, i dag med hjemsted i Stockholm.

Jeg har selv haft den glæde at være medlem af Nordisk Forskningspolitisk Råd under Nordisk Ministerråd i den sidste halvdel af 1990erne. Dette arbejde bekræftede den tætte samhørighed i det nordiske samarbejde. Det er med dette ”nordiske” udgangspunkt - med mange gode kolleger i alle nordiske lande - jeg med glæde skal kommentere på EPS og europæisk fysik i 40-året for dannelsen af EPS.

Det Europæiske Fysiske Selskab (EPS) blev etableret i perioden efter CERN’s og Nordita’s etablering. Der var to nordiske lande aktivt involveret i dannelsen af EPS, nemlig Finland og Sverige. En afgørende indsats blev leveret af Erik Rudberg fra Stockholm. Han var medlem af den styregruppe, der forberedte dannelsen af EPS, han var den første vice-præsident i selskabet og den anden præsident i EPS (1970-72). Ved indvielsesceremonien for EPS talte selskabets første præsident, Gilberto Bernardini, Pisa. Hans indvielsestale indeholdt 4 hovedpunkter, (i) fysik publikationer i Europa, (ii) fysik undervisning, (iii) store fysik forsøgsanlæg og (iv) europæiske sommerskoler.

DET ER DE SAMME emner EPS diskuterer i dag. Det betyder ikke, at problemerne ikke er blevet behandlet med held, men er et udtryk for kompleksiteten af spørgsmålene. En kompleksitet, der er voksende og som i en mere og mere globaliseret verden ændrer karakter hele tiden. Informationsteknologi og videnskabelige tidsskrifter, fysikstudier og ungdommens (manglende) lyst til at læse fysik og fysikkens mere og mere centrale rolle som innovationskraft i samfundet er eksempler på problemstillinger, der ændrer sig hurtigere end vi kunne forestille os det. Det samme gælder det politiske samarbejde i Europa inden for rammerne af EU og de dermed afledede ændringer i bevillingsstrukturen til videnskaberne.

Mere end nogensinde før er der derfor behov for en samlende kraft i et Europa, der nok er blevet mere samlet, men som stadigvæk består af mange forskellige kulturer. En af de største og mest betydningsfulde arbejdsområder for EPS i de første mange år var etableringen af et samlet ”fysik-europa” på et kontinent, der var splittet politisk. Denne øst-vest fokus har sat sig væsentlige spor og bidraget til, at genforeningen i Europa kunne forløbe så godt som den gjorde.

Denne epoke har Europa heldigvis lagt bag sig og EPS kan derfor med styrke vende sig mod den første præsidents altid gyldige temaer: at modernisere undervisningen i fysik og derigennem sikre rekruttering af dygtige studerende til fysikken, at sikre europæisk fysik gode rammevilkår og at fastholde fysik som et væsentligt alment og demokratisk dannende element i samfund, der mere og mere er afhængig af videnskabernes fremskridt.

OVE POULSEN
PRESIDENT 2005–2007

Expert på klimaat



Vem är Markku Rummukainen?

– Jag såg dagens ljus i Finland 1966. Barndomen och ungdomen gick på finska. Sedan dess har jag levt, studerat och forskat också i Norge och numera i Sverige. I början handlade det om mellanatmosfärens fysik och kemi med mätningar och modellering. Även om jag gjorde mitt exjobb i grundutbildningen om klimatförändringar blev jag klimatforskare på allvar först 1997. Då flyttade jag till det då nybildade Rossby Centre på SMHI med ett brett arbetsfält om klimatsystemet, klimatpåverkan och klimatförändringar. Detta har också inneburit medverkan som expert i nationella och olika internationella sammanhang, som till exempel FN:s klimatpanel.

Vad får dig att gå upp ur sängen om morgnarna?

– Förväntan om vad den nya dagen för med sig av frågor och svar i möten med andra människor. Inte minst gläds jag åt nya kunskapsinsikter och att se vetenskapliga kunskaper komma till nytta.

Vad har du på gång?

– Jag leder ett strategiskt klimatforskningsprogram Mistra SWECIA. Vårt syfte är att utveckla och integrera tidigare ganska skilda naturvetenskapliga och samhällsvetenskapliga forskningsspår. På SMHI samordnar jag myndighetens klimat- och luftmiljöverksamhet. Jag är också verksam vid Lunds universitet där jag satsar på forskning och utbildning om klimat och biogeokemi/ekosystem.

Vad gör du om 10 år?

– Framskrivningar är knepiga. Jag kommer inte att jobba på samma sätt eller med exakt samma frågor som idag. Däremot kommer jag säkert att intressera mig även då av de stora vetenskapliga kunskapsfrågorna kring klimat, miljö och hållbar utveckling, men också om hur kunskaperna når ut till medborgarna.

PETER APELL



”Nu fattar jag! – Heureka!”

Man blir så lycklig när man förstår! Arkimedes lär ha rusat ut på gatan i bara badlakanet, tjoande Heureka!, när han förstod att det gick att mäta en oregelbunden kropps volym.

Heureka innehåller:

läroböcker, övningsböcker, lösningshäften, lärarhandledningar, abonnemangstjänst

Författare: Rune Alphonse, Lars Bergström, Per Gunnvald, Erik Johansson, Inger Kristiansen, Roy Nilsson

Gymnasieeleven uppträder vanligen mera behärskat, men blir säkert lika tillfreds innerst inne när de fysikaliska sambanden faller på plats.

Med läromedlet Heureka!, fysik kurs A och B, går fysiken att förstå. Den genomtänkta strukturen gör att saker faller på plats, en efter en och övningsuppgifterna stöttar förståelsen. Nya begrepp införs där de behövs, och framställningen bygger då vidare på en stabil grund. De mest krävande kursmomenten ligger i kursens senare del.

Med Tänk till!-uppgifter utmanas eleverna och lockas till diskussion, och Kontroll-uppgifterna ger kvittens på att man förstått.

Ett flexibelt webbstöd för båda kurserna underlättar för de elever som vill träna mera, få andra infallsvinklar på ämnet eller ytterligare befästa sina kunskaper. Mera träning och utmaningar finns i tilläggs-häftena Övningar och problem A och B. För läraren finns gedigna lärarhandledningar som inkluderar kopieringsunderlag. Läs mer och beställ på www.nok.se

Stor skillnad att plugga i Sverige

Hur är det att komma som utländsk student till ett svenskt universitet? Fysikaktuellt har pratat med två masterstudenter i fysik.

PÅ DEN ALLT MER globaliserade utbildningsmarknaden hårdnar konkurrensen om studenterna. Det är inte längre självklart att söka sig till det närmaste lärosätet, eller ens stanna kvar i sitt hemland. Inom Europa har nästan två miljoner gäststudenter förmedlats genom Erasmus-programmet, och många utomeuropeiska studenter söker sig till Europa och Sverige genom speciella stipendieprogram eller helt på eget bevåg.

År 2003 kom Maria Hermanns som 23-årig Erasmus-student till masterprogrammet i fysik på KTH. I bagaget hade hon en bachelor-utbildning i fysik från universitetet i Karlsruhe i Tyskland. Rahul Gupta var 22 år när han kom till Sverige för att börja en masterutbildning i teoretisk fysik vid Stockholms universitet. Han har en ingenjörutbildning från Manipal universitetet i Mumbai i Indien, och ordnade sina studier i Stockholm utan hjälp av någon internationell organisation.

Jag känner både Maria och Rahul från kurser och forskning, men ville veta lite mer om deras erfarenheter av mötet med det svenska samhället och den svenska universitetsvärlden.

JAG FRÅGAR FÖRST varför de valt att komma till Sverige och Stockholm. För Maria var valet betingat av språk (precis som Maria lär sig de flesta tyska studenter snabbt att tala en mycket bra svenska) samt de ekonomiska villkoren. Att det blev just KTH berodde på att de hade ett passande masterprogram och en mycket god organisation. Rahuls val berodde mest på att svenska universitet, i motsats till flertalet andra, accepterar studenter med ingenjörutbildning till sina masterprogram i fysik, och att det blev Stockholm var helt enkelt för att det var den största staden, och den han kände till.

Sen går samtalet över till hur mottagandet fungerade. Här är Maria mycket positiv.



Maria Hermanns från Tyskland, Erasmus-student på masterprogrammet i fysik på KTH.

– KTH har en helt fantastisk organisation, säger hon. De fixar lägenheter, språkkurser etc. Jag har hört att de har ungefär 600 utbytesstudenter per år – och allt fungerar.

Men det är betydligt svårare att komma till Stockholms universitet – åtminstone om man inte är en Erasmus-student. Rahul fick ingen hjälp med boende, och tyckte överlag att informationen från universitetet var dålig. Hur man skaffar personnummer, bankkonto och annat som krävs för att bo i Sverige fick han veta genom andra studenter som redan bott här tag.

Båda två blev förvånade över de informella, eller rent utav slappa, tentamensformerna.

VAD GÄLLER STUDIERNÄ så tycker både Maria och Rahul att det är stora skillnader mellan Sverige och deras hemländer. Det är mycket hårdare att vara student i Indien eller Tyskland.

– Man har mycket mer fritid i Sverige. I Tyskland förväntas man att plugga på sommaren, säger Maria.

Båda två blev förvånade över de informella, eller rent utav slappa, tentamensformerna.

– Inför den stora slutexamen i Tysk-



Rahul Gupta från Indien, masterstudent i teoretisk fysik vid Stockholms universitet.

land måste man repetera det man läst under ett och ett halvt år, och kunna svara för det, säger Maria.

Rahul tror inte att det svenska systemet skulle fungera i Indien, där konkurrensen om de högsta betygen är stenhård. På den positiva sidan tyckte båda att det svenska akademiska livet är mycket mindre hierarkiskt än de de sett hemma – klyftan mellan studenter och professorer är mindre och det både underlättar studierna och ger en trevligare atmosfär på institutionen.

Till slut småpratar vi om hur det känns att komma till Sverige. Är det lätt att få vänner? Kommer man in i samhället och kan känna sig som hemma? Att det inte är så lätt att få svenska vänner bekräftar båda två, och det beror inte bara på språket – Rahul är utbildad på engelska och Maria talar både engelska och svenska.

Båda saknar också den spontana delen av umgänget studenter emellan. Att man tittar in till någon utan att sagt något i förväg, eller att en grupp bara går ut på en bar. Så det verkar som det informella akademiska umgänget inte speglas i den sociala samvaron studenterna emellan. Eller kanske det helt enkelt är så att det svenska samhället i stort är relativt öppet på ett institutionellt plan, men att de informella sociala strukturerna är desto mer slutna.

THORS HANS HANSSON

Svenskt hedersomnämnannde i svettig olympiad

Någon vecka innan OS i Peking arrangerade Vietnam den årliga olympiaden i fysik. Sverige fanns på plats med fem tävlande gymnasister och två lagledare.

RUNT 20 JULI stod solen nästan i zenit i Hanoi och själv stod man mitt på dagen på sin egen skugga. Varmt var det förstås, cirka 35 grader, men också svettigt, ty den relativa fuktigheten var runt 70 procent.

