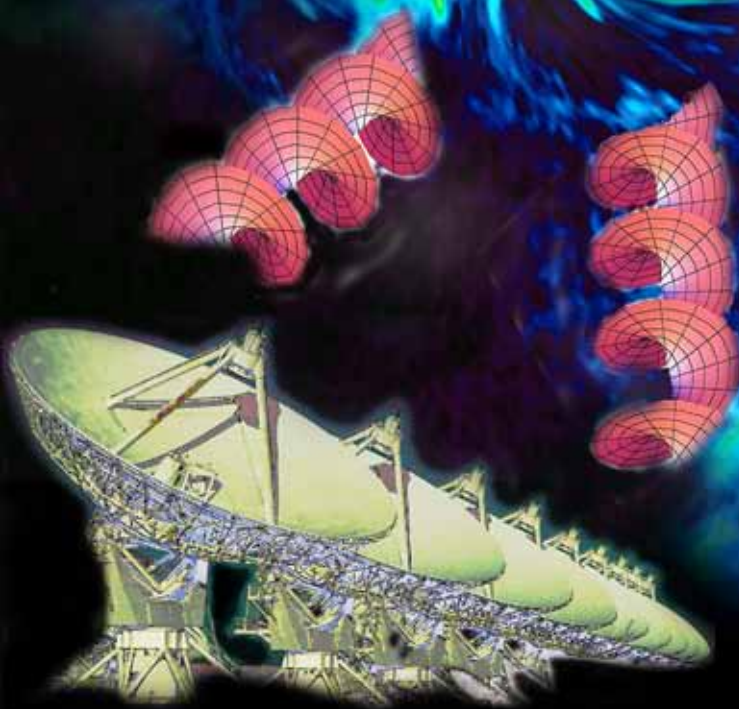
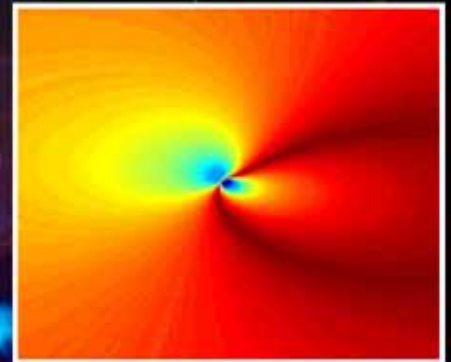


# f Fysikaktuellt

NR 1 • MARS 2011

## Så avslöjas roterande svarta hål

sidan 5



ISSN 0283-9148

**Tyska Skolan  
segrade i lag-  
fysiktävlingen**

sidan 18–19

**Framtidens  
kärnkraftverk  
kyls med bly**

sidan 12–13

**Guldkluster  
sätter fart på  
kemin**

sidan 14–15

Fysikaktuellt distribueras av 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: Karl-Fredrik Berggren,  
Linköpings universitet  
kfber@ifm.liu.se

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

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

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

Postgiro: 2683-1

E-post: kansliet@fysikersamfundet.se

Webb: www.fysikersamfundet.se

## Medlemskap

Svenska Fysikersamfundet har för närvarande cirka 900 medlemmar och ett antal stödjande medlemmar (företag och organisationer) och stödjande institutioner.

År 2010 är årsavgiften 400 kr för ordinarie medlemmar, 250 kr för pensionärer och doktorander upp till 30 år, respektive 50 kr för grundutbildningsstudenter i fysik.

Stödjande medlemskap, vilket ger kraftigt rabatterat pris på annonser i Fysikaktuellt, kostar 4000 kr per år.

Läs mer och ansök om medlemskap på  
www.fysikersamfundet.se.

## Sektioner

Inom Fysikersamfundet finns ett antal sektioner som bland annat ordnar möten och konferenser inom området. Läs mer på Fysikersamfundets hemsida.

## Kosmos

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

## Fysikaktuellt

Fysikaktuellt distribueras till alla medlemmar och gymnasieskolor fyra gånger per år. Ansvarig utgivare är Karl-Fredrik Berggren. Redaktör och annonskontakt är Ingela Roos (ingela.roos@k12.se). Övriga redaktionsmedlemmar är Bengt Edvardsson, Jenny Linde, Sören Holst och Sofia Svedhem. Reklamation av uteblivna eller felaktiga nummer sker till Fysikersamfundets kansli.

**Omslagsbilden:** Illustration av hur roterande svarta hål skruvar ljus, vilket borde kunna detekteras från jorden. Bild: Fabrizio Tamburini.

Tryck: Trydells, Laholm 2011

# Nytt på Fysikaktuellt

**VÄLKOMNA TILL ETT** nytt år med Fysikaktuellt! Efter tio månaders föräldraledighet är jag nu tillbaka som redaktör. Jag vill tacka mina vikarier Cecilia Fors och Åsa Rehnström som hållit skutan flytande under min bortovaro. Men jag är glad över att vara tillbaka igen, inte minst för att jag får njuta av lite lugn, ostörd tid framför datorn på kontoret. Att vara hemma med en bebis och en treåring är långt ifrån att vara "ledig".

Årsskiftet medförde ytterligare förändringar i Fysikaktuells redaktion. Peter Apell, som redan förra året började fasa in sin efterträdare Sofia Svedhem, har nu lämnat oss. Lika så kliver nu Thors Hans Hansson av. Han efterträds av Sören Holst, som redan gjort sig ett namn i Fysikaktuellt genom sin serie av tankeexperiment. Läs mer om Sören i faktarutan nedan!

INGELA ROOS

## FAKTA OM SÖREN HOLST

■ Sören Holst är teoretisk fysiker och arbetar vid Fysikum vid Stockholms universitet där han främst ägnar sig åt undervisning och pedagogiska frågor.

■ Disputerade år 2000 med en avhandling inom allmän relativitetsteori som handlade om den kausala strukturen hos vissa speciella rumtider, bland annat sådana som beskriver svarta hål.

■ Bor i Gubbängen i Stockholms södra utkanter.

■ Tycker att undervisning är väldigt roligt och givande. Bästa sättet att begripa något själv är att försöka förklara det för andra.

■ Brinner dessutom för rationellt tänkande och för att höja statusen hos Det goda argumentet.

■ På fritiden sjunger han i kör, spelar



piano, och diskuterar vetenskap, filosofi och samhällsfrågor med sina vänner.

■ Tycker att det vore roligt med mer debatt i Fysikaktuellt, och med artiklar som tar upp fysikens betydelse och implikationer för vår världsbild.

■ Dold talang? "Hmm. Det skulle möjligen vara att jag kan snurra med ögonen så att jag ser helt galen ut."

## Stödjande medlemmar

■ ALEGA Skolmateriel AB  
www.alega.se

■ BFI OPTILAS  
www.bfioptilas.com

■ Bokförlaget Natur och Kultur  
www.nok.se

■ Gammadata Instrument AB  
www.gammadata.net

■ Gleerups Utbildning AB  
www.gleerups.se

## Stödjande institutioner

■ Chalmers tekniska högskola, Institutionen för fundamental fysik

■ Chalmers tekniska högskola, Institutionen för teknisk fysik

■ Göteborgs universitet, Institutionen för fysik

■ Högskolan i Halmstad, IDE-sektionen

■ Karlstads universitet, Avdelningen för fysik och elektroteknik

■ Kungliga tekniska högskolan, Institutionen för teoretisk fysik

■ Myfab  
www.myfab.se

■ Laser 2000  
www.laser2000.se

■ Liber AB  
www.liber.se

■ VWR International AB  
www.vwr.com

■ Linköpings universitet, Institutionen för fysik, kemi och biologi (IFM)

■ Lunds universitet, Fysiska institutionen

■ Mittuniversitetet, Institutionen för naturvetenskap, teknik och matematik

■ Stockholms universitet, Fysikum

■ Umeå universitet, Institutionen för fysik

■ Uppsala universitet, Institutionen för fysik och astronomi

# Innehåll

## 4 SAMFUNDSINFORMATION

Information om Svenska Fysikersamfundet.

## 6 FYSIKNYHETER

Svarta hål och skruvat ljus, relativitet i bilbatteriet, kvantdetekterande bananflugor, framsteg i omdefinieringen av kilogrammet, världens första anti-laser och mycket annat.

## 11 KVANTMASKIN PRISAS

Tidskriften Science utsåg en "kvantmaskin" till det viktigaste vetenskapliga framsteget år 2010.

## 12 FRAMTIDENS KÄRNKRAFT

Fjärde generationens kärnkraftverk kan bli kylda av smält bly.

## 14 AVHANDLINGEN

Martin Amft har undersökt guldpartiklars katalytiska egenskaper.

## 16 NYBLIVEN DOKTOR

En intervju med nyblivne doktor Martin Amft.

## 17 MISSTAGET

Peter Apell berättar om den dråpliga avslutningen på sin första föreläsning.

## 18 WALLENBERGS FYSIKPRIS

Tyska skolan segrade i lagdelen av Wallenbergs Fysikpris.

## 20 PRAO PÅTEKNISK FYSIK

Hanna Gawlitza från nian har undersökt forskarnas vardag.

## 22 KARUSELLFYSIK

Med en iPhone i fickan kan man ta utmärkta mätdata under en åktur i Lilla Lots på Liseberg.

## 24 TANKEEXPERIMENT

Galileo visar med logiska argument att jorden inte alls är universums centrum.

## 26 FYSIKERPORTRÄTT

Joanna Boquist hjälper svenska företag att etablera sig i Kina.

## 27 FYSIKALISK LEKSAK

Innehållet avgör en konservburks rulleegenskaper.

# Europeisk harmonisering inom högre utbildning?

**ATT UTBILDNING PÅ** olika nivåer, från grundskola till högre utbildning ända upp till forskarutbildning, är viktigt och centralt för varje välfärdsstat är oomtvistligt. Tillväxt och förbättrad levnadsstandard i samhället är baserat på väl utbildad arbetskraft samt framgångsrik utveckling och forskning. I vår alltmer globaliserade tillvaro, så är utbyte och växelverkan med andra länder allt viktigare, inte minst inom utbildningssektorn.

Ur vår svenska synvinkel, så är växelverkan och harmoniseringen med övriga EU-länder ett primärt mål. Processen för att nå en sådan harmonisering inom den högre utbildningen har skett via den så kallade Bologna-processen mellan 47 länder i Europa i ett beslut ursprungligen taget 1999. För svensk del sjuosattes implementeringen av Bologna-processen den 1 juli 2007, som ett av de första EU-länderna. Avsikten var att denna process skulle utgöra ett verktyg för att till exempel studenter skall kunna följa och tillgodoräkna sig kurser i ett annat europeiskt land, det skall finnas kompatibla kursplaner, kursnivåer/poäng skall vara normerade, en examen erhållen i ett EU-land skall ha full giltighet och vara kompatibel med motsvarande examen i ett annat EU-land.

**MEN HUR HAR DET** då gått? Har vi nått avsedd kompatibilitet? Det europeiska fysikersamfundet (EPS) har beslutat att genomföra en studie av hur Bologna-processen har implementerats inom fysikämnet. Denna studie genomförs i tre steg, först kandidatprogrammet, sedan masterprogrammet och sist forskarutbildningen.

I förra numret av Fysikaktuellt (4/2010) redogjorde Sune Pettersson för statusen för de två första stegen i denna studie. Medan nästan samtliga länder infört ett kompatibelt poängsystem (ECTS) så visade det sig att något så fundamentalt som värdet av dessa ECTS po-

äng uppvisar avsevärda skillnader mellan EU-länderna (1 ECTS motsvarar en arbetsinsats i ett brett spann, från 7,5 upp till 40 timmar!).

**I DET SISTA STEGET** har EPS nu påbörjat motsvarande studie av implementeringen av forskarutbildningen. Också här blotats avsevärda skillnader mellan de olika EU-länderna. Att en forskarstudent är registrerad som doktorand vid en institution ter sig självklart för oss, men är ingalunda givet. Detta påverkar givetvis möjligheten till garanterad och bra handledning och därmed kvalitetssäkrande av utbildningen. Hos oss måste numera en svensk doktorand ha sin försörjning säkrad genom en doktorandanställning under hela utbildningen, men inom EU så sker försörjning fortfarande via stipendium till 40 procent.

Vidare finns det väsentliga skillnader på en rad punkter, till exempel i hur antagningen till forskarutbildning och hur examination sker, kraven på genomförda kurser och omfattningen av avhandlingsarbetet.

Detta är viktiga aspekter för att doktorander skall kunna ha ett utbyte med andra universitet, göra en del av sin forskarutbildning på ett lärosäte i annat EU land, och så småningom såsom arbetsökande kunna visa upp ett examensbevis som en arbetsgivare kan ha tillit till, oavsett från vilket EU-land doktorsexamen härrör! Det är lång väg kvar...