Svettigt var det också att korsa en gata, fylld med motorcyklar som tycks köra lite hursomhelst. Rekommenderad taktik är att gå sakta, så motorcykelförarna och de relativt sett ganska få men ivrigt tutande bilisterna ser dig och kan väja. Fast de väjer inte mycket och det är obehagligt att ha dem susande både framför och bakom, när man befinner sig mitt ute i gatan.

Vi fick besöka karstområdet Ha Long Bay, med branta kulliga öar och droppstensgrottor. Vackert och fascinerande och man förstår att det ligger på Unescos världsarvslista. En annan begivenhet var mausoleumet där Ho Chi Minh vilar. De gigantiska köerna liksom Ho, bevakades av en armé av män i oklanderligt vita uniformer och i vart hörn av lit de paraden stod en vakt i givakt.

Ett starkt intryck gjorde, det till museum ombyggda, fängelset Hoa Lo (Hanoi Hilton), som byggdes av fransmännen på 1890-talet. Där förvarades upprorisk lokalbefolkning under mycket grymma former. Efter 1954 tog vietnameserna över och placerade bland annat nedskjutna amerikaner där, till exempel presidentkandidaten John McCain, som för övrigt störtade i en sjö nära vårt hotell.

INVIGNINGEN, som skedde i ett gigantiskt kongresscenter, var som vanligt pampig med fina uppträdanden och tal av den vietnamesiske utbildningsministern tillika vice premiärministern Nguyen Thien Nhan. Därefter presenterades de 82 lagen ett och ett på scenen. (En intervju med de svenska olympianderna finns att läsa på nästa uppslag.)

En kväll höll 1990-års nobelpristagare Jerome Friedman ett mycket uppskattat

VIETNAM

- Vietnam är nästan lika långt som Sverige, fast smalare i midjan.
- Vietnams yta är drygt 300 000 km² (Sverige: 400 000 km²) och med 250 invånare per km² rymmer dryga 80 miljoner.
- Hanoi, där Ha betyder *flod* och noi *inom*, syftar på Röda floden (Song Hong) som rinner ut i Tonkinbukten. Huvudstaden har nära 4 miljoner invånare och ligger på 21 grader nordlig bredd.



Elförsörjningen i Hanoi skulle nog ge SEMKO-personalen en kollektiv hjärnblödning. El- och teleledningar i ett virrvarr, men trots detta drabbades inte vi av några avbrott.

föredrag om några av dagens fysikutmaningar, som Higgspartikeln, mörk energi och massa, och vad LHC kan tänkas bidra med.

Förra året dog oväntat olympiadens president Waldemar Gorzkowski och som hans efterföljare valdes, med bred marginal, den holländske olympiadveteranen Hans Jordens.

Tävlingen

Årets teoriuppgifter var ganska bra, men alldeles för svåra och omfattande. Medelvärdet blev knappt 8 poäng av 30 möjliga. Den experimentella uppgiften var mycket bra, men även den var för lång.

Totalsegraren kom från Kina som tillsammans med Korea och Taiwan var bästa nationer med fem guldmedaljer vardera. I Europa var Bulgarien bäst och i Norden lyckades som vanligt Finland bäst med ett silver och ett brons. Sverige fick nöja sig med ett hedersomnämnannde. En total

asiatisk dominans således och i Kanadas och USA:s lag hade alla utom en asiatiskt ursprung. Skulle Jan Björklund lyckas anpassa den svenska skolan till kunskaps-samhället, lär vi dock inte se effekterna redan 2009, då olympiaden går i Mérida i Mexiko.

Uppgift 1

I de kuperade norra delarna av Vietnam finns många vattendrag och där är det vanligt med vattendrivna riströskor. Givet tröskans dimensioner efterfrågades avståndet mellan masscentrum för hävstången och rotationsaxeln, horisontalvinkeln när vattnet börjar rinna ut ur skopan och vinkeln när skopan är helt tömd. Vidare hur mycket vatten som fanns i skopan när vridmomentet med avseende på upphängningspunkten är noll.

Slutligen skulle man rita en graf över vridmomentet som funktion av vinkeln under en arbetscykel och därur bestämma

stötarbetet och sedan beskriva tröskans rörelse för olika värden på vattenflödet och för vissa värden på flödet oscillerar skopan harmoniskt, något som vi fysiker gillar, men då tröskar den förstås dåligt. En uppgift som gav besvärlig geometri vilket många stupade på.

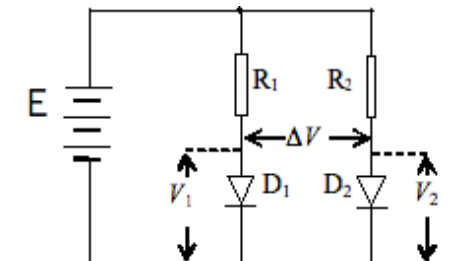
Uppgift 2

En ringbildsräknare (RICH, Ring Image Cherenkov Counter) beskrevs och man skulle inledningsvis förklara hur ringarna uppstod. Därefter gavs data för protoner, kaoner och pioner, samt ett samband för tryckberoendet hos brytningsindex. Minsta trycken för att observera cherenkovstrålning för de tre partikellagen skulle beräknas. Vidare skulle den maximala bristen på monokromi (obestämbarhet i rörelsemängd) beräknas för att ringarna skulle ses åtskilda.

Det påstods att Cherenkov observerat ljustrålning från en vattenflaska som



En traditionell, vattendriven riströska stod i centrum i fysikolympiadens första teoriuppgift.



Utrustningen som användes för att, med differentialtermometrisk metod, bestämma stelningstemperaturen för en kristallin substans i tävlingsens experimentella uppgift.

stätt nära ett radioaktivt preparat (jämför med kylvattenbassängernas blåa sken i ett kärnkraftverk). Man skulle avgöra om det var alfa- eller betapartiklarna som var orsaken till ett sådant ljussken. Slutligen togs hänsyn till dispersionen och man skulle redogöra för ringarnas färger.

Uppgift 3

Det tredje problemet handlade om blandningshöjden och koncentrationen av kolmonoxid från motorcyklar i Hanoi (det lär finnas cirka 800 000) i morgonrusningen, då den vertikala luftströrelsen begränsas av en inversion. Ett intressant problem som dock inleddes med för många härledningar.

Via den barometrisk ekvationen och Poissons ekvation och begreppet luftpaket, samt olika villkor för luftens hävning kom ett fåtal tävlande till sist fram till uttryck för blandningshöjden och för kolmonoxidkoncentrationen. Med givna data erhöles 140 m och 2,3 mg/m³.

Experimentell uppgift.

Stelningstemperaturen för en kristallin substans skulle bestämmas först med den

traditionella metoden och sedan med en differentialtermometrisk, där två kisel-dioder utgjorde temperaturgivare. Ovan syns referensskålen och mätskålen med respektive diod. Mätningarna illustrerade den senare metodens överlägsenhet vid små substansmängder.

Med samma utrustning skulle sedan verkningsgraden hos en solcell bestämmas. Först bestämdes irradiansen på solcellen med hjälp av de två dioderna och sedan mättes strömmen genom och spänningen över solcellen, för att kunna beräkna effekten som funktion av strömmen.

UTFÖRLIGARE BESKRIVNING och lösningar finns på <http://ipho2008.hnue.edu.vn/default.aspx>. På samfundets hemsida finns uppgifterna översatta till svenska, som service för problemkonstruktörer på gymnasier och högskolor.

LARS GISLÉN OCH MAX KESSELBERG
SVENSKA LAGLEDARE

Läs vad de tävlande gymnasisterna tyckte om olympiaden på nästa sida.

Fysikolympiad som gav mersmak

Hur hög är koncentrationen av kolmonoxid i Hanoi när 800 000 motorcyklister är på väg till jobbet? Den frågan brottades gymnasister från 82 nationer med när fysikolympiaden avgjordes i juni i just Hanoi. Och precis som på idrottsolympiaden var det grannlandet Kina som blev mästare i att plocka till sig guldmedaljer.



De svenska deltagarna i fysikolympiaden 2008. Från vänster sitter Karl Larsson, Carl Andersson, Viktor Hallman, Rikard Lundmark och Kalle Arvidsson.

FEM SVENSKA GYMNASISTER som kvalificerats sig genom Fysiktävlingen och finalen deltog när fysikolympiaden i somras genomfördes för 39:e gången. De fick testa sina teoretiska och experimentella färdigheter i fysik, men dessutom bjöds de på ett ambitiöst och välorganiserat arrangemang där värdlandet Vietnam visade upp sina bästa sidor. Att fysikolympiaden skulle kunna fungera som en morot för fysikintresserade elever framgår av intervjuerna med deltagarna.

VIKTOR HALLMAN, GÖTEBORG, vad var ditt största intryck av olympiaden?

– Allt trevligt folk! Folket är otroligt trevligt och hela arrangemanget var mycket bra.

Har ditt fysikintresse ökat efter olympiaden?

– Det har ökat dramatiskt.

Vad ska du göra i höst?

– Läsa teknisk fysik på Chalmers.

KALLE ARVIDSSON, GISLAVED, hur blev du intresserad av fysik?

– Har varit det länge. Pappa inspirerar. Han är en gör-det-självare!

Hur ökar man intresset för att delta i fysiktävlingen i Sverige?

– Bra fysiklärare som talar om att tävlingen finns – det har jag.

Hur uppnår Sverige bättre resultat i tävlingen?

– Bättre förberedelser av oss som tävlar. Det hade varit bra med ett träningsläger.

KARL LARSSON, LINKÖPING, vad var ditt största intryck av resan?

– Jag är överväldigad av hur stor tävlingen var. Det var häftigt att åka i en av tio bussar och ha poliseskort...

Hur ökar man intresset för fysik bland ungdomar?

– Ha fenomenmagasin mitt i stan, satsa på låg- och mellanstadiet. Låt duktiga elever utvecklas i sin egen takt.

Synpunkter på den experimentella delen av tävlingen?

– Jättekul. Men det var mycket uppgifter så det hade varit bra med mera tid.

RIKARD LUNDMARK, GISLAVED, hur blev du intresserad av fysik?

– Jag gillar matte och NO. Det blev extra kul med fysik på gymnasiet när man kunde börja räkna på det.

Vad ska du göra i höst?

– Fortsätta på gymnasiet. Fysik B är jag klar med men övriga trean har jag kvar.

Hur ökar man intresset för fysik bland ungdomar?

– Får folk att tycka att fysik är coolt och inte nördigt! Fysik är inte så svårt, det är bara att tänka.

Hur uppnår Sverige bättre resultat i tävlingen?

– Ha mer fysik i skolan, få fler att vara med i nationella fysiktävlingen och låt det uttagna laget få extra träning, till exempel göra experiment.

Något du vill tillägga?

– Bra jobbat av ledarna, och svenska finalen och allting har varit bra skött!

CARL ANDERSSON, UDDEVALLA, är du stolt över ditt hedersnämmande?