**PER-OLOF HOLTZ**  
STYRELSELEDAMOT  
I FYSIKERSAMFUNDET





"Sharing methods, exchanging ideas" - Physics Days 2011, Helsinki

The second Joint Nordic Physics Meeting and  
the 45th Annual Meeting of the Finnish Physical Society

Time: 29.–31.3.2011

Place: Scandic Marina Congress Center, Helsinki, Finland



**Local Organizers:**

Finnish Physical Society  
Dept of Physics, University of Helsinki

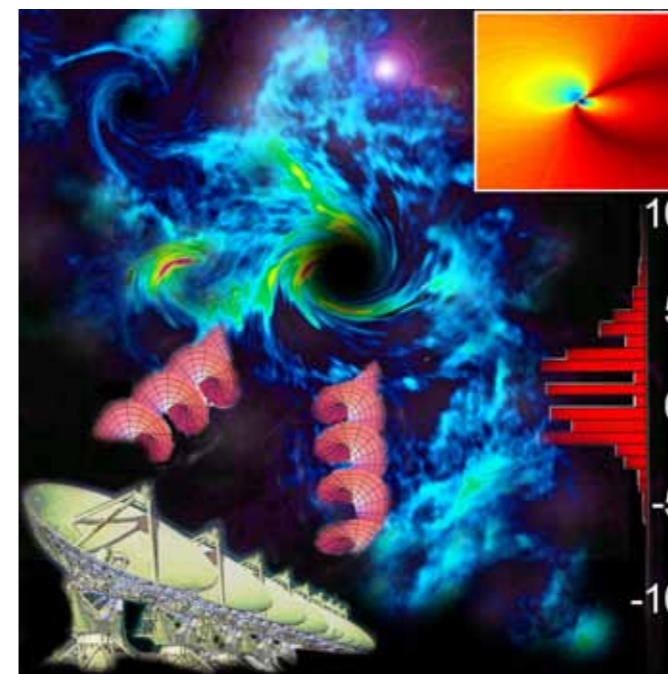
**In collaboration with:**

Danish Physical Society  
Estonian Physical Society  
Icelandic Physical Society  
Norwegian Physical Society  
Swedish Physical Society

[www.physics.helsinki.fi/fp2011/](http://www.physics.helsinki.fi/fp2011/)



SUOMEN FYSIKKOSEURA  
FINLANDS FYSIKERFÖRENING R.Y.



Det skruvade ljuset som roterande svarta hål ger upphov till borde kunna detekteras från jorden, till exempel med det europeiska radioteleskopet Lofar (Low frequency array). En av Lofars många stationer håller på att byggas vid Onsala-observatoriet strax söder om Göteborg.

Bild: Fabrizio Tamburini

## Skruvat ljus kan avslöja roterande svarta hål

Roterande svarta hål är svåra att upptäcka och mäta. Men nu har forskare visat att de borde avslöjas genom att de skruvar förbipasserande ljus.

DE FLESTA, KANSKE alla, galaxer har ett supermassivt svart hål i sitt centrum. I vår egen galax Vintergatan är med all sannolikhet objektet Sagittarius A\* i stjärnbilden Skytten ett sådant.

Genom att studera hastighetsfördelningen av stjärnor i galaxerna har astronomerna kommit fram till att de supermassiva svarta hålen troligtvis roterar. Mätmetoderna är emellertid vaga och ingen kan säkert räkna ut hur snabbt hålen snurrar.

Men nu har ett internationellt forskarlag, däribland Bo Thidé vid Institutet för rymdfysik i Uppsala, visat att de roterande svarta hålen borde lämna ett avtryck på förbipasserande strålning. Enligt den allmänna relativitetsteorin kröker massiva objekt rumtiden. De roterande svarta hålen har så enorm massa att tid

och rum virvlar runt i närheten av dem.

Den virvlande rumtiden sätter ett speciellt avtryck, i form av så kallat banimpulsmoment, på förbipasserande strålning. Olika delar av vågfronten upplever olika rumtider vilket ger strålningens fas en särpräglad skruvad rumslik fördelning. Genom att mäta strålningens skruvning borde man alltså kunna bekräfta existensen av roterande svarta hål.

Men ännu återstår att praktiskt bekräfta metoden i verkligheten. Forskarlaget menar att dagens bästa teleskop borde kunna klara uppgiften bara de konfigureras på rätt sätt. Genom att observera på flera olika våglängder skulle dessutom ett eventuellt mellanliggande plasmamoln kunna avbildas.

Arbetet har fått mycket uppmärksamhet i internationell vetenskapspress och Fysikaktuellt har fått indikationer om att en uppföljning redan är på gång.

INGELA ROOS

Originalartikel: F. Tamburini m.fl, Nature Physics DOI:10.1038/NPHYS1907 (2011)

## Aktuellt

- Second Nordic Physics Meeting äger rum i Helsingfors 29–31 mars. Information och registrering: [www.physics.helsinki.fi/fp2011/](http://www.physics.helsinki.fi/fp2011/)
- Research Academy for Young Scientists (Rays) är en nystartad sommarforsarskola för gymnasister. Sista ansökningsdag är 27 mars. [www.raysforexcellence.se](http://www.raysforexcellence.se)
- Finalen i gymnasiävlingen Wallenbergs fysikpris äger rum i Umeå 25–26 mars. [www.fysikersamfundet.se/fysiktavlingen.html](http://www.fysikersamfundet.se/fysiktavlingen.html)
- Ingvar Lindqvist-dagen för lärare på Kungliga Vetenskapsakademien 29 mars klockan 13:00–18:00. Bland annat föreläser Ulf Danielsson, Uppsala universitet, om kosmologi. [www.kva.se](http://www.kva.se)
- "A geometer explores the universe", öppen föreläsning med Michael Atiyah, University of Edinburgh, på Kungliga Vetenskapsakademien 13 april klockan 18:00. [www.kva.se](http://www.kva.se)
- Europhysics Letters fyller 25 år 2011. För att fira detta planeras bland annat ett jubileumssymposium under rubriken "Frontiers of Physics" i München 2–4 maj. Ingen registreringsavgift tas ut. [www.epl25.org](http://www.epl25.org)
- Vetenskapsfestivalen i Göteborg 10–15 maj. [www.vetenskapsfestivalen.se](http://www.vetenskapsfestivalen.se)
- Stephen Hawking, Brian Greene och Andrei Linde kommer att ge populära föreläsningar för allmänheten i Universitetsaulan, Uppsala universitet 2 juli. Föreläsningarna sker i samband med strängteorikonferensen "Strings 2011" i Uppsala 27/6–2/7. [strings2011.se](http://strings2011.se)
- Svenska Fysikersamfundets årsmöte hålls i Uppsala 21 oktober. [www.fysikersamfundet.se](http://www.fysikersamfundet.se)
- Fysikersamfundets remissvar på skolverkets förslag till "Ämnesplan för fysik i Gy 2011" finns att läsa på [www.fysikersamfundet.se/remissvar100817.html](http://www.fysikersamfundet.se/remissvar100817.html)

### RADANNONSER

Nu inför vi radannonser i Fysikaktuellt. För bara 60 kr/rad (30 kr/rad för stödjande medlemmar och institutioner) kan du annonsera efter exjobbare, utrustning, böcker eller annat. Boka din annons hos redaktören på [ingela.roos@k12.se](mailto:ingela.roos@k12.se).

## Ny superdator i Linköping

**NATIONELLT** superdatorcentrum i Linköping invigde i mitten av februari ett nytt datorkluster. Maskinen har en total prestanda på 37,3 teraflop och ligger därmed på plats 386 i listan över världens snabbaste datorer.

Fem svenska forskargrupper ska använda den nya superdatorn för att forska fram nya material för hållbar energi.

– Med den datorkraften kan vi få fram detaljinformation på molekylnivå som ger oss möjlighet att designa material på ett helt nytt sätt, säger Igor Abrikosov, professor i teoretisk fysik vid Linköpings universitet, i ett pressmeddelande.

## LHC ensam kvar i jakten på Higgs

**FORSKARNA VID** Fermilab i USA ville köra sin accelerator Tevatronen i ytterligare tre år med förhoppningen om att bli först med att hitta den eftersökta Higgspartikeln. Men den amerikanska regeringen ville inte anslå mer pengar och Tevatronen måste stängas. Därmed blir europeiska Large Hadron Collider vid Cern ensam kvar i jakten på Higgs.

## Ny sommarskola för gymnasister

**I SOMMAR** är det premiär för den svenska sommarforskar-skolan "Rays – for excellence". Under fyra veckor ska 18 gymnasieelever få inblick i livet som naturvetenskaplig forskare. Grundare och projektledare är Daniel Langkilde, tidigare styrelseledamot i Förbundet Unga Forskare.

# Relativitetsteorin startar bilen

**Det behövs inget snabbflygande rymdskepp för att uppleva effekterna av Einsteins relativitetsteori. Nu har Uppsalaforskare visat att det räcker med en vanlig bil.**

**I STORT SETT** i varje bil finns ett blybatteri som klickar igång motorn. Det har en anod av bly, en katod av blydioxid och elektrolyten är svavelsyra löst i vatten. Blybatteriets stora fördel är att det ger ovanligt hög spänning – 2,1 volt per cell. Men trots att det är över 150 år gammalt har orsaken till den höga spänningen varit okänd. Liknande batterier, till exempel tennbatterier, är mycket svagare.

Nu har Uppsalaforskarna Rajeev Ahuja, Andreas Blomqvist och Peter Larsson tillsammans med ett par finska forskare löst gåtan.

Det visade sig att effekter av relativistisk kvantmekanik är

helt avgörande för den höga spänningen i blybatterier. I tunga atomer rör sig elektroner fortare nära den tunga kärnan vilket gör dem mer massiva och stabiliserar 6s-skalet. I bly, som har atomnummer 82, rör sig elektronerna med upp till 65 procent av ljushastigheten vilket påverkar elektronernas dynamik i blydioxid, blyulfat och bly.

Det tycks lite överraskande som om detta är första gången man teoretiskt försökt modellera processen i blybatteriet från grunden med kvantmekaniska beräkningar. Forskargruppen har använt flera olika beräkningsmetoder och alla ger samma resultat och överensstämmer med experiment.

Forskarna har räknat ut att hela åttio procent av blybatteriets spänning beror på de här



Bilbatteri

relativistiska effekterna. Utan dem skulle spänningen endast bli 0,4 volt (jämförbart med ett tennbatteri) och bilen skulle inte starta. Detta är ett slående exempel på "vardagsrelativitet".

INGELA ROOS

Originalartikel: R. Ahuja, A. Blomqvist, P. Larsson, P. Pyykkö, P. Zaleski-Egjerd, Physical Review Letters **106**, 018301 (2011)

## Bananflugan skiljer ut tungt väte

**Försök med bananflugor styrker teorin att luktsinnet kan bygga på molekylvibrationer.**

**BANANFLUGOR KAN** enkelt tränas att känna igen olika dofter. Nu har grekiska forskare visat att flugorna även kan skilja på prover av samma doftämne om

väte i doftmolekylen ersatts av deuterium i det ena provet. Det är det första experimentella resultatet som styrker den kontroversiella teorin att luktorganet identifierar dofter genom deras molekylvibrationer.

Den dominerande teorin om luktsinnet bygger istället på form. Ungefär som nycklar i

nyckelhål passar olika doftmolekyler i olika håligheter i luktorganet.

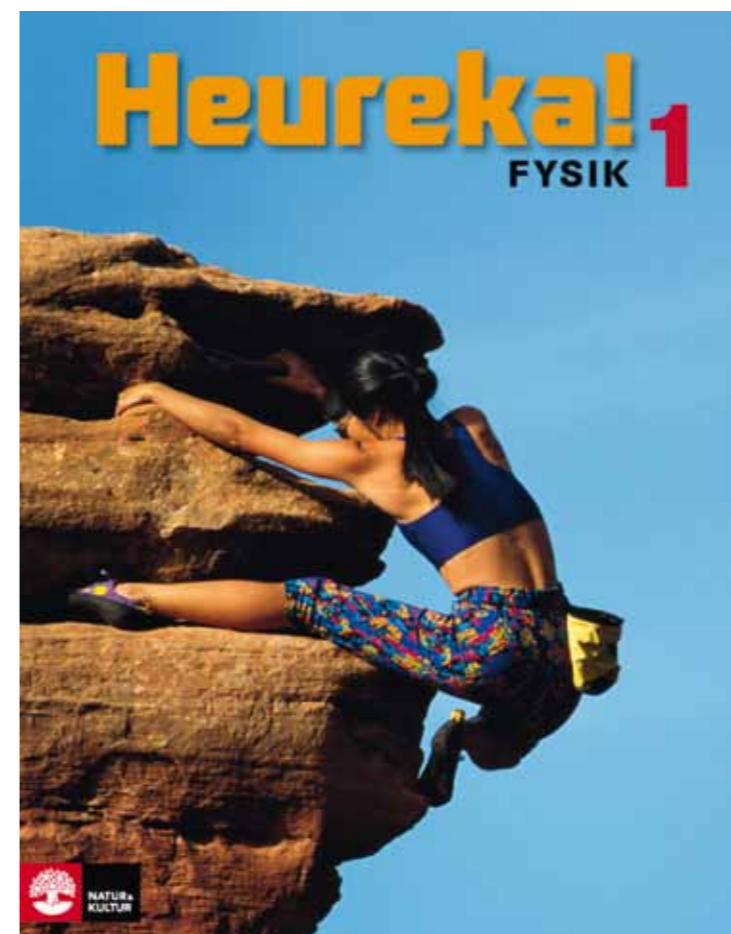
Men doftmolekylers form förblir oförändrad när väte ersätts av deuterium. Däremot är deuteriumatomer dubbelt så tunga som vanliga väteatomer, och vibrerar därför långsammare när de är bundna i en molekyl. Denna vibrationsskillnad menar alltså forskarna att flugorna kan detektera. Kanske har bananflugan en framtid som kvantdetektor?

INGELA ROOS

Originalartikel: M.I. Franco, L. Turin, A. Mershin, E.M. Skoulakis, PNAS doi:10.1073/pnas.1012293108 (2011)



*Drosophila melanogaster*  
(bananfluga)



HEUREKA!

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

# Heureka!

– eleverna förstår fysik

Heureka! är reviderad enligt Gy2011 och ger alla elever chansen att klara fysikkursen. Elevernas nyfikenhet tas till vara och språket gör fysiken lätt att förstå.

I den nya upplagan av Heureka! är de omtyckta Tänk till!-uppgifterna ännu fler. Där får eleverna använda sina kunskaper, resonera och analysera.

Den viktiga förståelsen för fysikens betydelse för individ och samhälle tas upp, liksom klimat- och miljöfrågor.

**För alla elever**

I varje kapitel finns en tydlig uppdelning mellan det som är viktigt för att kunna följa kursen och det som är mer orienterande eller svårare.

Heureka! 1 utkommer under vårterminen. Läroböcker för kurs 2 och kurs 3 ges ut successivt. Revidering pågår av Lärarhandledning, Övningar och problem samt Ledtrådar och lösningar. Nya digitala komponenter kommer att ges ut.

Se smakprov och läs mer på [www.nok.se/laromedel](http://www.nok.se/laromedel).

# FPP6 – Foundations of Probability and Physics-6

13–16 juni 2011, Linnéuniversitetet, Växjö

Välkommen till den tolfte konferensen om Quantum Foundations i Växjö!  
Huvudtema: General Questions of Quantum Foundations  
Övriga spår: Novel Approaches to Quantum Theory, Weak Measurements, Fundamentals of Quantum Mechanics tested in High Energy Physics

Mer information: [Lnu.se/fpp6](http://Lnu.se/fpp6)

 **Linnéuniversitetet**  
Kalmar Växjö

[Lnu.se](http://Lnu.se)



## Avogadroprojektet närmar sig nytt kilogram

En höganrikad, sfärisk kiselkristall ger noggrant svar på hur många atomer det går på ett kilogram.



Avogadroexperimentets anrikade kisel-28-klot. I dess yta speglar sig en kopia av kilogram-prototypen.

FORSKARE VÄRLDEN över kämpar för att hitta en ny kilogramdefinition baserad på någon naturkonstant, vilket vi rapporterade om i Fysikaktuellt 3/2009. Den nuvarande definitionen – en metallcylinder som förvaras i Frankrike – dras nämligen med flertalet problem.

Peter Becker vid Tysklands nationella mätinstitut PTB leder Avogadroprojektet. De försöker definiera kilogrammet som vikten av ett visst antal atomer, närmare bestämt som antalet kiselatomer i en enkilos klotformad kiselkristall. Tidigare har de fått stora mätosäkerheter på grund av att naturligt kisel innehåller flera isotoper.

Forskarna i Avogadroprojektet lät därför tillverka ett

klot av höganrikad kisel-28. Nu har de gjort mätningar på det nya klotet och fått ner mätosäkerheten till  $3,0 \cdot 10^{-8}$ . När de finslipat sina metoder tror Peter Becker och hans kollegor att de kan minska osäkerheten till under  $2,0 \cdot 10^{-8}$ , vilket är vad Internationella mått- och viktbyrån kräver för en ny kilogramdefinition.

INGELA ROOS

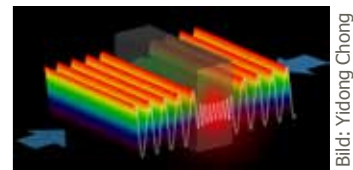
Originalartikel: B. Andreas m.fl., Physical Review Letters **106**, 030801 (2011)

## Fotoner blir Bose-Einsteinkondensat

BOSE-EINSTEINKONDENSAT förutsades redan på 1920-talet av fysikerna Bose och Einstein. De menade att om man kyler en samling atomer med heltaligt spinn nästan ned till absoluta nollpunkten så kommer de allihopa att hamna i samma kvantmekaniska tillstånd. Då uppför atomerna sig kollektivt, nästan som om de vore en enda atom.

1995 lyckades två forskargrupper var för sig att framställa Bose-Einsteinkondensat, vilket gav dem ett Nobelpris sex år senare. Nyligen tog en tysk forskargrupp ytterligare ett steg framåt när de lyckades skapa ett Bose-Einsteinkondensat av fotoner. Bedriften är stor eftersom fotoner har en tendens att absorberas av atomer i utrustningen. De tyska forskarna höll fotonerna fångade i en kavitet och tillsatte färgmolekyler för att hjälpa fotonerna att komma i termisk jämvikt.

Originalartikel: J. Klaers m.fl., Nature **468**, 536-548 (2010)



Principskiss av ljuset i en anti-laser.

## Omvänd laser absorberar ljus

FYSIKER VID Yale universitet har byggt världens första anti-laser. Den är som en vanlig laser fast omvänt – den släcker ut inkommande laserljus.

Yale-forskarna delade upp laserstrålen som de ville släcka ut i två delar och lät dem lysa in i en kiselbricka från varsitt håll. Ändarna på brickan fungerar som speglar och laserljuset fångades där inne. Ljuset studades fram och tillbaka tills det blivit absorberat och omvandlat till värmeenergi av kiselatomerna.

Originalartikel: W. Wan m.fl., Science **331**, 889-892 (2011)



Minst sex planeter kretsar kring den sollika stjärnan Kepler-11.

## Helt planet-system upptäckt

AMERIKANSKA astronomer har hela sex planeter kring stjärnan Kepler-11. Planetsystemet ligger tvåusen ljusår bort och upptäcktes med hjälp av Nasas rymdteleskop Kepler. Det är den största gruppen av exoplaneter som upptäckts kring samma stjärna. Alla planeterna är tyngre än jorden och ligger betydligt närmare sin stjärna.

På Högskoleverkets hemsida finns motiveringar till alla beslut: [www.hsv.se/publikationerarkiv/pressmeddelanden/2011/listanpab eslutomammneslararexamen.5.4dfb54fa12d0dded89580002451.html](http://www.hsv.se/publikationerarkiv/pressmeddelanden/2011/listanpab eslutomammneslararexamen.5.4dfb54fa12d0dded89580002451.html).

ANNE-SOFIE MÅRTENSSON  
UNDERVISNINGSEKTIONEN

## Nya fysiklärare från Linné till Luleå

Från och med i höst träder en ny lärarutbildning i kraft. Den som vill bli fysiklärare på gymnasiet eller i årskurs 7 till 9 i grundskolan ska nu ta en så kallad Ämneslärarexamen där fysikämnet ingår.

HÖGSKOLORNA HAR fått ansöka om examinationsrätt för varje enskilt skolämne, och Högskoleverket har i januari meddelat vilka som fått grönt ljus.

Tillstånd för gymnasielärarutbildning i fysik fick Chalmers, Göteborgs universitet, Karlstads universitet, KTH,

Linköpings universitet, Linnéuniversitetet, Luleå tekniska universitet, Mittuniversitetet, Stockholms universitet och Uppsala universitet. Mittuniversitetet fick dock inte examensrätt för matematikämnet, så där går det inte att läsa kombinationen matematik – fysik. För Högsolan Kristianstad och Lunds universitet, som gjort en gemensam ansökan, har beslut ännu inte tagits.

Fysiklärarutbildning för årskurs 7 – 9 får ges på följande lärosäten: Göteborgs universitet, Högsolan i Borås, Högsolan i Halmstad (ej matematik), Karl-

stads universitet, Linköpings universitet, Linnéuniversitetet, Malmö högskola, Mittuniversitetet (ej matematik), Stockholms universitet och Uppsala universitet. Även här saknas ännu beslut för Kristianstad/Lund.

Optics and Components  
**Instrumentation**  
**Lasers**  
Filters  
Light sources  
**Laser safety**

 **LASER 2000**  
The Future of Photonics

25 Years  
PHOTONICS  
LASER 2000



Laser 2000 GmbH  
Strandbergsgatan 61, 3tr  
SE-112 51 Stockholm

Tel: +46 8 555 36 235  
Fax: +46 8 555 36 122  
info@laser2000.se

We serve the following markets:

**Biotechnology, Life Science, Automation/Machine Vision, Aerospace/Defence and more**

Lasers and Light sources • Optical filters • Optomechanics • Laser Protection • Optical instrumentation • Colorimetry systems

**Your European Source for Optical Technologies**

[www.laser2000.se](http://www.laser2000.se)


# Logga in i den ultimata nanoupplevelsen



Vill du få tillgång till Sveriges mest avancerade forskningsutrustning inom nanoteknik? Välkommen till Myfab. Vi koordinerar renrumskapaciteten i Sverige och erbjuder senaste teknik och kompetens att hantera den.

I infrastrukturen ingår 500 instrument samt 600 forskare och drygt 80 företag verksamma inom akademisk forskning och produktutveckling. Logga in i det webbaserade bokningssystemet Myfab LIMS och framtiden öppnar sig.

Myfab är Sveriges nationella infrastruktur för mikro- och nanovetenskap. I infrastrukturen ingår Sveriges tre främsta renrum: MC2 vid Chalmers tekniska högskola i Göteborg, Ångströmlaboratoriet MSL vid Uppsala universitet och Electrumlaboratoriet vid Kungliga tekniska högskolan i Stockholm.

 **myfab** REALIZE YOUR NAVISION

myfab.se



CHALMERS



## “Kvantmaskin” utsedd till 2010 års viktigaste vetenskapliga genombrott

Nyligen utsåg tidskriften “Science” de tio mest betydelsefulla vetenskapliga genombrotten under 2010. På första plats återfinns ett experiment där de kvantmekaniska egenskaperna hos en mekanisk oscillator studeras, vilket öppnar för utforskning av kvantfenomen på en makroskopisk nivå.

NIELS BOHR LÄR ha sagt: “If quantum mechanics hasn’t profoundly shocked you, you haven’t understood it.”. Kvantmekaniken förutspår att en partikel kan finnas på två ställen samtidigt, eller att en partikel i ditt laboratorium kan säga något om en helt annan partikel som kanske befinner sig på månen. Albert Einstein kallade denna typ av icke-lokalitet för “spökläk”, och var minst sagt obekvämd med denna underliga teori.

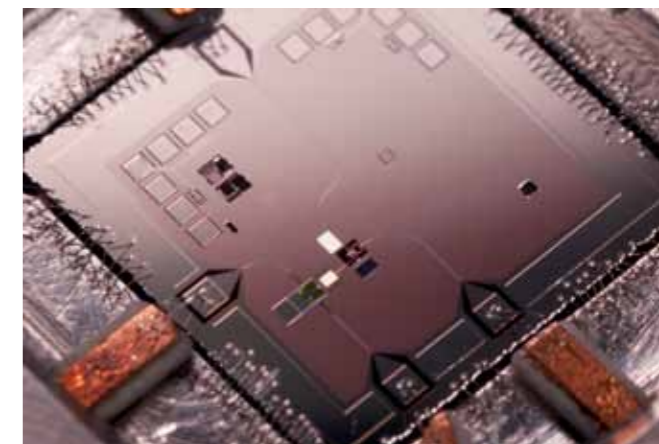
Vi kan lugnt säga att kvantmekaniken ter sig väldigt besynnerlig i jämförelse med den värld som vi upplever runt omkring oss, den värld som beskrivs väl med klassisk mekanik. Under snart ett sekel har denna säregna teori verifierats på en mikroskopisk nivå med otaliga experiment, men vad kan vi säga om kvantmekaniken på en makroskopisk nivå?

Under ledning av professor Andrew Cleland har studenten Aaron O’Connell vid University of California kylt ner en makroskopisk mekanisk oscillator (se figur 1), synlig för blotta ögat, till dess kvantmekaniska grundtillstånd, för att sedan försätta oscillatoren i en superposition av grundtillståndet och det första exciterade tillståndet.