– Jaa, det trodde jag inte efter den teoretiska delen!

Synpunkter på den teoretiska delen av tävlingen?

– Svår och för lite tid. Jag slösade två timmar på en uppgift jag inte kunde och sen hann jag inte med de uppgifter jag kunde klarat.

Synpunkter på den experimentella delen av tävlingen?

– Bra, kanske lite för mycket mätande.

Hur uppnår Sverige bättre resultat i tävlingen?

– Längre träning innan för laget och ett annorlunda skolsystem. Nu får vi inte med oss all den fysik som ingår i olympiaden.

Något du vill tillägga?

– Jag längtar tillbaka till Vietnam!

ANNE-SOFIE MÅRTENSSON
ORDFÖRANDE I UNDERVISNINGSEKTIONEN

Läs mer om sommarens fysikolympiad i Vietnam på föregående uppslag.

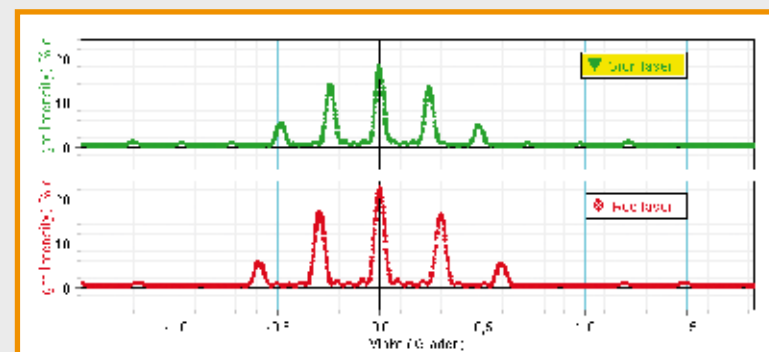
EXPERIMENTERA MED GAMMADATA

Studera diffraction och interferens med hjälp av PASCO's mätutrustning

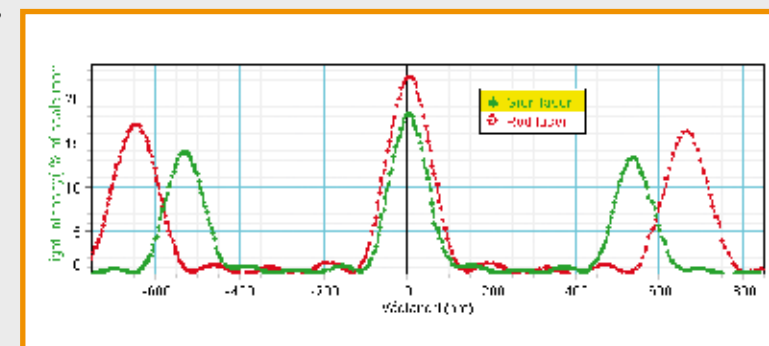
I försöket nedan har vi använt oss av PASCO's *Sensor-Based Diffraction System* för att studera diffractions- och interferensmönster från grön respektive röd laser. En *High Sensitivity Light Sensor* används för att mäta ljusintensiteten och en *Rotary Motion Sensor* fäst på en *Linear Translator* används för att mäta vinkel. Man kan då visa ljusintensiteten som funktion av vinkel (se graf 1 nedan). Det är också möjligt att direkt visa ljusintensitet som funktion av våglängd (se graf 2 nedan). Detta görs enkelt med hjälp av programvaran *DataStudio* som används tillsammans med PASCO's mätutrustning.



Graf 1



Graf 2



Greger Blomqvist, produktchef
Gammadata Instrument AB
P.O.Box 15120, SE-750 15 Uppsala, Sweden
Phone: +46 18 480 58 00 - Fax: +46 18 555 888
E-mail: greger.blomqvist@gammadata.se
Web: www.gammadata.net

Mer el från solceller med nanopartikel-plasmoner

Varje timme nås jorden av lika mycket energi från solen som vi gör av med under ett helt år. Tyvärr är det fortfarande rätt dyrt att omvandla denna energi till el med hjälp av solceller. Kan nanopartiklar av ädelmetall göra det billigare?

ELPRODUCERANDE SOLCELLER som täcker en liten del av jordens öknar skulle kunna leverera all primäre energi världen rimligtvis behöver. Solceller är därmed högaktuella för att skapa en växthusgas-neutral energiförsörjning.

Trots att det idag är förhållandevis dyrt att framställa el med dem, har gynn-samma subventioner, högre oljepriser och en allt större medvetenhet om konsekven-serna av en ökande växthuseffekt lett till att den globala solcellsmarknaden vuxit med cirka 50 procent per år sedan 2004.

Om en såpass hög tillväxttakt står sig kommer världens energiförsörjning om några årtionden att vara helt solen-ergibaserad. Om tillväxten å andra sidan "bara" blir 25 procent per år, kommer energin från solceller år 2050 fortfarande endast täcka ett par procent av behovet. Kostnaden, i förhållande till de alternativ som står till buds, är avgörande för utvecklingen, och behöver minska mer än vad som kan förväntas utifrån de positiva skalningseffekter som normalt följer större produktionsvolymen.

EN AV DE TEKNISKA möjligheterna för att göra sole billigare, är att åstadkomma

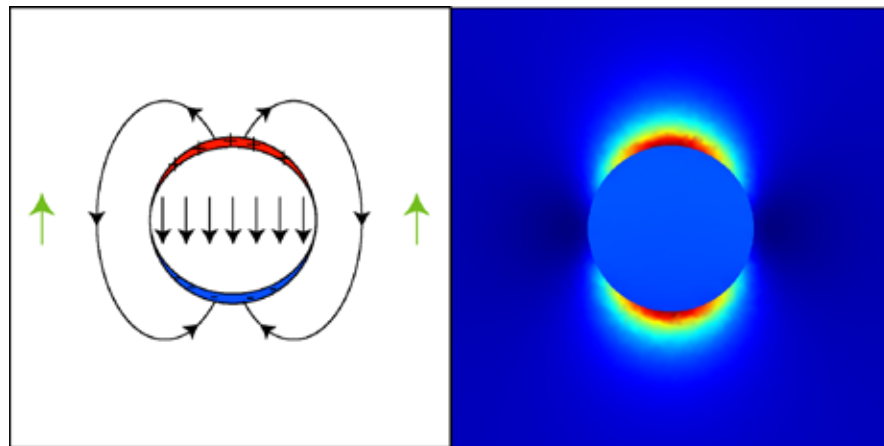


Illustration 1 - Plasmonresonans: När infallande ljus med en viss polarisation (gröna pilar i bilden till vänster) träffar en nanopartikel av metall, förskjuts laddningar så att ett elektriskt fält uppstår i och kring partikeln (svarta pilar). Vid vissa resonansfrekvenser blir svängningarna extra kraftiga, och leder bland annat till ett förstärkt fält kring partikeln såsom visas i den beräknade fältbilden till höger (röd färg indikerar hög fältstyrka).

tunnare fotoaktiva skikt som klarar att bibehålla eller till och med ökar verkningsgraden i solcellerna. I den vanligaste typen av kiselbaserade solceller krävs ett hundratals mikrometer tjockt skikt för att absorbera allt användbart ljus. Det är en lång sträcka för de fotoexciterade laddningar man vill ta vara på, och för att dessa ska kunna transporteras med liten förlust mellan solcellens fram- och baksida krävs därför att materialet görs väldigt rent och defektfritt. Konsekvensen blir en dyr produktionsprocess.

Om man kan minska materialtjockleken sparar man därför inte bara på material och resurser, utan potentiellt också en hel del på kostnaden eftersom materialkraven minskar och verkningsgraden ökar. En förutsättning för detta är förstas att man fortfarande absorberar lika mycket av det infallande ljuset i solcellen.

SOM ETT SÄTT att uppnå tillräcklig ljusabsorption, har jag i min avhandling undersökt möjligheten att "krydda" halvledarmaterialet i solcellen med metalliska nanopartiklar. Dessa partiklar, speciellt i form av ädelmetaller som koppar, guld och silver, har i hundratals år använts för att färga glas, exempelvis för dekoration av kyrkofönster. Upphovet till deras speciella optiska egenskaper är så kallade plasmoner (se faktaruta), det vill säga kollektiva oscillationsmoder hos lednings-elektronerna, som leder till kraftig absorption och spridning av ljus kring vissa resonansväglängder.

Plasmon-effekten gör att ett metallinnehåll motsvarande endast en cirka 10 nanometer (0,01 mikrometer) tjock film skulle kunna räcka för att utsläcka i stort sett allt infallande ljus av intresse i solljuset spektrum. Huvudfrågan i mitt arbete

var om dessa intressanta optiska egenskaper skulle kunna medföra en positiv effekt i en solcell. Det är inte självklart, eftersom plasmonenergin måste överföras till användbara, energirika laddningar i solcellsmaterialet. Plasmonresponsen ger dessutom upphov till vissa värmeförluster i metallpartiklarna, och kan även tänkas sprida bort ljus från solcellsskiktet.

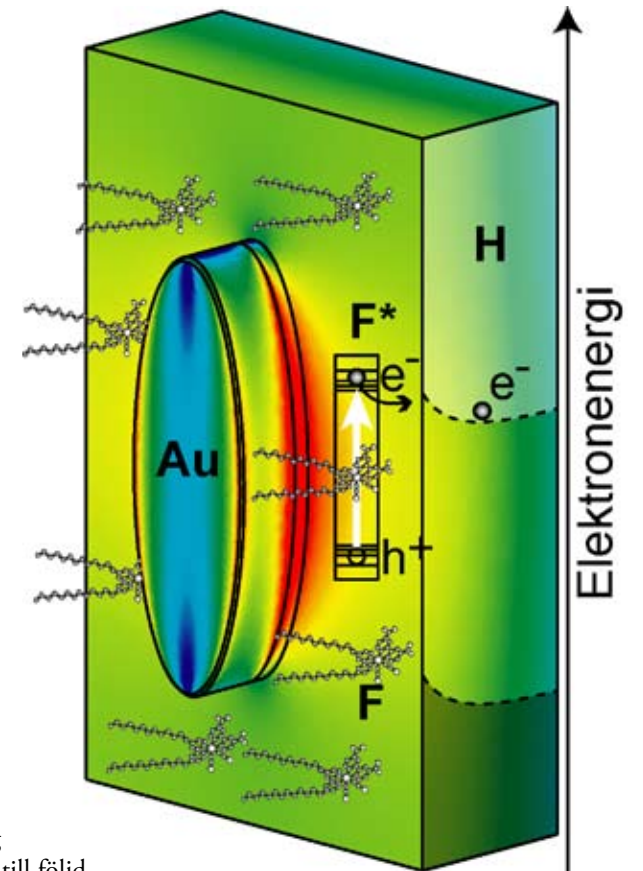
FÖR ATT TA REDA på om plasmoner kan användas för att skapa användbara, energirika elektroner, utgick vi först från den så kallade Grätzelcellen. Det är en solcell där ljusabsorptionen sker i ett ytskikt av ljuskänsliga molekyler. Vi använde endast ett enda lager av dessa molekyler, förankrade på en slät yta, så att bara en liten del av det infallande ljuset absorberades (i Grätzelcellens standardutförande används en porös film med mycket större yta för att fånga in mer ljus).