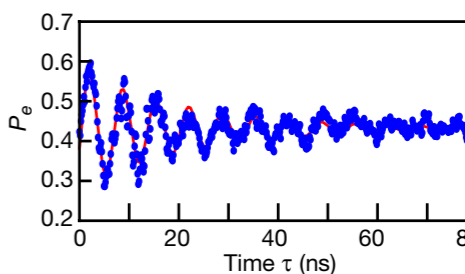
Den mekaniska oscillatoren, bestående av tunna lager av aluminium och kisel, har en piezoelektrisk egenskap vilket medför att oscillationerna skapar ett omkringliggande elektriskt fält. Detta elektriska fält känns av en elektrisk krets som beskrivs med två kvantmekaniska tillstånd, ett grund och ett exciterat tillstånd, medan den mekaniska oscillatoren består av ett oändligt antal tillstånd. Energi utbyts mellan de två kopplade systemen.

Om båda systemen befinner sig i sitt respektive grundtillstånd finns ingen energi att utbyta och inget sker. Å andra sidan, när oscillatoren befinner sig i grundtillståndet och kretsen i sitt exciterade tillstånd så kommer man vid en senare tidpunkt kunna finna kretsen i grundtillståndet och oscillatoren i dess första exciterade tillstånd. Med andra ord, kretsen kan användas för att mäta tillståndet hos oscillatoren eller att förbereda oscillatoren i ett specifikt tillstånd.

FÖR ATT ÖVERTYGA sig om att den mekaniska oscillatoren befinner sig i grundtillståndet efter nedkylning kopplas den till kretsen som också den befinner sig i sitt grundtillstånd. Man mäter tillståndet hos kretsen vid olika tidpunkter. Eftersom kretsen förblir i grundtillståndet så kan man alltså dra slutsatsen att även oscillatoren besitter enbart grundtillståndet.



Figur 1. Den mekaniska oscillatoren syns nere i vänstra hörnet i blått och grönt. Elektriska kretsen syns mellan de vita rektanglarna. Foto: Erik Lucero



Figur 2. Mätresultat av den elektriska kretsen i dess exciterade tillstånd efter interferensexperimentet. De avklingande oscillationerna härrör från förluster av de kvantmekaniska egenskaperna hos oscillatoren.

I ett andra experiment kopplas oscillatoren till en krets i det exciterade tillståndet. Koppling bryts efter att kretsens excitation delvis har förflyttat sig till oscillatoren. Oscillatoren är då i en superposition av grund och första exciterade tillståndet.

Gemensamt för alla kvantmekaniska system är att dess omgivning tenderar förstöra systemets kvantmekaniska egenskaper. För att studera dessa förluster utfördes ett interferensexperiment, se figur 2. Oscillationerna i figuren är en direkt indikation på att oscillatoren innehar ett kvantmekaniskt tillstånd, och dess avklingande ett mått på oscillatorens förluster till omgivningen.

En långsiktig förhoppning är att kunna preparera två makroskopiska oscillatorer i ett icke-lokalt tillstånd. Även om ovanstående experiment har en för kort koherens-tid (cirka 50 nanosekunder) för att möjliggöra detta, så kan vi med säkerhet blicka framåt med förväntan. Einstein yttrade en gång i tiden, “The more success quantum theory has, the sillier it looks.”. Om vi håller med Einstein så får vi nog lov att acceptera att vår värld trots allt är “silly”.

JONAS LARSON  
STOCKHOLMS UNIVERSITET

Läs mer: A. D. O’Connell m.fl, Nature 464, 697 (2010)

# Framtidens kärnreaktor ska kylas med bly

Under 20 års tid låg Sveriges kärnkraftsforskning mer eller mindre i malpåse. Men sedan ett par år tillbaka satsas det stora pengar på att utveckla en ny generation av kärnreaktorer. Smält bly ska göra dem hundra gånger effektivare än dagens kärnkraftverk.

I KÖLVATTNET AV Tjernobyloolyckan 1986 infördes i Sverige ett "tankeförbud om kärnkraft". I lagen stod det att "ingen får utarbeta konstruktionsritningar, beräkna kostnader, beställa utrustning eller vidta sådana förberedande åtgärder i syfte att inom landet uppföra en kärnkraftsreaktor".

Lagen innebar alltså inget totalförbud mot kärnkraftsforskning, men den ledde ändå till att utvecklingen inom området hämmades. År 2007 avskaffade riksdagen tankeförbudet, och forskningspengarna började rulla in igen. Med klimathotet hängande över oss har den kärntekniska forskningen blivit heta än någonsin.

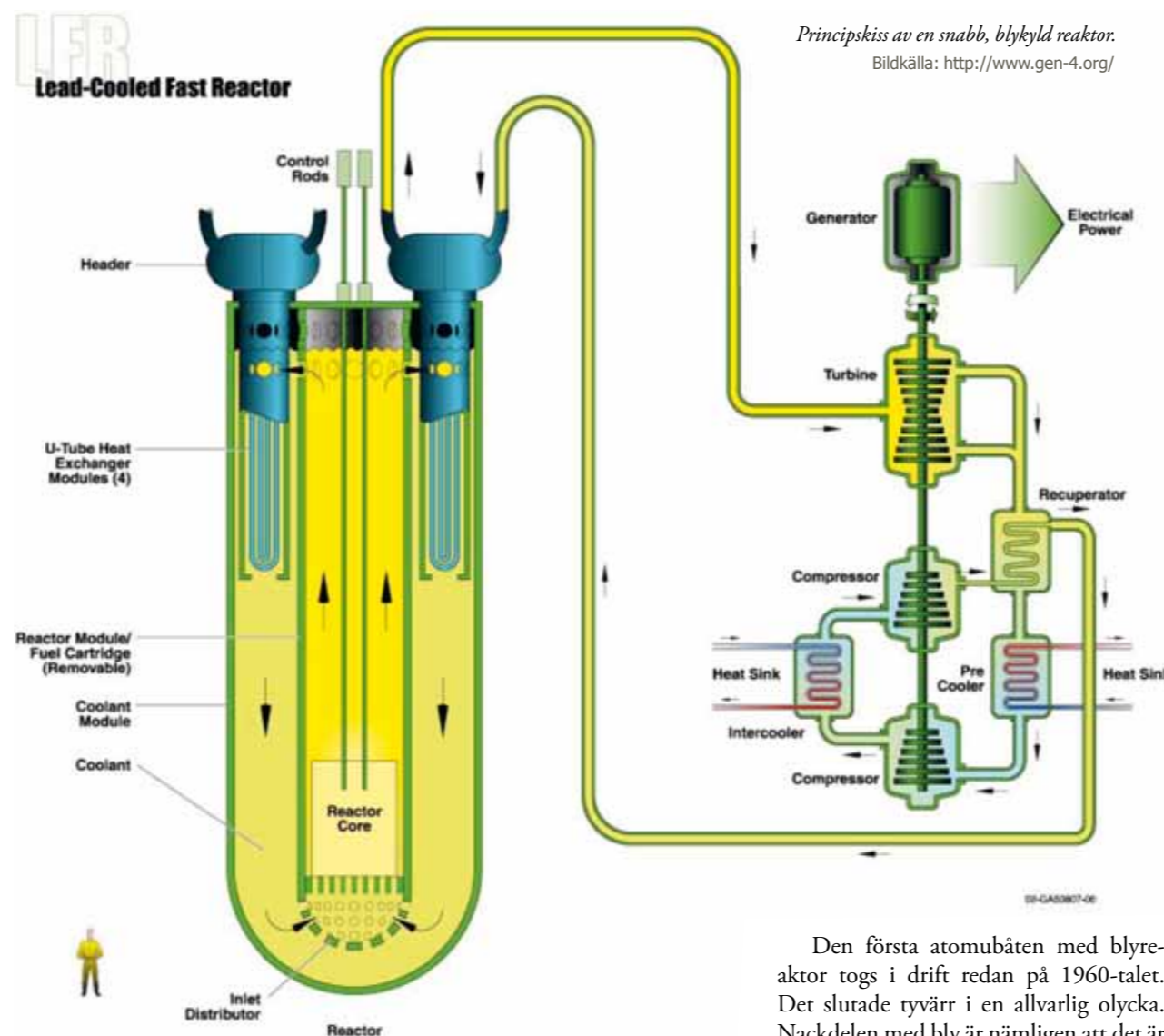
Kärnkraftens stora fördel är att den producerar billig el utan att släppa ut växthusgaser i atmosfären. Dessvärre dras den också med en del problem. Framför allt handlar det om risken för olyckor, den begränsade tillgången på bränsle och långlivet, radioaktivt avfall som måste slutförvaras i tusentals år. Kärnkraften i nuvarande kostym är därför ingen långsiktig lösning på världens energiproblem.

Forskarna siktar därför nu på att utveckla en helt ny, fjärde generation av kärnkraftsreaktorer.

– De ska utnyttja bränslet hundra gånger mer effektivt än dagens reaktorer, och dessutom minska mängden långlivet, högaktivt avfall till en hundradel, säger Janne Wallenius som är professor i reaktor fysik vid KTH.

**NYCKELN ÄR ATT** så kallade "snabba" reaktorer som, till skillnad från dagens svenska lättvattenreaktorer, inte dämpar hastigheten hos de neutroner som driver kärnreaktionerna. De snabba neutronerna gör att reaktorn kan använda upparbetat högaktivt avfall från befintliga reaktorer som bränsle. Samtidigt som den producerar el omvandlar den alltså långlivet radioaktivt avfall till relativt kortlivat avfall.

Haken är att snabba reaktorer är tekniskt komplicerade. Till exempel måste man använda smälta metaller som kylmedel, vilket är ganska besvärligt. Historiskt sett har smält natrium varit mest populärt. Sedan 1950-talet har det byggts ett tjugotal sådana reaktorer. Men som du kanske minns från högstadiets kemilektioner så brinner natrium i kontakt med luft. Därför måste det hela tiden isoleras från luft, vilket genererar mycket kostsamma tekniska lösningar för att kontrollera brandriskerna.



Janne Wallenius och hans svenska forskarkollegor vill därför satsa på smält bly istället. Förutom lägre brandrisk har bly mycket högre kokpunkt än natrium vilket minskar risken för att kylmedlet ska börja koka. Dessutom cirkulerar bly väldigt bra av sig själv när det blir varmt. Även om pumparna skulle gå sönder kan man föra bort värmen från härden med naturlig själv-cirkulation i någon timme. Forsmarkincidenten, där två av fyra nödkylpumpar inte kom i drift, hade till exempel inte blivit lika allvarlig med bly som kylmedel.

– Vi tror att blyreaktorer skulle bli ekonomiskt möjliga att driva. Tekniken är redan provad i ryska ubåtsreaktorer. Nu vill vi kommersialisera och använda den i civila kärnkraftverk, säger Janne Wallenius.

Den första atomubåten med blyreaktor togs i drift redan på 1960-talet. Det slutade tyvärr i en allvarlig olycka. Nackdelen med bly är nämligen att det är mycket korrosivt. Det attackerar stål och reagerar med syre. I ubåten täppte blyoxider till ingången till reaktorhärden vilket ledde till en partiell härdsmläta.

Efter olyckan stoppade Sovjetunionen programmet med blyreaktorer. Så småningom löste de problemet genom att kontrollera halten av syre i blysmältan. Olycksbåten fick sedan sex efterföljare som körde utan problem relaterade till blyet.

**MEN TILL SKILLNAD** från en ubåt ska ett

## GENIUS

- Genius (Generation IV-forskning i universitets-Sverige) är ett samarbete mellan Uppsala universitet, Chalmers och KTH.
- Målet är att utveckla den teknik som behövs för att säkert och ekonomiskt kunna bygga och köra fjärde generationens kärnreaktorer, i synnerhet snabba, blykylda reaktorer.
- Genius finansieras av Vetenskapsrådet och har för perioden 2009-2012 beviljats 36 miljoner kronor.
- Genius-projektet är indelat i tre huvudområden: bränsleutveckling, materialforskning samt säkerhet.
- Mer information finns på <http://genius.kth.se/>.



Foto: Lina Bertling

Janne Wallenius är professor i reaktor fysik vid KTH och koordinatör för det svenska Genius-projektet (se faktarutan).

kärnkraftverk gå för fullt i princip hela året om. Det ställer betydligt högre krav på materialen. Och här saknas det fortfarande pusselbitar.

– Vi måste hitta stål som är ännu motståndskraftigare mot blyets korrosion, förklarar Janne Wallenius.

De senaste tio åren har forskningen på området varit intensiv. På KTH har det till exempel byggts en speciell anläggning för att prova avancerade stålsammansättningar i bly. Det saknas även material med tillräckligt lång livslängd att bygga pumpar av.

Ett annat område som kräver ytterligare forskning är återanvändningen av avfall. Redan idag upparbetas avfall i en del länder, men det handlar enbart om plutonium. I fjärde generationens reaktorer är avsikten att samtliga högaktiva och långlivade transuraner ska återcirkuleras och förvandlas till kortlivat avfall. Framför allt saknas anläggningar för att återvinna americium. Chalmers ligger emellertid långt framme och i Frankrike planerar man att bygga en testanläggning i början av 2020-talet.

Blyreaktorer är heta forskningsområden även i Ryssland, Belgien och Italien.

Janne Wallenius bedömer att Ryssland ligger i täten med fyra-fem års försprång.

– Vi samarbetar med dem, men på vissa områden är de hemliga. Men vad gäller återvinning av americium ligger Europa utan tvekan först.

Det finns planer på att bygga tre blybaserade demonstrationsreaktorer i Europa under 2020-talet.

– Och vi på KTH hoppas att vi kan bygga en liten testreaktor i Sverige också, säger Janne Wallenius.

Svenska regeringen har nyligen avsatt hundra miljoner kronor för att svenska forskare ska få delta i det franska Astrid-projektet vars mål är att ta i drift en natriumkyld reaktor om tio år.

– Det är förvisso inte natrium vi fokuserar på, men vi kan skaffa oss erfarenheter om hur man bygger en metallkyld reaktor, säger Janne Wallenius.

**INGELA ROOS**

Det ovannämnda svensk-franska samarbetet kan man läsa mer om i avtalet "Cooperation Agreement in the field of Nuclear Energy Research" som går att begära ut från Vetenskapsrådet.

# Kluster av guldatomer sätter fart på kemin

Att guld är en metall som inte gärna reagerar med andra ämnen får man lära sig redan i grundskolan. Mindre känt är att guld har potentialen att bli ett attraktivt ämne för att bygga nanometerstora katalysatorer för en rad viktiga kemiska reaktioner.

**GULDETS KARRIÄR SOM** katalysator började redan 1823, då den tyske kemisten Johann Wolfgang Döbereiner upptäckte att guld, precis som andra ädla metaller, har förmågan att katalysera nedbrytningen av ammoniak. Han blev dock snuvad på att publicera sina upptäckter först, då de franska kemisterna Pierre Louis Dulong och Louis Jacques Thenard fick kunskap om Döbereiners experiment, reproducerade dem, och lyckades även publicera resultaten innan Döbereiner.

Men guldets katalytiska förmåga fick bara lite uppmärksamhet fram till år 1987. Då upptäckte den japanske forskaren Masatake Haruta att guldkluster på olika metalloxydytor kan katalysera oxidationen av kolmonoxid vid temperaturer under 0°C. Det kunde till exempel vara användbart i bilkatalysatorer, där andra ädelmetaller som platina, palladium och rodium behöver temperaturer på hela 400–800°C för samma uppgift.

**DE SENASTE TVÅ** åren av min doktorandtid har jag undersökt bland annat guldets egenskaper som nanokatalysator. Till skillnad från vanliga katalysatorer följer deras egenskaper inga enkla lagar, så som "om man höjer förhållandet mellan materialets yta och dess volym, så får man en bättre katalysator" som oftast gäller för vanliga katalytiska material. I synnerhet forskade jag på små guldkluster som kan vara katalytiskt aktiva för några intressanta kemiska reaktioner, som oxidation av kolmonoxid eller vattengasskiftreaktionen där kolmonoxid reagerar med vattenånga och bildar koldioxid och väte.

Med kluster menas i allmänhet ansamlingar av några få till flera tusen atomer eller molekyler. De har oftast oväntade elektroniska eller strukturella egenskaper, och särskilt egenskaperna hos de minsta klustren kan ändras dramatiskt med varje atom som läggs till eller tas bort. En annan viktig och till synes oväntad egenskap hos guldkluster är att deras katalytiska förmåga kan bli större ju mindre partiklarna är. För andra ädelmetaller måste klustren vara betydligt större för att få samma effekt – och deras katalytiska förmåga minskar när man krymper klusternas storlek. Varför guldp Partiklar beter sig annorlunda än de andra ädelmetallerna är än så länge inte fullständigt förklarad.

**FÖR ATT FÖRSTÅ** dessa system bättre har jag först och främst använt teoretiska beräkningsmetoder som bygger på den så kallade täthetsfunktionalteorin från mitten av 1960-talet. Teorin används för att beskriva godtyckliga materials elektronstruktur och därmed förutsäga en rad av deras fysikaliska och kemiska egenskaper. Teorin ersätter Schrödingerekvationen för  $N$  växelverkande elektroner, det vill säga en vågfunktion med  $3N$  variabler, med en motsvarande egenvärdeekvation för tätheten. Den är en skalär storhet av bara tre variabler och därmed betydligt mer lätthanterlig. Inom täthetsfunktionalteorin kan man visa att ett systems grundtillståndsenergi är en entydig funktion av tätheten, det vill säga att den kinetiska energin och växelverkansenergin

kan skrivas som funktionaler av tätheten.

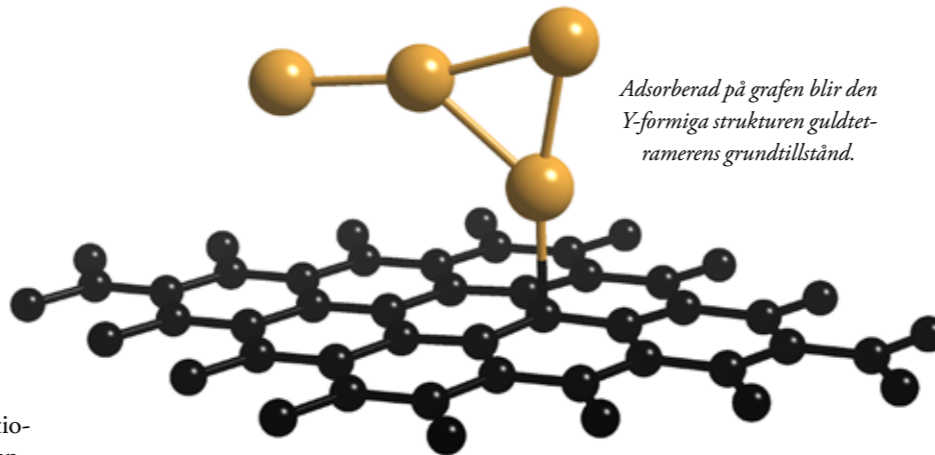
I princip är täthetsfunktionalteorin exakt och beskriver ett elektronsystem fullständigt. Men den så kallade utbytes- och korrelationsandelen av växelverkansenergin är inte känd för godtyckliga tätheter, och därför behöver de approximeras. Utvecklingen av nya förbättrade funktionaler pågår fortfarande, vilket leder till ständigt bättre approximationer.

Det finns en stor mängd olika implementeringar av teorin i datorprogram som gör det möjligt att beräkna den elektroniska strukturen av godtyckliga material – allt från enkla kristallstrukturer till stora biologiska molekyler. Den elektroniska strukturen bestämmer en hel rad fysikaliska och kemiska egenskaper, till exempel om ett material är en metall eller om ett kluster kan fungera som katalysator för en viss kemisk reaktion. Det betyder att dessa metoder kan användas för att (1) tolka och bättre förstå mikroskopiska mekanismer i befintliga experimentella resultat, samt (2) förutspå och skraddars nya material i datorn. Mina projekt tillhör i första hand den första kategorin.

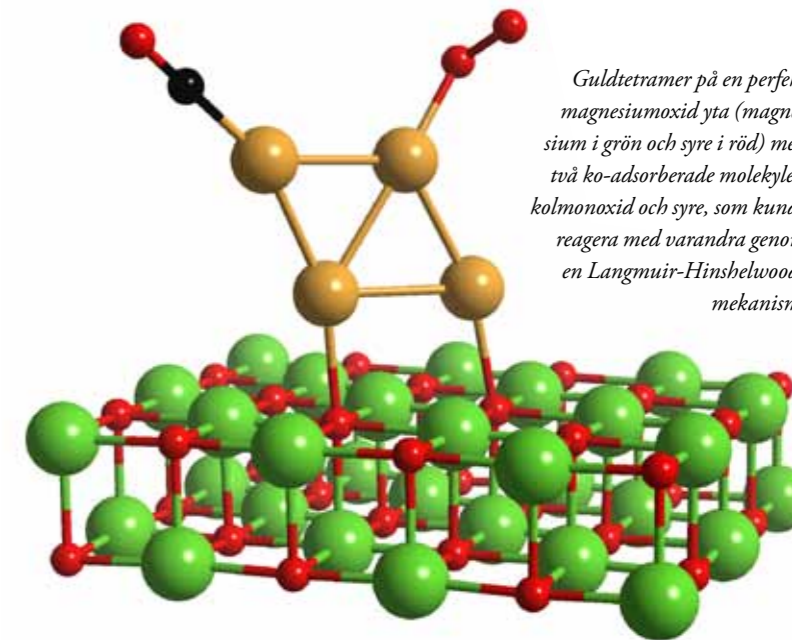
**I DEN STÖRSTA** delen av min avhandling undersökte jag de minsta möjliga guldklustren, som består av endast en till fyra atomer. En av anledningarna till detta är att det finns fler och fler möjliga geometrier, det vill säga isomerer, ju fler atomer



Guldtetramers grundtillstånd i gasfasen.



Adsorberad på grafen blir den Y-formiga strukturen guldtetramerens grundtillstånd.



Guldtetramer på en perfekt magnesiumoxid yta (magnesium i grön och syre i röd) med två ko-adsorberade molekyler, kolmonoxid och syre, som kunde reagera med varandra genom en Langmuir-Hinshelwood-mekanism.

klustret består av. Redan ett fyratomigt kluster, en tetramer, kan i princip finnas i en mängd olika strukturer: en kedja, olika former av fyrkanter, en Y-formig struktur eller en tetraeder.

Med våra beräkningar kan man enkelt visa att guldtetrameren i gasfasen är mest stabil om den formar en romb. På en yta, å andra sidan, kan geometrin för grundtillståndet se helt annorlunda ut. Som följd kan också andra fysikaliska och kemiska egenskaper som bestäms av geometrin vara annorlunda. I mitt arbete visade jag bland annat att grundtillståndet för guldtetrameren på grafen är den Y-formiga strukturen. Sådan kunskap är av betydelse för potentiella framtida tillämpningar av grafen där man vill kunna modifiera dess elektroniska struktur till exempel genom adsorption av andra atomer eller molekyler.

Ädelmetallkluster, som används som katalytiskt aktiva material, har oftast ytor av metalloxyd som underlag. Detta ökar komplexiteten enormt, inte bara på grund av ökningen i antal möjliga kombinationer mellan yt- och klustermaterial. Dessutom är metalloxydytan i verkligheten sällan en plan, perfekt yta. Det kan finnas defekter i ytan så som vakanser eller dislokationer. Ett kluster som

binder på en sådan defekt kan få helt andra egenskaper, så som laddningstillstånd, jämfört med ett kluster på en ideal yta. Att förstå defekternas betydelse för klustrens katalytiska aktivitet är även det ett aktivt forskningsområde med relevans inte bara för guldets katalytiska egenskaper.

**I TVÅ AV MINA** projekt begränsade jag frågeställningen till ovan nämnda guldkluster, bestående av en till fyra atomer, på en perfekt yta av magnesiumoxid. Förutom att undersöka växelverkan mellan ytan och klustret var jag mest intresserad av hur och var små molekyler, så som syre, vatten och kolmonoxid och -dioxid, binder på dessa kluster-yt-system. För att oxidera exempelvis kolmonoxid är det nödvändigt att bryta bindningen i syremolekyler under reaktionens gång – och katalysatorns uppgift är bland annat att aktivera denna molekylbindning och därmed underlätta syrets dissociation. Våra beräkningar har gjort det möjligt att teoretiskt tolka tidigare experiment där man mätte den katalytiska aktiviteten för de minsta guldklustren på magnesiumoxid vid oxidering av kolmonoxid.

Vetenskapen om katalytiska reaktioner på ytor och kluster kräver kunskaper om fysik, kemi och materialvetenskap. Utan de beräkningsmetoder och modeller som bygger på täthetsfunktionalteorin skulle det vara mycket svårare att få en förståelse av många reaktioner på en atomär nivå. Dessa kunskaper behövs för att optimera befintliga kemiska processer, minska materialförbrukning och effektivisera vår energianvändning.

MARTIN AMFT

Martin Amft har doktorerat i materialteori vid Uppsala universitet med Natalia Skorodumova som huvudhandledare. Han försvarade sin avhandling "Density Functional Theory Studies of Small Supported Gold Clusters and Related Questions: What a Difference an Atom Makes" den 17 december 2010 med Hannu Häkkinen från Jyväskylä universitet i Finland som opponent.

#### Läs mer:

Hela avhandlingen finns att ladda ner på <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:uu:diva-133246>.



# ”Jag ville använda det jag lärt mig”

**Varför bestämde du dig för att doktorera?**  
 – Efter fem års fysikstudier hade jag lärt mig alla grundläggande teorier. Jag ville verkligen få använda det jag lärt mig och forska.

**Hur fastnade du för materialteori?**  
 – Eftersom jag skrev mitt diplomarbete i Tyskland inom fasta tillståndets fysik kändes det naturligt att fortsätta inom ett liknande område.

**Vad har varit den största utmaningen under din doktorandtid?**  
 – Att byta handledare och börja med ett nytt projekt efter min licentiatexamen.

**Vad är du speciellt stolt över?**  
 – Att jag hann så mycket under de sista två åren. Då gjorde jag allt som är med i min avhandling.