Den släta ytan mönstrades med av-långa, plasmon-aktiva nanopartiklar av guld (se illustration 2). Genom den avlånga formen på partiklarna blir resonansvillkoren olika i de olika riktningarna, vilket leder till två olika resonansväglängder som i vårt fall skiljde sig ganska mycket åt. När vi sedan mätte den elektroniska responsen för ljus med väglängd som sammanföll med en av resonansväglängderna, kunde vi därför slå på och av plasmonen genom att ändra på det infallande ljusets polarisation. Det hjälpte oss att identifiera plasmonbidraget till den elektroniska responsen.

VI FANN ATT plasmonresonansen bidrog till den initiala infångningen av ljuset, och faktiskt också till skapandet av energirika laddningar i solcellsmaterialet. Därmed skulle den kunna vara till nytta i tunna solceller. Detta var ett intressant resultat i sig, men vi kunde i detta skede bara spekulera i ursprunget till den positiva effekten.

Eftersom plasmonresonanser i nanopartiklar är förknippade med ett lokalt, kraftigt förstärkt elektriskt fält i vissa regioner utanför partiklarna (se illustrationer), kan man för vårt system tänka sig att de ljuskänsliga molekyler som befinner sig inom utbredningsområdet för detta närfält blir exciterade oftare och leder till

Illustration 2 - Modellsystem för en "plasmonkryddad" Grätzelcell: Avlånga guldpartiklar fångar in solljuset och ger upphov till ett lokalt förstärkt närfält (rödfärgat). Energi överförs via detta fält till färgämnesmolekyler (F), som exciteras (F*) och skickar in energirika elektroner (e-) i det underliggande halvledarmaterialet (H). Dessa kan sedan användas i en elektrisk krets.



en i genomsnitt högre produktion av energirika elektroner. Utöver denna närfälteffekt, kan man också tänka sig positiva fjärrfälteffekter till följd av att infallande ljus sprids av partiklarna så att den optiska väglängden genom molekylskiktet i snitt ökar. Speciellt i kombination med multipla internreflektioner i solcellsmaterialet finns stora möjligheter att öka absorptionen i molekyler på detta sätt.

FÖR ATT FÖRSTÅ bidragen från dessa olika effekter bättre gjorde vi ytterligare experiment på en kiselbaserad solcell mönstrad med nanopartiklar på liknande vis som för Grätzelcellen. I kisel tränger det mesta av ljuset djupt in i materialet innan det absorberas, och vi fann att plasmonresonansen i första hand gav upphov till negativa fjärrfälteffekter.

Genom att jämföra våra experimentella resultat med finita elementberäkningar, kunde jag i min avhandling visa att den positiva effekten vi ser i Grätzelcellen i huvudsak är en närfälteffekt. Den beror med andra ord på att en del av den elektromagnetiska energi som fångas in av plasmonresonansen, överförs till molekyler runtomkring nanopartiklarna via det lokalt förstärkta elektriska fältet.

Det ligger en stor potential i att optimera partiklarnas geometri och placering för att öka denna positiva effekt, och chansen finns att detta koncept i förlängningen faktiskt kan bidra till att ge mer elektricitet per krona från solceller.

CARL HÄGGLUND

Carl Hägglund har doktorerat i gruppen för kemisk fysik vid Chalmers tekniska högskola. Han försvarade sin avhandling den 22 februari i år med professor Eric McFarland från University of California som opponent.

Läs mer:

En sammanfattning av Carl Hägglunds avhandling "Nanoparticle plasmon influence on the charge carrier generation in solar cells" samt referenser till ingående artiklar finns på <https://publications.lib.chalmers.se/cpl/record/index.xsql?pubid=67239>

En intervju med Carl Hägglund finns på nästa uppslag.

FAKTA OM PLASMONER

■ En plasmon är en kollektiv svängningsmod som involverar en stor mängd ledningselektroner i ett metalliskt material. Svängningen uppstår till följd av en förskjutning av elektrontätheten relativt den positiva jon-bakgrunden, vilket skapar ett återförande elektriskt fält.

■ Den dämpade självsvängningsfrekvensen hos plasmoner som uppstår inuti ledarmaterialet varierar i första hand med

elektrontätheten. Sådana volym-plasmoner kan inte exciteras direkt med ljus, beroende på att energi och moment inte är möjliga att konservera samtidigt.

■ I mycket små partiklar däremot, kan en besläktad så kallad nanopartikel-plasmon uppstå, vilken direkt kan växelverka med ljus av rätt frekvens (se illustration 1). Resonansfrekvensen beror nu både av partiklarnas form, storlek och omgivning,

och kan därför på ett enkelt sätt styras till de väglängder där plasmonerna gör mest nytta.

■ Tvärsnittet för absorption och spridning av ljuset kan vara så mycket som tio gånger större än den geometriska storleken för nanopartiklar av silver eller guld.

Han jobbar för miljövänlig energi

Varför gillar du fysik?

– Jag har alltid gillat att bygga grejor och varit tekniskt intresserad. Under gymnasieåren blev jag intresserad av filosofi. En del viktiga filosofiska frågeställningar har länge varit gemensamma med fysiken, och på så sätt kom jag in på kvantmekanik och relativitetsteori.

Hur kommer det sig att du började forska på solceller?

– Mitt intresse för miljöfrågor väcktes gradvis, framför allt när jag tog en sommarkurs som handlade om Agenda 21 och de problem som finns kring hållbar utveckling. Jag ville verkligen hålla på med solenergi – det kändes viktigt. Det har varit en bra drivkraft och ett stöd när det känts jobbigt under doktorandåren.

Hur vill du beskriva din tid som doktorand?

– Rolig och mycket utvecklande.

Hur har det gått att doktorera och ha ett litet barn samtidigt?

– Jag är tacksam för dagis. Min sambo har sina föräldrar i stan vilket är en otrolig hjälp. Man lär sig också att lägga jobbet åt sidan.

Du disputerade i februari, vad gör du nu?

– Jag har fått en forskartjänst på två år på Chalmers, och fortsätter på samma spår. Jag hoppas komma över gränsen för att veta om solceller med nanopartiklar är kommersiellt intressant eller inte. Hur bra går det egentligen att göra dem?

Carl Hägglund

Ålder: 33 år

Familj: Sambo och treårig son

Bakgrund: Född i Stockholm men har bott på många orter. Har läst teknisk fysik och doktorerat på Chalmers.

Intressen: Främst familjen, försöker även segla lite när det finns tid

Forskning: Nanopartiklar i solceller, se sid 18–19.



Vad har du för framtidsdrömmar?

– Jag hoppas få fortsätta arbeta med något som känns lika roligt och meningsfullt som detta gjort. Fysik och forskning är roligt i sig, men det är i kombination med ämnet och sammanhanget som det blir ett drömjobb för mig. Jag hoppas också på balans med övriga delar av livet.

INGELA ROOS

Den komplicerade fotonen

– förbisedda egenskaper öppnar oanade möjligheter

Fotonen har fler strängar på sin lyra än vad många tror. Kärnfysiker har utnyttjat dess mer komplexa egenskaper under flera decennier, men inom kvantoptiken har man nyligen upptäckt dem.

I DE FLESTA beskrivningar framställs fotonen som en partikel med relativt enkla egenskaper: en bestämd energi $h\nu$, rörelsemängd $h\nu/c$ och rörelsemängdsmoment (spinn) $+\hbar$ eller $-\hbar$, svarande mot höger respektive vänsterpolarisation (eller alternativt horisontell eller vertikal planpolarisation). För att förklara de flesta fenomen inom optiken och för att beskriva grunderna för kvantkommunikation och eventuella kvantdatortillämpningar med hjälp av fotoner är detta fullt tillräckligt.

Men det klassiska elektromagnetiska strålningsfältet är mer komplicerat än så. Om man utgår från Maxwells ekvationer finner man att strålningsfältet kan utvecklas i egenfunktioner av rörelsemängdsmomentet J och dess z -komponent M . Dessa lösningar har formen av så kallade vektorklotfunktioner. Med hjälp av dem kan man, om man känner strålningsskällan, uttrycka riktningen hos de oscillerande magnetiska och elektriska

fältstyrkorna $\mathbf{H}$ respektive $\mathbf{E}$ i varje punkt i rummet.

Dessa lösningar till det klassiska strålningsproblemet accepterar väl de flesta utan vidare, men när man kommer till utsändningen av enskilda fotoner ställs den reflekterande studenten inför ett problem. Då en exciterad elektron i en atom ”faller ner” till en lägre energinivå, skickar den ut en foton som bär med sig skillnaderna i kvanttal mellan de två nivåerna. Fotonen har därför inte bara en bestämd energi, utan också ett bestämt J och M . I atomfysiken är det sällsynt med annat än vanlig dipolstrålning ($\Delta J = \hbar$), men i kärnfysiken är strålning av högre multipolordning vanlig, det vill säga fotonövergångar med $\Delta J = 2\hbar, 3\hbar, 4\hbar$. Och här är problemet: Hur kan en foton överföra mer än en enhet rörelsemängdsmoment när den utsänds från ett kvantiserat system?

Lite naivt tänker man sig ju att fotonens energiflöde, som anges av Poyntingvektorn $\mathbf{S} = \mathbf{E} \times \mathbf{H}$, är parallell med fotonens fortplantningsriktning $\mathbf{r}$. Längs den här riktningen har fotonen endast rörelsemängdsmomentkomponenterna $+\hbar$ eller $-\hbar$, så hur kan den då bära höga J och M ?

För att $\mathbf{S}$ ska vara parallell med $\mathbf{r}$, måste såväl $\mathbf{H}$ som $\mathbf{E}$ vara vinkelräta mot $\mathbf{r}$. Den som gräver lite djupare finner att fälte-

kvationerna säger att den magnetiska fältstyrkan $\mathbf{H}$ visserligen alltid är vinkelrät mot $\mathbf{r}$, men den elektriska fältstyrkan $\mathbf{E}$ är det inte! Vektorn $\mathbf{S}$ är därmed inte riktigt parallell med $\mathbf{r}$ och man får in en orbital komponent $\mathbf{r} \times \mathbf{S}$. Integrerar man den orbitala komponenten över hela sfären återfinner man den saknade rörelsemängdskomponenten i strålningsfältet. Att en foton bortför högre multipler av $\hbar$ är alltså möjligt.

Kärnfysikerna har länge utnyttjat sambandet mellan utsändningsriktningarna för succesivt utsända fotoner för bestämnig av såväl de exciterade tillståndens rörelsemängdsmoment och gammaövergångarnas multipolaritet som (indirekt) kärnors asymmetriska laddningsfördelning, med hjälp av den vinkelkorrelationsteori som utvecklades i detalj på 1940- och 50-talet.