**Hur hamnade du i Sverige?**  
 – Jag var i utbytesstudent i Uppsala och träffade då min blivande fru här.

**Hur är det att bo i Sverige jämfört med Tyskland?**

– Jag har bott i Sverige större delen av mitt vuxna liv. Många dagliga, praktiska saker har jag lärt mig i Sverige och på svenska. Det finns ju alltid för- och nackdelar med att bo i ett visst land. Till exempel är det som privatperson mycket smidigare att ha att göra med byråkratin här i Sverige, så att man kan ägna sin tid åt andra saker.

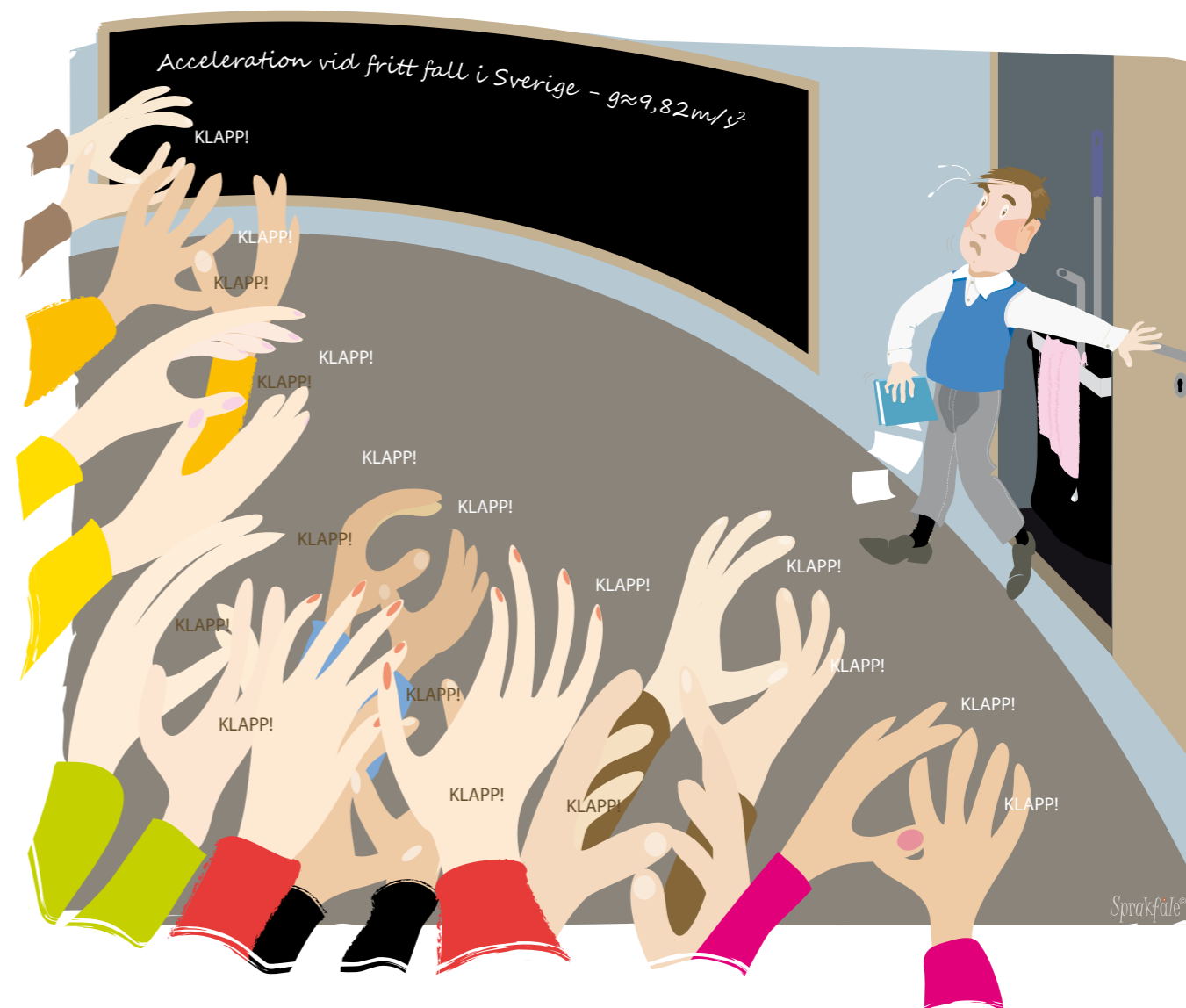
**Du disputerade före jul. Vad gör du nu?**  
 – Jag är kvar i samma forskningsgrupp som postdok under 2011. Sen blir det kanske föräldradedighet.

**Vad har du för framtidsdrömmar?**  
 – Jag vill fortsätta med forskning tills jag är 35 år. Då tänker jag utvärdera om det är ett fortsatt bra alternativ för mig. Om inte, så vill jag jobba någonstans där jag får använda mina fysikkunskaper.



**MARTIN AMFT**  
**Ålder:** 29 år  
**Bakgrund:** uppvuxen i östtyska Bernburg. Examen i fysik från Friedrich-Schiller-universitetet i Jena, Tyskland  
**Bor:** i Uppsala med fru och dotter  
**Forskning:** ytfysik och katalytiska egenskaper hos guldkluster  
**Intressen:** gå på bio, läsa skönlitteratur och lyssna på klassisk musik

INGELA ROOS



## Avslöjad i städskrubben

**DETTA HÄNDE NÄR** jag som relativt färsk lektor fick min första stora kurs på teknisk fysikutbildningen på Chalmers i den så kallade GD-salen (Gustaf Dahlén-salen). Den är vår största föreläsningssal och har en häftig lutning, nästan i klass med de salar man brukar se från medicinutbildningar där alla skall kunna följa obduktioner och liknande. Där stod jag och kände att de hundra studenterna nästan ramlade över mig.

Hur som helst gick föreläsningen riktigt bra; studenterna såg glada ut och de ställde till och med frågor under föreläsningen istället för att som vanligt köa i

rasten för att viska fram sina funderingar. Så nästan i ett lyckorus över att ha klarat detta elddop tog jag mina anteckningar och kursbok och lämnade salen genom en dörr som jag trodde ledde ut. Det gjorde den inte. Jag hamnade istället i ett minimalt utrymme med mina nedre kroppsdelar tryckta mot en fuktig skurtrasa som hängde på den städvagn jag hade intim kontakt med.

**HÄR BÖRJAR NU** början på min ”undergång”. Jag bestämmer mig för att vänta tills alla hade gått. Det slamrar för fullt i salen, röster dör bort i fjärran och efter

fem minuter hörs ingenting utanför. Vid det här laget har jag samma vätskemängd i mina byxor som om jag hade gjort på mig. Så jag tar mig ut ur städskrubben bara för att möta vrålet och applåderna från hundra studenter som naturligtvis snabbt insett mitt misstag och tyst väntat på att jag skulle ge mig till känna.

PETER APELL, CHALMERS

Har du en rolig, pinsam eller dråplig incident i din läro- eller forskargärning? Dela med dig till Fysikaktuelltts läsare! Kontakta redaktören på [ingela.roos@k12.se](mailto:ingela.roos@k12.se) eller 0702-191330.



## Har du också undrat?

- Finns det vetenskapliga undersökningar om homeopati, healing, telepati, astrologi och slagrutor?
- Varför tror så många på sådana företeelser som saknar rimligt stöd?

VETENSKAP OCH FOLKBILDNING är en ideell förening, grundad 1982, som

- granskar anmärkningsvärda påståenden
- förmedlar vetenskaplig granskning av märkliga fenomen
- granskar pseudovetenskapliga påståenden
- ger ut tidskriften Folkvett
- har informativa webbsidor om vetenskap och pseudovetenskap
- ordnar föredrag - exempel: matmyter, falska minnen, skapelsetro
- utser Årets folkbildare och Årets förvillare

**VoF:s FÖRVILLARPRIS HAR GIVITS FÖR**  
 Okritiska artiklar om pseudovetenskaplig energimedicin  
 Hälsosfärliga råd om kost och hälsa  
 TV-program om parapsykologi  
 Universitetskurser i slagruteanvändning



**NÅGRA AV VoF:S FOLKBILDARE**  
 Anna Bäsén (medicinjournalist)  
 Staffan Ulfstrand (evolutionsbiolog)  
 P. C. Jersild (författare)  
 Gunilla Myrberg (medicinjournalist)  
 Marie Rådbo (astronom)  
 Nils Uddenberg (författare mm)  
 Georg Klein (författare, cancerforskare)

**VoF har ca 2500 medlemmar. Bli medlem du också och ta del av vår information!**  
 Se [www.vof.se](http://www.vof.se) eller sätt in medlemsavgiften 200 kr på pg 63591-2.

# Tyska Skolan segrade i Wallenbergs fysikpris

Tyska Skolan hade endast tre deltagare i tävlingen Wallenbergs fysikpris. Men deltog gjorde de med besked. Tillsammans skrapade de ihop nog med poäng för en överlägsen lagseger.

I ÅR VAR ANDRA gången någonsin som Tyska Skolan i Stockholm ställde upp i Wallenbergs fysikpris. Med 60 poäng vann de lagtävlingen med god marginal, hela 14 poäng, framför tvåan. Läraren Daniel Haubrock hade inte räknat med en seger. Förra året var de nämligen inte särskilt framgångsrika.

– Men då lärde vi oss i alla fall att man måste vara lite kreativ för att lösa tävlingsuppgifterna, säger Daniel Haubrock.

Han medger att Tyska Skolans tre deltagare – Niklas Ek, Moritz Roth och Felix Roth – är undantag bland elever.

– De är verkligen kreativa. Det är inte ofta man har sådana.

De har inte haft någon speciell träning inför tävlingen, men förberedelserna inför det tyska slutprovet Abitur kan ha haft positiva effekter.

Tyska Skolan kan glädja sig åt 10 000 kronor i prispengar. Ännu är det oklart vad de ska använda pengarna till. Kanske blir det ett Cassy (Computer assisted science system).

De tre eleverna vann också pengar, 5 000 kronor var. I slutet av mars har de chansen att vinna ännu mer pengar. Alla tre tog sig nämligen vidare till den individuella finalen i Umeå. Under två dagar (25–26 mars) ska de få brottas med både experimentella och teoretiska problem tillsammans med ytterligare tolv finalister. Utöver pengar tävlar de även om att få representera Sverige vid den internationella fysikolympiaden i Bangkok i juli.

I år ställde 400 gymnasister över hela landet upp i Wallenbergs fysikpris som arrangeras av Svenska Fysikersamfundet med ekonomiskt stöd från Stiftelsen Marcus och Amalia Wallenbergs Minnesfond. Arrangörerna gläder sig mycket över att antalet deltagande elever och skolor har ökat jämfört med förra året, liksom att fyra flickor gick vidare till final till skillnad mot ingen år 2010.

ANNE-SOFIE MÄRTENSSON & INGELA ROOS

## RESULTAT I LAGTÄVLINGEN

1. Tyska Skolan, Stockholm, 60 poäng
2. Hvitfeldtska gymnasiet, Göteborg, 46 poäng
3. Katedralskolan, Lund, 45 poäng
4. Berzeliusskolan, Linköping, 43 poäng
5. Kitas Gymnasium, Göteborg, 42 poäng
5. Danderyds Gymnasium, Danderyd, 42 poäng

## Vad tyckte du om årets fysiktävling?



– Uppgift 1 och 4 var spännande, lite svåra men lösbara.

**Hanna Börjesson i klass NV3C på Polhemsgymnasiet i Göteborg.**



– Provet var svårt men roligt. Jag hade inga problem med att förstå frågorna, men jag lyckades inte lösa alla problem. Uppgiften med exoplaneten var mest spännande.

**Theodor Eliasson läser tredje året på naturvetenskapligt program på Östrabogymnasiet i Uddevalla.**

## FINALISTER I INDIVIDUELLA TÄVLINGEN

- Erik Olander**, Hvitfeldtska gymnasiet, Göteborg  
**Niklas Ek**, Tyska Skolan, Stockholm  
**Moritz Roth**, Tyska Skolan, Stockholm  
**Felix Roth**, Tyska Skolan, Stockholm  
**Daniel Nilsson**, Katedralskolan, Lund  
**Marcus Aronsson**, Östrabogymnasiet, Uddevalla  
**Frida Ulander**, Berzeliusskolan, Linköping  
**Filip Strömbäck**, Berzeliusskolan, Linköping  
**Pernilla Helmer**, Katedralskolan, Lund  
**Elenor Kollberg**, Kitas Gymnasium, Göteborg  
**Fredrik Löfgren**, Soltorgsgymnasiet, Borlänge  
**Samuel Zackrisson**, Åva Gymnasium, Täby  
**Dag Fahlin Strömberg**, Kattegattgymnasiet, Halmstad  
**Hanna Lilja**, Danderyds Gymnasium, Danderyd  
**Hjalmar Ekberg Skog**, Södra Latins Gymnasium, Stockholm

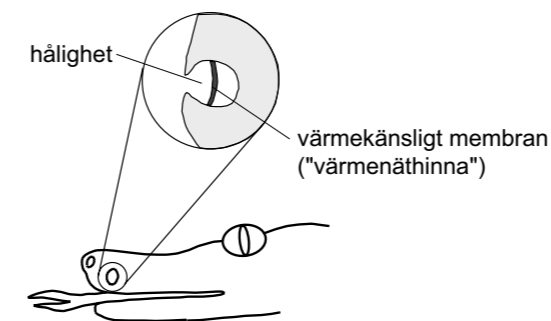
Kan en orm se värmen från en mus? Kan densiteten för en planet utanför vårt solsystem bestämmas, trots att inget ljus från den når oss? Det var två av de uppgifter som fysikintresserade gymnasister grubblade över i årets upplaga av tävlingen Wallenbergs fysikpris. Testa själv!