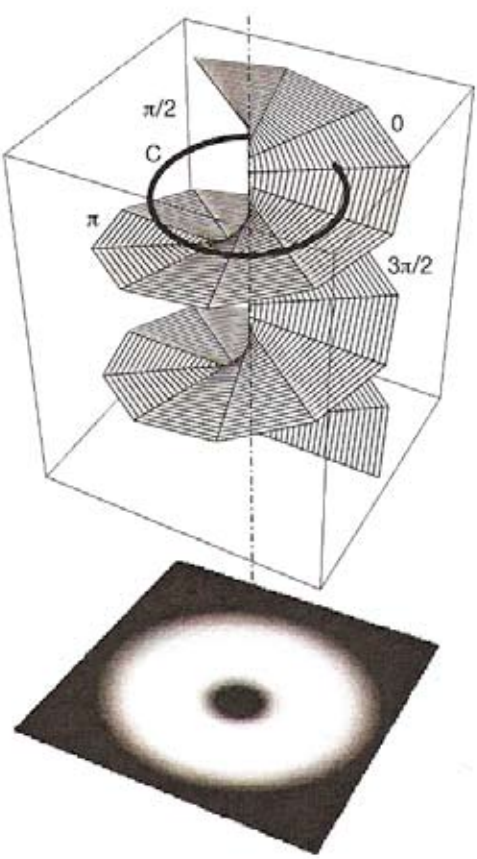
FOTONER KAN ALLTSÅ ha fler frihetsgrader än man vanligen förstår sig, men det skulle dröja länge innan detta började studeras närmare inom kvantoptiken. I ett arbete från 1992 visade L. Allen och hans medarbetare i Leiden hur vågfronten hos en foton utför en skruvliknande rörelse om fotonen har ett orbitalt impulsmoment utöver egenspinnet $+\hbar$ eller $-\hbar$, och att det var möjligt att detektera detta med lämpliga optiska element. För högre rörelsemängdsmoment har vågfronten också en radiell struktur, det vill säga en periodisk variation av intensiteten vinkelrätt mot fortplantningsriktningen. Detta framgår tydligast när man beskriver det med hjälp av cylindriska koordinater (se bild).

Fler frihetsgrader betyder möjligheter till större variationsrikedom och informationsinnehåll. Detta gäller både i klassiska tillämpningar och i kvantoptiken. Man har visat att fotoner med korkskruvsegenskaper kan få kolloidala partiklar (och till och med levande celler) att rotera och att de kan användas för styrning av rörelser inom mikromekniken.

Kvantoptikerna har gått ytterligare ett steg längre: man har gjort varianter av Alain Aspects bekanta två-fotonexperiment, där man har visat att kvantmekaniskt sammanflätade par av fotoner (producerade genom så kallad nedkonvertering av laserstrålar) inte bara är korrelerade när det gäller cirkulärpolarisation utan även beträffande de högre multipolegenskaperna. Detta öppnar oanade möjligheter att öka informationstätheten i kommunikations- och kvantdatortillämpningar. Som kronan på verket visar fysikerna från Zeilingers grupp i Wien också att en och samma foton kan finnas i superpositionstillstånd av olika multipolordningar, vilket ger ytterligare frihetsgrader i dess karakterisering.

VÅR GAMLA SKOLBOKSFOTON har alltså visat sig vara en mycket komplicerad figur, vars egenskaper beror på under vilka förhållanden den har skapats. Denna insikt lär inte bara få viktiga kunskapsmässiga konsekvenser utan också praktiska när man ser den som bärare av information. På atomär nivå öppnas nya möjligheter för kvantinformation och på makroskopisk nivå kan ny information kodalas in och/eller tolkas genom att man utnyttjar även de orbitala frihetsgraderna.

Den stora uppmärksamhet som visats för de beräkningar som nyligen utförts vid Bo Thidés forskargrupp i Uppsala (och som kort redovisades i Fysikaktuellt nr 4/2007) tyder på att man kan vänta sig en stark utveckling även inom radioområdet när man nu börjar använda de nya antennarrangemang för sändare och mottagare som föreslagits där. Sådana mottagare tillåter ju



Vågfronten (överst) och den radiella intensitetsfördelningen (nederst) för den enklaste Laguerre-Gauss-moden enligt L. Allen och hans kollegor.

inte bara tolkning av medvetet skapade signaler utan även observation av elektromagnetiska processer i jonosfären (till exempel turbulens) varifrån signalerna kan bära information om orbitala rörelser.

Avslutningsvis kan man undra varför det har tagit så lång tid för dessa metoder att tränga igenom. Det orbitala bidraget vid utsändningen av elektromagnetisk strålning kan man spåra tillbaka till 1936 och besläktade metoder har sedan länge använts inom kärnfysiken. Umgås vi specialister på olika områden för lite med varandra? Eller är det kravet på en allt större informationstäthet som har aktualiserat dessa problem och gjort att de först nu känns intressanta?

ERIK B. KARLSSON

Läs mer:

J. D. Jackson, Classical Electrodynamics, Wiley, New York, (1962)

I. Lindgren och E. Karlsson, Tensoroperatorer med vinkelkorrelationsteori, Universitetsförlaget, Uppsala (1966)

L. Allen, M. W. Beijersbergen, R. J. C. Spreeuw, and J. P. Woerdman, Phys. Rev. A 45, 8185 (1992)

A. Mair, A. Vaziri, G. Weihs, and A. Zeilinger, Nature, 412, 313 (2001)

B. Thidé, H. Then, J. Sjöholm, K. Palmer, J. Bergman, T. D. Carozzi, Ya. N. Istomin, N. H. Ibragimov, and R. Khamitova, Phys. Rev. Lett. 99, 087701 (2007)

W. Heitler, Proc. Cambridge Phil. Soc. 32, 673 (1936)

Vad gör fysiker som inte forskar eller undervisar inom den akademiska världen? Här kommer Fysikaktuellt's tredje porträtt av en fysiker i näringslivet.

Hon bygger antenner i Kina

Berätta lite om ditt arbete!

– Jag arbetar med projektledning och tillverkning av mobiltelefonantennor och plastdelar till mobiltelefoner. Vi har vår utvecklingsavdelning här i Sverige och tillverkning runt om i världen, för vår del är det mest Kina som gäller. Just nu kör jag ett projekt härifrån där tillverkningen ligger i Guangzhou i södra Kina. Företaget Perlos där jag började jobba är numera uppköpt av LiteOn, så vi heter LiteOn-Mobile och har cirka 55 000 anställda i världen. Hela företaget jobbar med massor av olika komponenter till mobiltelefoner och andra elektroniska komponenter, vi har dock inga egna telefoner som vi gör utan vi är först och främst underleverantörer till mobiltelefonföretagen. Min roll i detta är då att leda projekten och ha mycket kundkontakt, hålla ihop projektorganisationen och kommunicera och övervaka fabrikens arbete.

Vad är det roligaste med ditt arbete?

– Det roligaste med mitt arbete är att det innehåller så många delar, allt från marknadsföring till detaljerad teknisk problemlösning. Jag jobbar i en mycket internationell miljö och får lära mig om olika kulturer och hantera dessa skillnader. Projektiden är relativt kort och det är ett väldigt go i arbetet. Det händer väldigt mycket varje dag. Vi är oftast med från det att telefonen bara finns som idé tills dess att försäljningen sker på marknaden. Så det är en innehållsrik process med många olika delar.

Finns det något som är mindre roligt?

– Det är aldrig roligt att berätta för en kund att vi har gjort fel och att vår leverans är försenad etc. Det är en mycket stor tidspress på just telekombranschen och ibland kan stressen bli för stor.

Hur ser dina dagar ut på jobbet?

– Jag sitter väldigt mycket framför min dator och kommunicerar med hjälp av e-mail och telefon. Jag försöker ha mö-



Namn: Marie Fransson
Utbildning: Teknisk fysik på LTH, Även kurser i franska, ekonomi och juridik på universitetet.
Arbete: Projektledare på Perlos i Lund
Familj: Sambo
Gillar: Orientering, ska även satsa på en svensk klassiker i år

tesfria förmiddagar för att kunna vara tillgänglig för mina kinesiska kollegor och så att jag kan kontakta dem (Kina ligger sex timmar före oss, så fram till lunch är de kvar på jobbet). Jag träffar även många kunder och leverantörer.

Hur kom det sig att du började läsa fysik?

– Jag var intresserad av att förstå hur allt omkring oss fungerar och jag ville kunna få det förklarat för mig. Jag hade även lätt för just matte och fysik på gymnasiet. Sen var det en mycket stor utmaning att läsa det som alla säger är det svåraste som finns. Den reaktionen fick man ofta av andra studenter när man berättade vad man läste för något.

Om du inte hade blivit fysiker, vad hade du blivit då?

– Då hade jag antingen jobbat med musik, idrott eller med kartor på något sätt. Jag tränar mycket orientering och

tycker att det är jätteroligt. Tyvärr är jag inte tillräckligt duktig för att kunna syssla med det på heltid.

Vad gör du om tio år?

– Oj, svår fråga, förhoppningsvis är jag frisk och har en familj med barn att ta hand om.

Hur använder du dina fysikkunskaper på fritiden?

– Min sambo är även han fysiker så vi har säkert en del fysikdiskussioner runt matbordet hemma. Jag vet inte om det är rena faktakunskaper som jag använder utan mer metoden att fundera kring saker och problemlösning. Den utbildningen jag har gått (civilingenjörsutbildningen) är ganska praktiskt lagd på det sättet att man just lär sig att lösa problem och den metodiken använder jag mig av även på fritiden.

JENNY LINDE

”Släpp skolanpassningen av verkligheten och ta in det omgivande samhället som det är”

Ungomarna och deras verklighet måste vara utgångspunkten för att vår diskussion om naturvetenskapens roll ska ha någon relevans, skriver Elisabeth Nilsson. Här bemöter hon Åke Ingermans och Frank Bachs artikel om målet med fysikundervisningen.

ÅKE INGERMAN OCH Frank Bach ställer i en artikel i föregående nummer av Fysikaktuellt (den eviga) frågan ”Varför ska vi ha fysik i skolan?”. De definierar fyra olika typer av argument; ekonomi-, demokrati-, nytto- och kulturarvsargument, som kan sägas motivera skolfysikens existens. Artikelförfattarna menar att ekonomi- och kulturarvsargumenten är de förhärskande, och propagerar för en annorlunda betoning av fysikämnets mål för att på så sätt stärka demokrati- och nyttoargumenten.

Den didaktiska diskussionen sägs på senare år ha blivit mer inriktad på att ha medborgarens intressen och kompetenser som utgångspunkt för fysikens mål och innehåll. Något som, enligt Ingerman och Bach, leder till en ökad tyngd åt demokrati- och nyttoargumenten. Som en följd måste fysiken ses som en del i ett större sammanhang vilket identifierar ett behov av tvärvetenskaplighet såväl i kursplaner som i praktik.