En konstnärs bild av exoplaneten WASP-12b och stjärnan WASP-12. Bild: NASA

## Uppgift 3

En del ormar har värmekameraliknande sinnesorgan som gör att de kan känna värmestrålningen från bytesdjur. Ett sådant "värmöga" sitter längst fram på ormen och består av en hålighet liknande en liten lädkamera. I håligheten finns ett tunt membran som delar av håligheten i två delar. Membranet fungerar som en slags "värmenäthinna". Membranet är värmeisolerat från resten av kroppen eftersom det är omgivet av luft i håligheten. Vidare har det liten massa vilket gör att responstiden blir liten.



Beräkna temperaturhöjningen i värmenäthinnan om en orm tittar på en liten mus under tiden 0,5 s under följande förutsättningar:

- Musen har formen av ett klot med radien 3 cm.
- Musen befinner sig 10 cm från ormens värmeöga.
- Musen har temperaturen 290 K och emissiviteten 0,7.
- Bakgrunden har temperaturen 280 K, emissiviteten 0,6 och antas befinna sig på samma avstånd som musen.
- Öppningen till ormens värmeöga har diametern 3 mm.
- Det område på värmenäthinnan som träffas av strålning från musen och värms upp är lika stort som öppningen (det vill säga har diametern 3 mm).
- Värmenäthinnan är 0,1 mm tjock och kan antas ha samma specifika värmekapacitet och densitet som vatten.

Kommer temperaturhöjningen att vara större än värmenäthinans termiska upplösningsförmåga, som är ungefär  $\pm 3$  mK (B. Ahlborn, *Zoological Physics* (Springer, 2006), s. 284)?

Ett föremåls emissivitet är förhållandet mellan föremålets emittans (utstrålningstäthet, det vill säga utstrålad effekt per areanhet) och en svart kropp emittans.

Christian Karlsson, Bengt-Erik Andersson, Peder Adamsson och Gunnar Ohlén har satt samman årets tävlingsuppgifter. Alla sex problemen, liksom lösningsförslag, finns på Fysikersamfundets hemsida.

## Uppgift 5

Förra året vann Mikael Ingemyr från Rymdgymnasiet i Kiruna ett forskningsstipendium till MIT vid tävlingen Utställningen Unga Forskare, där han deltog med sitt projektarbete om exoplaneten WASP-12b. En exoplanet är en planet som kretsar kring en annan stjärna än solen.

Tidigare undersökningar av stjärnan WASP-12 har gett följande resultat:

Medelradie:  $1,10 \cdot 10^9$  m

Massa:  $2,57 \cdot 10^{30}$  kg

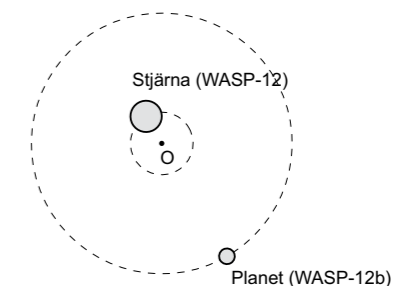
Avstånd från solsystemet: 871 ljusår

Metoden som Mikael använde för att detektera WASP-12b var den så kallade passagemetoden, vilken går ut på att man mäter hur mycket en stjärnas ljusstyrka minskar om en planet i omloppsbana passerar framför den och delvis förmörkar den.

År 2009 hade Mikael observationstid på det Nordiska Optiska Teleskopet (2,6 m) på La Palma, Kanarieöarna, där han under natten den 6–7 december kontinuerligt mätte stjärnan WASP-12:s ljusstyrka. Efter behandling av observationsdata såg han att stjärnan under några timmar hade blivit 1,6 % mörkare.

(a) Bestäm exoplanetens radie.

Exoplaneten och stjärnan rör sig i varsin bana runt en punkt O (deras gemensamma masscentrum). För att förenkla beräkningarna kan man anta cirkulära banor. Figuren nedan visar schematiskt de två kropparnas lägen vid någon tidpunkt (stjärnans banradie är kraftigt överdriven).



(b) Visa att  $\frac{m}{M} = \frac{V}{v}$

där  $m$  är planetens massa,  $M$  är stjärnans massa,  $V$  är stjärnans banhastighet och  $v$  är planetens banhastighet.

(c) Genom att studera ljuset från stjärnan med spektrografen SOPHIE kan man beräkna stjärnans banhastighet till 230 m/s och period till 1,09 dygn (mätmetoden bygger på att emissionslinjer dopplerförskjuts när stjärnan rör sig mot eller från oss på jorden). Bestäm exoplanetens massa och medeldensitet.


**HANNA GAWLITZA**
**Ålder:** 15 år

**Utbildning:** går i nian på Kvarnbyskolan i Mölndal

**Familj:** mamma, pappa och två yngre syskon

**Intressen:** "Musik! Jag spelar fiol i orkester och försöker lära mig gitarr och piano lite på egen hand. Jag gillar även olika friluftaktiviteter, skidåkning och löpning. Jag har också orienterat mycket."

# "Fysik är coolt och spännande"

Uppfattningen om att fysiker är insnövade gamla gubbar med långt skägg må vara allmänt utbredd bland ungdomar. Femtonåriga Hanna Gawlitzka bestämde sig för att med egna ögon skaffa sig en bild av forskarvärlden. Under ett par veckor fick Peter Apell och hans kollegor sin verksamhet grundligt granskad.

**Berätta lite om vad du gör!**

– Just nu gör jag min prao på institutet för Teknisk fysik på Chalmers i två veckor. Jag har försökt sätta mig in i grafen lite extra eftersom det är ett aktuellt nobelpris i fysik. Jag har även fått vara med och tillverka lite grafen i labbet. Det var riktigt häftigt, det trodde jag aldrig att jag skulle få chansen att göra!

**Jag förstår att du själv intervjuat ett antal forskare?**

– Förra veckan intervjuade jag och en annan praktikant, Rebecka Jacobsson, alla i forskargruppen för den kondenserade materiens teori, för att få en inblick i forskarkyrket. Det var mycket givande och vi kom fram till att fysik är coolt och spännande!

Fysiker är trevliga och intressanta människor. Nästan alla fysiker kan jonglera, men få erkänner att det är en talang. Många av de vi intervjuade springer Göteborgsvarvet med varierande inställning.

Vissa tycker att det är jättekul men andra rekommenderar det inte. Alla fysiker verkar älska sina jobb! Så nu vill vi bli fysiker.

**Vad är det roligaste med att vara på fysikprao?**

– Jag får lära mig väldigt mycket och jag får en bra inblick i forskarkyrket. Många häftiga upplevelser och erfarenheter som att få vara med i labbet. Där fick jag lära mig saker som jag aldrig ens funderat över tidigare till exempel vad ett renrum är.

**Hur är det att gå i nian?**

– Nian är kul! Många ämnen har uppnått en högre kunskapsnivå, särskilt NO-ämnena, vilket är kul eftersom man ofta får aha-upplevelser och ser samband och mönster. Man får använda de mindre roliga grunderna inom kurserna som vi gått igenom och labbat på i de tidigare årskurserna.

Men nian är också ganska stressig. Det är mycket mer läxor och prov och hö-

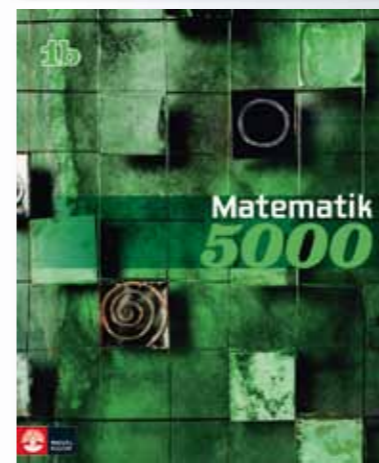
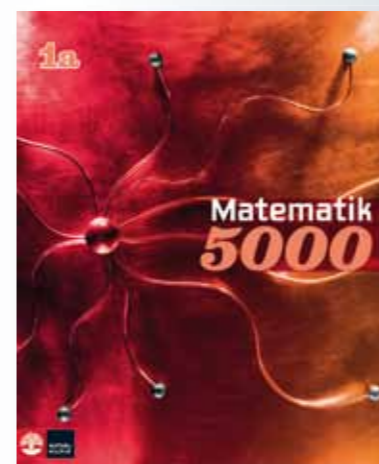
gre krav på en inför slutbetygen. Tempot är högre helt enkelt. Samtidigt har man en del viktiga val att ta itu med, som att välja gymnasieprogram och skola. Eftersom naturvetenskapliga programmet är ett ganska självklart val för mig så blir det svårt att välja skola. Utbudet av skolor är väldigt stort så det är svårt att välja!

**Varför tycker du att fysik är roligt?**

– NO-ämnena har alltid varit min grej. Jag har även haft turen att ha ganska lätt för matematik vilket jag tror är en av orsakerna till att det är just fysik som jag tycker är roligast. Jag uppfattar fysik som ett ganska brett område som också innefattar en hel del biologi och kemi. Det är alltid roligt när man förstår hur och varför saker och ting fungerar och hänger ihop. I kombination med forskning kan kunskapen utveckla och förbättra dagens teknik, vilket jag tycker är intressant.

**Vad gör du om tio år?**

– Det har jag ingen aning om! Antagligen inte det jag tror nu, men jag kan tänka mig att jag studerar eller precis har studerat något här på Chalmers. Kanske teknisk fysik, vem vet!

**PETER APELL  
CHALMERS**

**MATEMATIK 5000**

 Författare: Lena Alfredsson, Kajsa Bråting,  
Patrik Erixon, Hans Heikne

# Matematik 5000 för alla

Välj ett läromedel som gör det lätt att variera undervisningen samtidigt som det engagerar och roar eleverna – och befäster viktiga kunskaper!

Matematik 5000 bygger på omtyckta Matematik 4000, som är omarbetat och förnyat i enlighet med Gy2011. Precis som tidigare är det ett heltäckande läromedel för alla program på gymnasieskolan samt komvux. Alla elever får goda förutsättningar att utveckla de sju förmågorna som omnämns i den nya ämnesplanen, genom en stor variation av arbetsätt, frågeställningar och uppgiftstyper i böckerna.

**Under vårterminen utkommer fyra nya läroböcker:**

- Kurs 1a Röd för de serviceinriktade yrkesprogrammen
- Kurs 1a Gul för de tekniskt inriktade yrkesprogrammen
- Kurs 1b Grön för SA, EK, ES och HU
- Kurs 1c Blå för NA och TE

I höst kommer dessutom en röd och en gul basbok för yrkesprogrammen med fokus på den grundläggande matematiken i kurs 1a. Den röda basboken passar även för elever på introduktionsprogrammen.

Vi kommer att ge ut läroböcker för alla kurser i den takt som de introduceras i de olika programmen. Lärarhandledningar och digitala program utvecklas parallellt.

Se smakprov och läs mer på [www.nok.se/laromedel](http://www.nok.se/laromedel).