Detta är naturligtvis bra – verkligheten är ju tvärvetenskaplig. Så istället för att ägna oss åt att diskutera värdet av olika argument för (eller emot) fysiken, och vad det är som egentligen ger tyngd åt dessa argument, borde vi bli mer konstruktiva.

Men innan vi helt släpper frågan om fysikämnets berättigande, bör vi fundera på för vem det egentligen är vi försöker motivera fysikens existens. Är det för oss själva, för en bred allmänhet, för våra beslutsfattare eller möjligen för våra ungdomar? Jag menar att det knappast är, och nog aldrig varit, ungdomarna som utgjort utgångspunkten för diskussionen. Om ungdomarna stått i centrum hade till exempel ”ekonomiargumentet på individplanet” motiverat en stor grupp ungdomar till studier vid våra tekniska högskolor. Vi vet att så inte är fallet.

OAVSETT OM VI använder den ena eller den andra motiveringen – eller för den delen samtliga motiveringar – till fysikens exis-

tensberättigande måste ju ungdomarna och deras verklighet i form av upplevelser, erfarenheter och attityder, vara utgångspunkten för att vår diskussion om naturvetenskapens roll ska ha någon relevans. Det är trots allt inte i skolan som majoriteten av våra ungdomar finner sina förebilder!

Jag tror att Ingerman och Bach med sin artikel vill peka på en möjlig väg att göra fysikundervisningen bättre. Bland annat i den bemärkelsen att ungdomarnas intresse för naturvetenskap bibehålls, eller ökar, inte minst under de kritiska skolåren 6–9. Men om vi vill få fler ungdomar att se sig själva som en del av teknikutvecklingen, ja att till och med se sig själva i rollen som ingenjörer eller, varför inte, fysiklärare, då är skolans ram alldeles för snäv.

Genom att fokusera på att med hjälp av nya ”tankemässiga didaktiska verktyg” ge en annorlunda inriktning på fysikundervisningen, riskerar man att återigen skuldbelägga lärarna. Dessa lärare som idag, med hjälp av kursplaner, läromedel, varandra och omgivningen gör allt för att inspirera ungdomarna, ska nu ”anta utmaningen”. En utmaning som bara delvis har stöd i kursplanerna och som varken återspeglas i dagens läromedel eller i (går)dagens lärarutbildning...

VI ÄR HELT överens om vikten av att låta naturvetenskapen i skolan reflektera den tvärvetenskaplighet vi finner såväl i vardagsliv som i dagens forskning. Och för att med trovärdighet ta oss an den uppgiften måste vi lyfta blicken och se på vilket sätt det omgivande samhället konkret kan synliggöras i skolans NO-undervisning. Lyckas vi inte visa på naturvetenskapens och teknikens roll i ungdomarnas vardag har vi stora problem med att motivera fysikens existens som skolämne.

Vi måste våga släppa skolanpassningen av verkligheten och ta in det omgivande samhället som det är. Först då kommer våra elever att känna igen sig. Först

För vem är det egentligen vi försöker motivera fysikens existens?

För allmänheten...



... våra beslutsfattare...

... eller möjligen för våra ungdomar?



då kommer fysiken inte bara att vara ett skolämne utan också att vara en naturlig del av ungdomarnas vardag.

Strategin kräver kommunikation och kontaktytor. Kanske helt nya länkar mellan näringsliv, offentlighet och skola. Det betyder i sin tur att det aldrig kan bli den enskilde lärarens ansvar – att det behövs ett nationellt engagemang på bred front. Sådana initiativ finns, men dessa måste samordnas och synliggöras. Vill du – lärare, elev, ingenjör, debattör, student, förälder, politiker, reporter... – vara med?

ELISABETH NILSSON
FYSISKA INSTITUTIONEN,
LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA

Fysikundervisning på vetenskaplig grund?

Som fysikforskare är det självklart att vi bygger på andras resultat och delar med oss av det vi kommer fram till. Kan man tänka på samma sätt om fysikutbildning? Det är en av utgångspunkterna bakom rörelsen "Scholarship of Teaching and Learning".

UNDER DE SENASTE decennierna har fysikdidaktik vuxit fram internationellt som ett eget forskningsområde. Framför allt i USA har flera ledande universitet skapat nya grupperingar vid fysikinstitutioner under beteckningen PER – "Physics Education Research", där fysiker har antagit utmaningen att med utbildningsvetenskapliga forskningsmetoder systematiskt studera lärande, undervisning och förståelse av fysik och dess tillämpningar. Det amerikanska fysikersamfundet, APS skrev 1999 ett "Statement on PER": "The APS applauds and supports the acceptance in physics departments of research in physics education ... PER can and should be subject to the same criteria for evaluation as research in other fields of physics. The outcome of this research will improve the methodology of teaching and teaching evaluation."

Fältet är under stark tillväxt: Fram till 1987 hade sex personer i USA disputerat inom fysikdidaktik. Tjugo år senare var antalet 70, och de flesta av dem som disputerat i området har fått fasta tjänster. Många stora universitet i USA och Kanada har skapat grupper för didaktisk forskning inom fysik, eller inom naturvetenskap och teknik. Forskningsresultaten publiceras i referee-granskade tidskrifter. Som exempel kan nämnas att American Journal of Physics 1999 startade en sektion för forskning och Physical Review sedan 2005 har en "Special Topic" om "Physics Education Research."

Fysikdidaktisk forskning i Sverige har traditionellt bedrivits i anslutning till lärarutbildning. Det är då naturligt att fokus ligger närmare skolans fysikundervisning, medan forskning vid ämnesinstitutioner kan spela större roll för att påverka universitetets fysikutbildningar, och kan ses som ett viktigt komplement, med egna frågeställningar.

CEDRIC LINDER SOM är professor i fysikdidaktik vid Uppsala universitet anordnade i maj en konferens om "Scholarship of teaching and learning". Konferensen var en uppföljning till en konferens i Lund på samma tema 2003, och kommer att följas av ytterligare en konferens i Göteborg 23–24 oktober i år. I Lund fick deltagarna stifta bekantskap med bland andra en av förgrundsfigurerna inom fysikdidaktiken, Joe Redish, och boken "Teaching Physics with the Physics Suite" som samlat många av resultaten från fysikdidaktisk forskning, och de verktyg som använts och utprovats av forskare.

I Uppsala fick deltagarna möjlighet att själva prova på att använda mentometerknapp-

par, "clickers", som introducerats av Eric Mazur vid Harvard. Det är ett sätt att aktivera studenterna under föreläsningar, även i stora grupper, med så kallad "peer instruction". Eric Mazur introducerade metoden via en DVD-presentation.

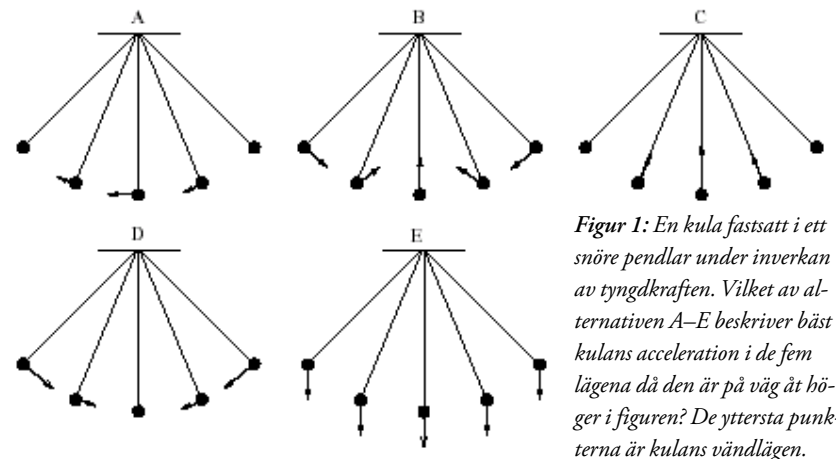
Peer instruction

Vid "peer instruction" avbryts en föreläsning då och då av valda flervalsfrågor till studenterna. Det ger en snabb feedback på vad studenterna förstått, och gör att föreläsaren kan disponera föreläsningstiden bättre. Om många studenter svarar fel fortsätter lektionen sedan med en diskussion med grannen. Det innebär att alla studenter kan aktiveras även i föreläsningssalar som är byggda för just föreläsning.

För mig var det väldigt spännande att i Uppsala få möjlighet att under trygga former prova denna teknik, med frågor och svar helt integrerade i PowerPoint. En av frågorna jag ställde till deltagarna var hämtad från ett exempelprov i fysik på Chalmers och gällde accelerationen i en pendel (se Figur 1). Skriv nu först ned ditt eget svar på denna fråga innan du läser vidare.

FRÅGOR OM ACCELERATION i pendlar kan locka fram många oklarheter. Även om studenter i princip vet att fysikens acceleration är tidsderivatan av hastighetsvektorn, $\mathbf{a} = d\mathbf{v}/dt$, ligger vardagsbetydelsen "fartökning" nära till hands. En gunga kan vara ett spännande fysiklaboratorium, där "kroppen" i Newtons lagar kan få vara den egna kroppen som upplever de krafter som behövs för acceleration. Kopplingen mellan kraft och acceleration genom Newtons andra lag, $\mathbf{a} = \mathbf{F}/m$, är mindre självklar än man som lärare vill tro. Studenter som försöker reda ut accelerationen i lägsta punkten på en gunga kan komma fram till att "accelerationen är noll, men det finns i alla fall en kraft". De skulle då troligen välja alternativ D i Figur 1. Andra studenter kan komma ihåg att de lärt sig att "centripetalkraften är alltid en resultant", även om detta bara gäller i likformig cirkelrörelse. Det svarsalternativ som ligger närmast till hands är då C.

Figur 2 visar hur deltagarna svarade vid den första röstningen. Efter några minuters diskussion genomfördes en ny omröstning där dubbelt så många angav korrekt svar, det vill säga alternativ B. Figur 3 visar en jämförelse mellan svaren före och efter diskussionen. Programvaran gör det också möjligt att gruppera deltagarna. Tidigare under presentationen hade alla fått ange



Figur 1: En kula fäst i ett snöre pendlar under inverkan av tyngdkraften. Vilket av alternativen A–E beskriver bäst kulans acceleration i de fem lägena då den är på väg åt höger i figuren? De yttersta punkterna är kulans vändlägen.

om de såg sig som "fysiker" eller "icke-fysiker". I Figur 3 delas frekvensen av de olika svarsalternativen upp i dessa grupper.

Bland de som tryckt på knappen för det svar som angav att de är fysiker var det 40 procent som svarade korrekt före diskussionen, men ingen av övriga deltagare. Efter en livlig diskussion bland deltagarna gav 78 procent av fysikerna korrekt svar och 22 procent av övriga. Detta är ett ganska typiskt resultat vid denna typ av undervisning.

FÖR ATT FRÅGORNA till klassen skall leda till bra diskussioner behöver de vara lagom utmanande. Samma fråga kan naturligtvis fungera på olika sätt i olika grupper. Eric Mazurs bok om peer instruction innehåller många förslag till frågor. Helst ska drygt hälften av studenterna välja korrekt svarsalternativ vid första "röstningen". Diskussionen med bänkgrannen innebär att även de studenter som svarat rätt fördjupar sin förståelse av begreppet, genom att tänka igenom alternativa sätt att uppfatta det. En klass som vant sig vid att arbeta på detta sätt kan skina upp i förväntan inför stimulerande diskussioner när en bra fråga introduceras på overheadblad eller projektor.

Studenterna kan svara med handuppräckning, när man lyckats skapa tillräcklig trygghet i en studentgrupp. En annan möjlighet är att använda färgade papperslappar för olika svarsalternativ. Fördelen med elektroniska hjälpmedel är naturligtvis att studenterna kan vara anonyma – och att resultaten kan lagras för senare analys. Studenternas anonymitet gör det betydligt lättare för läraren att få med sig studenterna. För den som är ovan vid denna undervisningsform innebär mentometerknapparna en betydligt lägre tröskel för att komma igång.

Att dela med sig

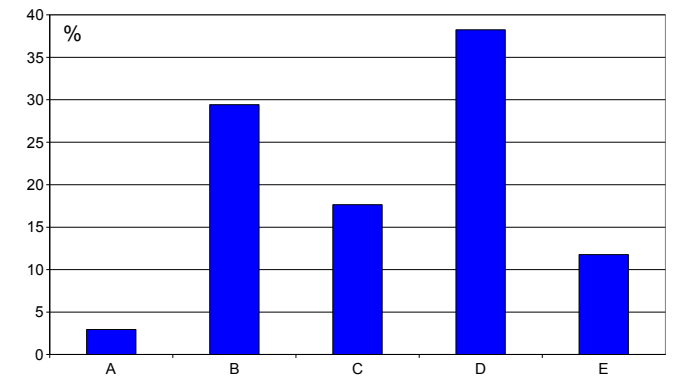
En viktig del av Scholarship of Teaching and Learning (SoTL) är att lärare delar med sig av sina erfarenheter och tar del av andras. Under workshopen i Uppsala berättade Margareta Enghag från Mälardalens högskola och Sune Pettersson om problemlösning i grupp och kontextrika problem. Sören Holst från Stockholms universitet talade om det samarbete som inlett kring peer instruction. Mats Daniels från Uppsala universitet talade om användningen av interaktiva reflektioner för lärande och bedömning inom datavetenskap. Vidar Frette från Høgskolan i Haugesund, Norge berättade om hur man avsatt en stor del av undervisningstid för att låta studenterna själva förklara för läraren om hur de uppfattar olika fenomen eller löser fysikaliska problem.

Hur ska man få studenter att göra hemuppgifter utan att man som lärare måste lägga mycket tid på att rätta dem? Ett hjälpmedel är resursen "Mastering Physics" som introducerades av Göran Manneberg från KTH.

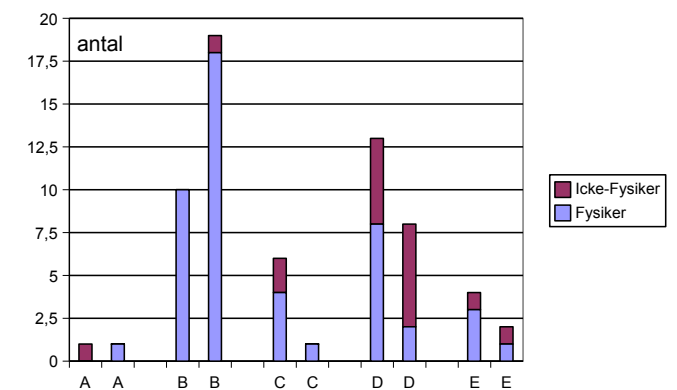
Fortsättning i Göteborg

Diskussionerna mellan deltagarna hann bara börja under mötet i Uppsala. Tack vare stöd från NSHU (Myndigheten för nätverk och samarbete inom högre utbildning) kan vi bjuda in till en fortsättning i Göteborg redan i höst, 23–24 oktober.

Till denna workshop har vi bjudit in David Hammer från University of Maryland och Ruth Chabay och Bruce Sherwood från North Carolina State University som på olika sätt kommer att belysa hur forskning om undervisning och lärande i fysikdidaktik kan leda till en moderniserad fysikutbildning och för-



Figur 2: Fördelning av svar före diskussioner bland deltagarna.



Figur 3: En jämförelse mellan svaren före och efter (vänster respektive höger stapel för varje alternativ) diskussionen med grannen. De totalt 34 deltagarna hade dessutom svarat på en inledande fråga om de är fysiker eller inte.

bättrat uppnående av lärandemål. Ference Marton från Göteborgs universitet kommer också att tala om variationsteori som ett nytt sätt att förstå lärande i högre utbildning.

ANN-MARIE PENDRILL

Programmet för workshopen i Göteborg 23–24 oktober finns på <http://physics.gu.se/~f3aamp/edu/sotl/>

Läs mer:

Om Society of Scholarship of Teaching and Learning: www.issotl.org/tutorial/sotltutorial/home.html och academics.georgiasouthern.edu/ijso/

APS Education Statements finns på www.aps.org/publications/apsnews/199908/statements.cfm

E.F Redish, *Teaching physics with the physics suite*, (Wiley, 2003) Se även www2.physics.umd.edu/~redish/Book/

A-M Pendrill och G Williams, *Swings and Slides*, Physics Education, 40, 527 (2005)

E Mazur, *Peer Instruction, A Users Manual*, (Prentice Hall, 1997)

David Hammers (inbjuden till workshopen i Gbg) hemsida finns på www2.physics.umd.edu/~davidham

R. Chabay och B. Sherwood, *Matter and Interactions*, (Wiley, 2007) Se även www4.ncsu.edu/~rwchabay/mi/

Om symmetriska tankar formulerade av en onaturvetenskaplig tänkare

RECENSION

Ingmar Bergström

"Platons former

i skrift, konst, teknik och naturvetenskap"

Carlsson bokförlag

INGEMAR BERGSTRÖMS BOK *Platons former* tar sin utgångspunkt i Platons dialog Timaios och de geometriska begreppen tetraeden, oktaedern, ikosaedern, kuben och dodekaedern. Platon kopplar de symmetriska formerna till elementläran och eld, luft, vatten, jord respektive etern. Ingmar Bergström spårar Platons geometriska begrepp i olika sammanhang där de uppträder i konstverk, arkitektur, utformningen av golv och väggbeläggningar från tiden före vår tideräkning till idag. Även kolföreningarna fullerenerna spelar en central roll i framställningen då de kan beskrivas som ett skal av kolatomer förenade i hexagoner och pentagoner precis som dagens fotboll.

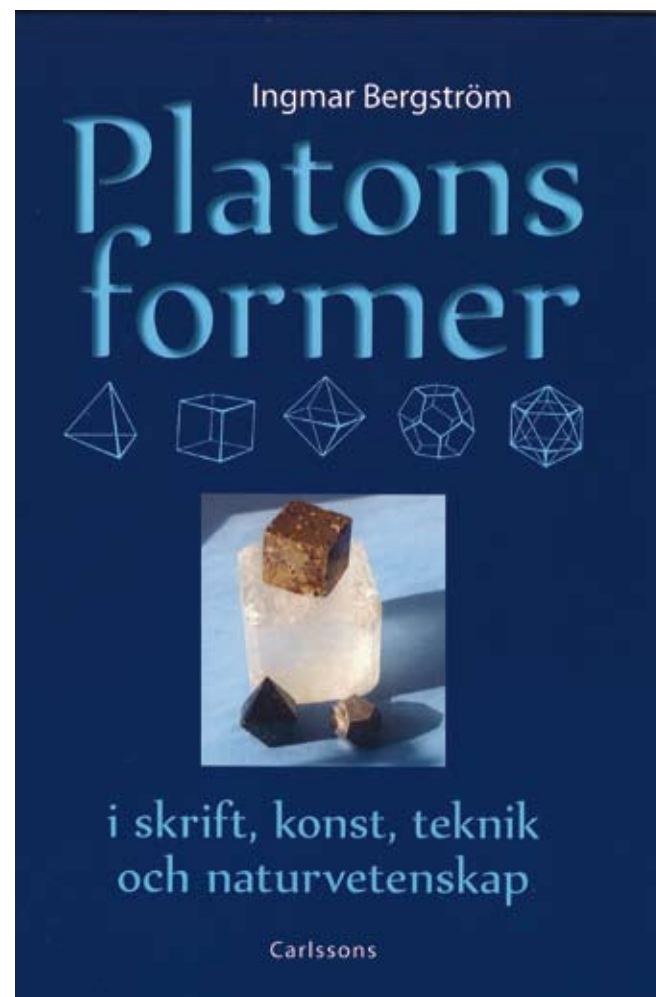
Det är ingen mystik i detta men kan tjäna som en röd tråd i en reseskildring i tid, rum och tanke. Det handlar om en partikelfysiker som finner intressanta antika tankar som överlevt till dagens konst och naturvetenskap. Skildringen har många stickspår med analogier som både är humoristiska och minst sagt spekulativa. Jag tror att det måste bli så om man tar Platons och för den del Aristoteles och Pythagoras tänkande som utgångspunkt i en betraktelse av konst, arkitektur och naturvetenskap.

Platon var en genuint onaturvetenskaplig tänkare som enbart resonerade spekulativt från den kunskaps-teoretiska rationalismens principer. Han saknar helt den korrigerande empiriska ådran som dagen naturvetenskap så tungt vilar på. Det blir del-

Det är intressant att en tids geni, en som tillhörde det absoluta intellektuella toppskiktet för 2500 år sedan, idag förefaller minst sagt tokig.

vis en tokrolig skildring som i femte kapitlet "En fysiker läser Platon" kulminerar med några konstateranden så att man får sig ett härligt befriande gott skratt.

JAG FRÅGAR MIG om det överhuvudtaget är rimligt med något slag av bärande samband mellan dagens konst eller naturvetenskap och Platons skapelseberättelse, eller för den skull till något annat ur hans filosofi? Tänk om Platon istället för att förknippa vatten med ikosaedern hade givit den tetraederns form (Platons eld), något som dagens teoretiska kemister faktiskt gör. Med



stöd av kvatmekaniken får vattnets syre fyra sp³-hybridiserade valenselektronorbitaler i tetraedisk symmetri. Hade det givit oss anledning att tro att Platon hade oanade insikter som leder in i dagens fysikaliska kemi? Knappast, för när man läser Platon med dagens naturvetenskap som kriterium blir det istället "horribla sammelsurium" och ett konstaterande att "... Platon ibland förefaller totalt rubbad".

En nutidsmänniska som tänker som Platon skulle bli klassad som lite tokig av dagens forskarsamhälle. Det är intressant att en tids geni, en som tillhörde det absoluta intellektuella toppskiktet för 2500 år sedan, idag förefaller minst sagt tokig. Därför tyr sig också Ingmar till Pythagoras i stället för att få sin tankecirkel slutet.

Det är som sagt en roande och intressant bok med Ingmar Bergströms alla personliga och spretiga tankar om partikelfysik, kvanttal, konserveringsregler, fullerenmolekylernas former, människans kulturhistoria och den antika såväl som naturvetenskapens symmetritänkande.

P.-O. WESTLUND

PROF. I TEORETISK KEMI, UMEÅ UNIVERSITET

Svårt fall med fallande skiva

ETT EXPERIMENT på *Fysikaliska leksaker* på Chalmers visar hur en pappersmodell av ett lönnfrö snurrande faller rakt ner (se Fysikaktuellt 2/2008). Men hur uppför sig ett lönnblad? Ingen vet detta ännu! Den store fysikern James Clerk Maxwell upptäckte 1854 att ett fallande löv utsätts för en lyftkraft när det faller. Sedan hände inte så mycket förrän nyligen, då forskare började studera fallande skivor. Rörelsemönstret är ett av den klassiska fysikens stora olösta problem eftersom man inte lyckats lösa de så kallade Navier-Stokes-ekvationerna, som beskriver de mycket komplexa luftdynamiska förloppen, tillräckligt noggrant.

Jag studerar här en mycket enkel modell som ger lite insikt i vad som kan hända med en fallande skiva. Tre krafter verkar på den, nämligen gravitationen, en lyftkraft och luftmotståndet (friktion), se figur 1. Lyftkraften har symboliskt ritats från tyngdpunkten, men angriper i praktiken runt lövet och orsakar ett vridande moment. Observera att luftmotståndet har två oberoende komponenter, streckade i figuren. Beroende på krafternas relativa förhållande kan vi ha fem olika rörelsemönster, nämligen kombinationer av: periodiskt/ kaotiskt, roterande/ fladdrande samt lodrätt fall.

Jag introducerar här en modell för rörelsen där motståndet är proportionellt mot hastigheten och vinkelrätt mot den. Det är bekvämt att använda komplexa tal $z = x + iy$ för vektorerna i figur 1. Newtons andra ekvation kan då skrivas som

$$m \frac{d^2 z}{dt^2} = -im\gamma \frac{dz}{dt} - img$$

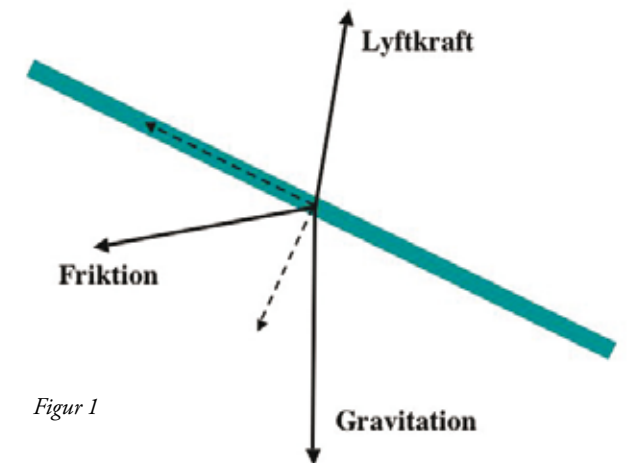
där m är massan, g jordaccelerationen och $m\gamma$ luftmotståndet. Efter vissa antaganden finner jag en lösning

$$\begin{aligned} x &= A(\sin kt - kt) \\ y &= A(\cos kt - 1) \end{aligned}$$

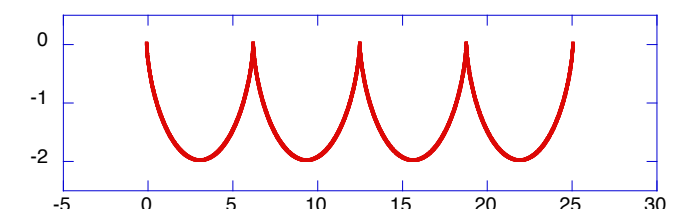
vilket är en cykloid, se figur 2. Mitt antagande om att luftmotståndet är vinkelrätt mot hastigheten innebär att den mekaniska energin bevaras och att lövet därför oscillerar på konstant höjd som synes i figur 2. Jag lägger därför empiriskt till en lodrät hastighetskomponent. Beroende på startvillkoren får jag två uppföranden hos tyngdpunkten, se figur 3. I situation A faller en vågrätt platta vaggande ("fladdrande") rakt ned. I situation B snurrar plattan runt en axel och faller snett ned. Du kan lätt observera dessa två periodiska förlopp genom att släppa ett visittkort, dels då du håller det vågrätt (fall A), dels med kortsidan lodrätt (fall B).

För andra former och storlekar på en skiva kan förloppet lätt bli kaotiskt. En sådan rörelse kan dock stabiliseras med ett roder. Ett exempel på detta är katten i figur 4. Klipp ut den och vik ut benen till horisontellt läge, växelvis åt höger och vänster. Släpp katten och observera hur den vaggar fram och åter men alltid kommer ned på fötterna. Benen är den fallande skivan, medan kroppen utgör ett roder. Den låga tyngdpunkten (ungefärligt markerad) utgör också en stabiliserande faktor. En riktig katt kommer också ner på fötterna, men av en annan (mycket intressant) fysikalisk orsak.

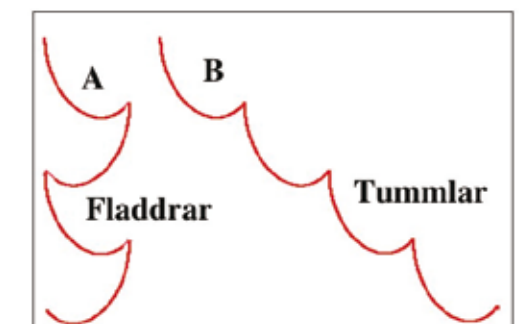
PER-OLOF NILSSON



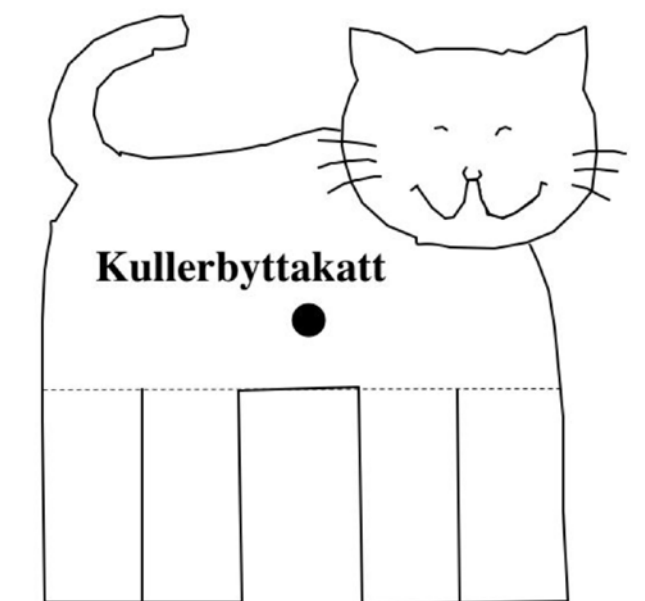
Figur 1



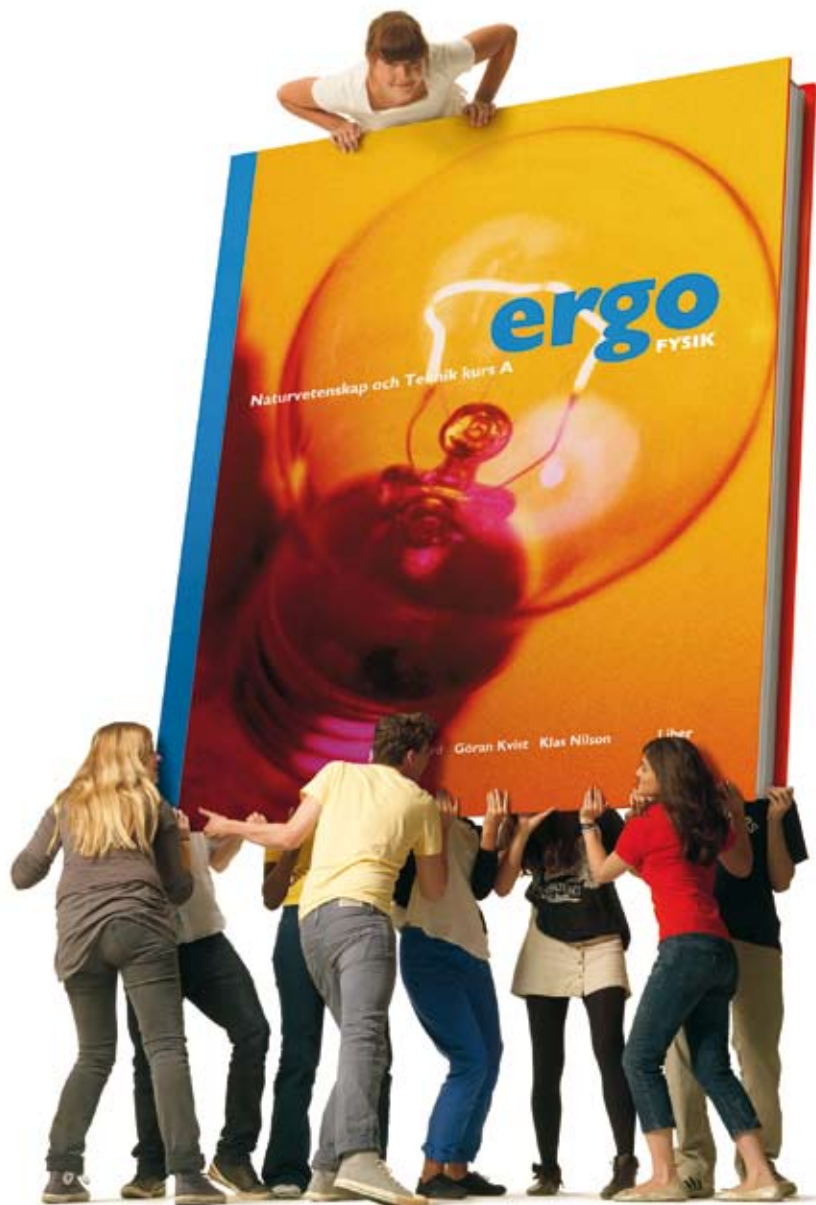
Figur 2



Figur 3



Figur 4



NYHET: Interaktiva övningar på webben

Ergo Fysik är en komplett fysikserie som vi hela tiden utvecklar för att hålla jämna steg med behoven hos dagens gymnasieelever.

Nu har vi kommit med en helt ny upplaga av Ergo Fysik A. Vi har lagt stor vikt vid att använda enkla modeller för att introducera nya kunskapsområden. Text och bild illustrerar olika fenomen innan matematiken förs in. Dessutom har vi byggt ut webbstödet med fullständiga lösningar, pedagogiska laborationer och interaktiva övningar.

Läs mer om seriens nyheter på www.liber.se/gy/naturvetenskap

GY/VUX

www.liber.se
kundservice.liber@liber.se
Tel 08 690 93 30
Fax 08 690 93 01/02