# Ta med din smartphone i karusellen

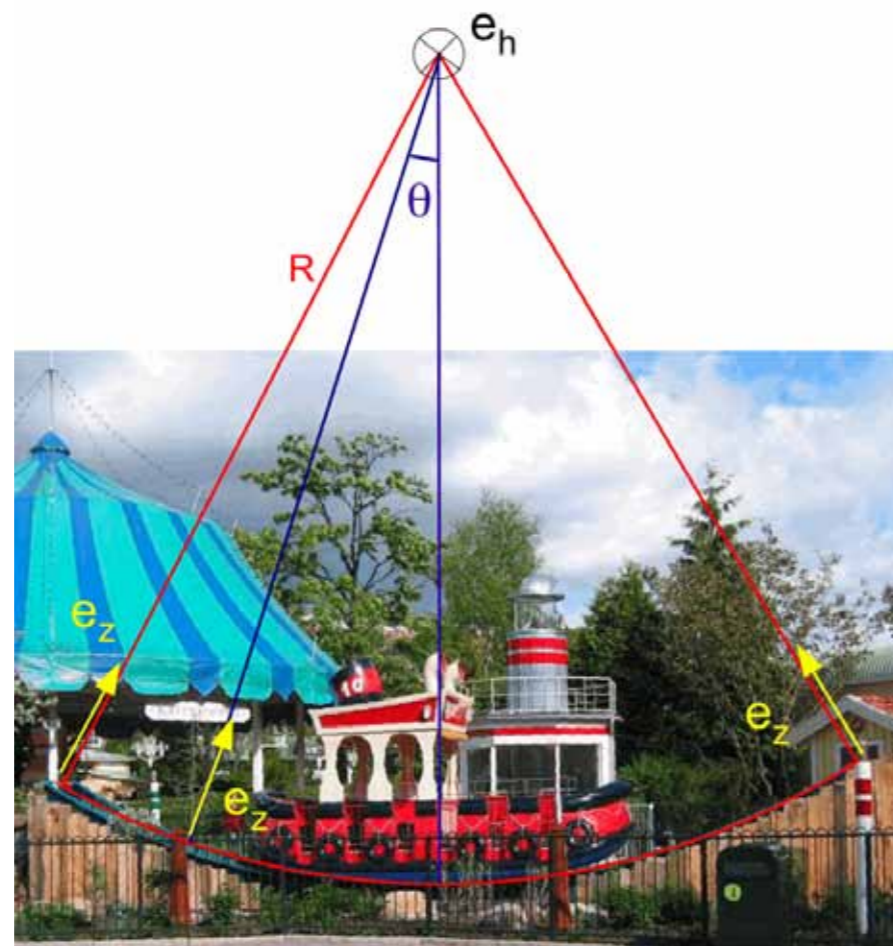
Moderna mobiltelefoner är ofta utrustade med olika sensorer som används flitigt bland annat för spel, men som också kan användas i fysikundervisningen. Här analyserar vi accelerometer- och rotationsdata från en Iphone 4 som tagits med (i en stängd ficka!) i åkattraktionen Lilla Lots på Liseberg.

**NÖJESPARKERNAS** åkattraktioner innehåller många olika fysikexempel, från barnkarusellens enkla rotation kring en vertikal axel, till berg- och dalbanor med loopar och skruvar och varierande acceleration i tre dimensioner. Rörelserna kan studeras på många olika nivåer under besöket, från observation av växelspelet mellan potentiell och kinetisk energi i gungor och berg- och dalbanor, till elektronisk datainsamling och detaljerad analys av rörelserna.

Pendeln är ett klassiskt exempel, som kan studeras i lekplatsens gungor och till exempel i Lilla Lots på Liseberg. Lilla Lots är en pendel, där snöret är ersatt med en räls i cirkelbåge med radien 11,5 meter (Figur 1). Rälsen utövar en kraft på den lilla "båten" som gör att den följer spåret. Kraften (per kg) från attraktionen på den som åker, det vill säga  $m(a-g)/m$ , kan mätas med en medföljande accelerometer, med axlar som roterar tillsammans med båten. I detta koordinatsystem är det bara "vertikala" z-axeln, vinkelrät mot spåret, som ger utslag under en ren pendelrörelse. Figur 2 visar accelerometerdata från en tur i Lilla Lots.

Gyrot i Iphone4 kan också mäta rotation. Pendelrörelsen svarar mot en rotation kring den horisontella axeln som markerats i figur 1. I Lilla Lots, liksom i många nya åkattraktioner, kombineras pendelrörelsen med en rotation kring sin z-axel, vilket gör att x- och y-axlarna (figur 3) ändrar riktning i förhållande till den horisontella axeln.

Figur 4 visar rotationsdata kring de tre axlarna. Rotationshastigheten kring z-axeln är 11 varv/minut enligt speci-



Figur 1: Lilla Lots på Liseberg rör sig utmed en cirkulär räls och rörelsen kan beskrivas som en pendelrörelse. De röda linjerna svarar mot radien,  $R$ , för cirkelbågen, medan de blå linjerna svarar mot vinkeln mot vertikallinjen. De gula pilarna visar riktningen för den medföljande z-axeln. Högst upp i figuren visas den horisontella rotationsaxeln för pendelrörelsen. Samtidigt som båten gungar fram och tillbaka roterar den också runt sin egen axel så att även x och y-axlarna ändras under rörelsen.

kationerna. Detta stämmer väl med den uppmätta vinkelhastigheten i den översta grafen i figur 4 som också visar att Lilla

Lots efter halva turen byter rotationsriktning.

Vinkelhastigheterna kring x- och y-

axeln visar en kombination av två olika effekter; dels variationen i vinkelhastighet  $\omega_h$  kring den horisontella axeln som kan skrivas,  $\omega_h = \omega_0 \sin pt$ , dels ändringen i vinkeln  $\phi = \Omega t$  i figur 3. Detta ger

$$\begin{aligned} \omega_x &= \omega_0 \sin pt \sin \phi = \omega_0 \sin pt \sin \Omega t \\ \omega_y &= \omega_0 \sin pt \cos \phi = \omega_0 \sin pt \cos \Omega t \end{aligned}$$

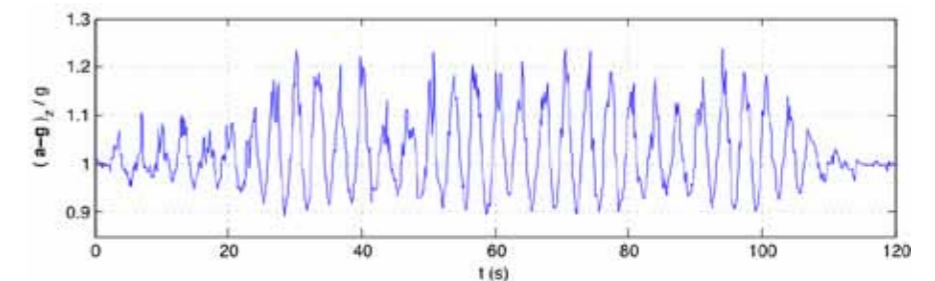
**Övning:** Skriv om detta uttryck som en summa av två termer, med vinkelhastigheterna  $p+\Omega$  och  $p-\Omega$ , vilket svarar mot perioderna 27,5 s och 3,0 s.

**ANALYSEN AV** accelerations- och rotationsdata från Lilla Lots visar att det finns mycket matematik och fysik att undersöka även i barnattraktioner. Analysen av mätdata kan kompletteras med en uppgift att skriva ett litet program som modellerar rörelsen för en person som åker med båten sett uppifrån eller i en fullständig representation. Liknande rörelser finns också i större åkattraktioner, som HangHai och SpinRock på Liseberg. En fördel med de mindre attraktionerna är att det är lättare att placera sensorn med alla axlar i rätt riktning, för att slippa rotera koordinatsystemet vid efterbehandlingen av data. Accelerometern i Iphone är också begränsad till cirka 2g, vilket leder till begränsningar i val av åkattraktioner att studera. (Gyrot kan mäta 2000° per sekund, vilket är långt över de rotationshastigheter som är aktuella.)

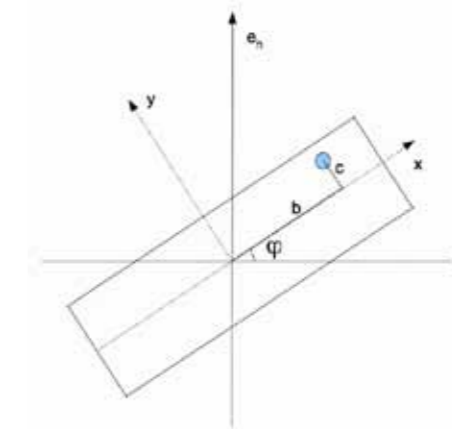
JOHAN ROHLÉN OCH ANN-MARIE PENDRILL  
GÖTEBORGS UNIVERSITET  
NATIONELLT RESURSCENTRUM FÖR FYSIK

## Länkar:

Teardown of the Apple iPhone 4 Smart Phone:  
[www.chipworks.com/en/technical-competitive-analysis/resources/recent-teardowns/2010/06/silicon-teardown-of-the-apple-iphone-4-smart-phone/](http://www.chipworks.com/en/technical-competitive-analysis/resources/recent-teardowns/2010/06/silicon-teardown-of-the-apple-iphone-4-smart-phone/)  
[Physics.gu.se/LISEBERG/](http://Physics.gu.se/LISEBERG/)

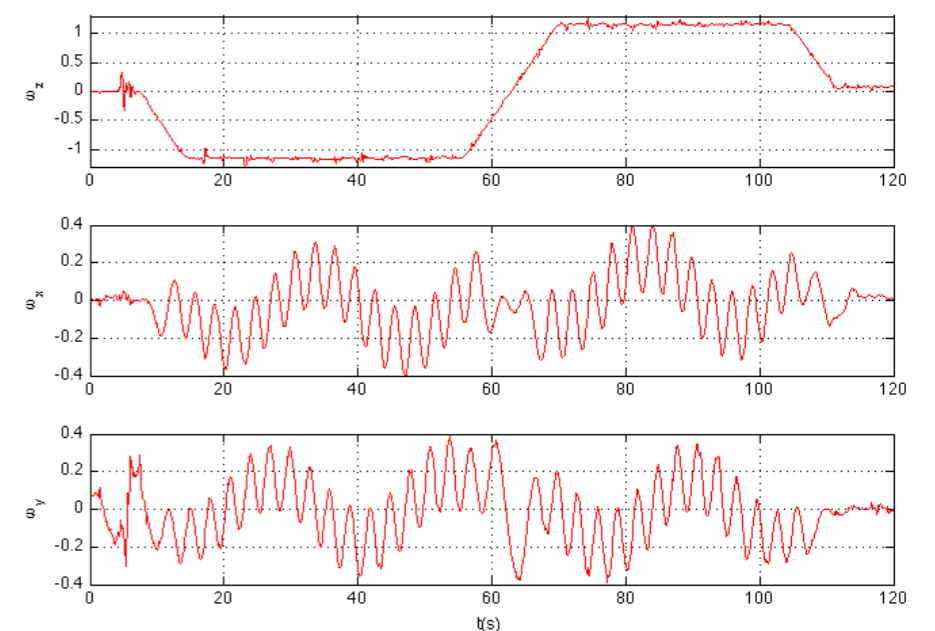


Figur 2: Accelerometerdata för Lilla Lots från en Iphone 4, som låg på sätet under åkturen. Eftersom sensorn följer med i rörelsen ändras axlarnas riktning hela tiden. Figuren visar accelerometerdata för z-riktningen som visas i Figur 1.



Figur 3: Koordinatsystem för att beskriva läge relativt båtens centrum och riktning för rotationsaxlarna, x och y, i förhållande till den fixa horisontella axeln  $e_h$ , för pendelrörelsen.

Figur 4: Uppmätt vinkelhastighet (rad/s) för de tre axlarna hos Iphone 4 under en tur i Lilla Lots.



# Galileo och den relativa rörelsen

Ett av Galileo Galileis livsverk blev att övertyga samtiden om att det är solen och inte jorden som befinner sig i vårt planetsystems centrum. Ett par tankeexperiment intar en central plats i hans argumentation.

**UNDER FÖRSTA HÄLFTEN** av 1500-talet utvecklade den polske astronomen Copernicus sin modell av det heliocentriska planetsystemet. Den katolska kyrkan låg till en början lågt i frågan, men under 1600-talets första årtionden skärpte man tonen. Då publiceras nämligen ett par skrifter författade av Galileo Galilei. I *Budbäraren från stjärnorna* (1610) presenterar han en mängd observationer han gjort med sin nybyggda stjärnkikare. Här konstaterar han bland annat att månen inte alls är en perfekt sfär, så som Aristoteles hade hävdad, utan att dess yta är skrovlig, försedd med höga berg och vidsträckt dalar. I *Breven om solfläckarna* (1613) ger han ytterligare belägg för himlakropparnas imperfektioner och skriver

entusiastiskt om Copernicus idéer.

Det blir för mycket för kyrkan. 1616 utfärdas ett dekret som förbjuder alla texter som pläderar för en jord i rörelse, med motiveringen att denna uppfattning strider mot Den heliga skrift. Galileo själv förbjuds att vidare försvara sådana läror. Trots detta får han så småningom kyrkans tillåtelse att skriva en ny bok i ämnet. Förutsättningen är dock att han ger en balanserad bild av de olika åskådningarna, och att det heliocentriska systemet framställs blott som hypotes, inte som sanning.

Galileo låter sin nya bok, *Dialog om de två världssystemen*, ta formen av ett samtal mellan tre lärda. Hans egen ståndpunkt representeras i boken av Salviati, medan den Aristoteliska uppfattningen om en stillastående jord i universums centrum försvaras av Simplicio. En tredje person, Sagredo, har en föregivet neutral inställning.

Det är dock bara till formen som bokens framställning är balanserad. Salviati är den som levererar alla kloka argument, medan Simplicio framställs som blint auktoritetstroende och lite dum. Debatterna slutar alltid med att Sagredo låter

sig övertygas av Salviatis bländande vishet.

Boken publiceras 1632. Följande år förbjuds den och Galileo döms till livslång husarrest.

**DET FANNS MÅNGA** argument mot Copernicus planetsystem, framförda både från kyrkligt håll och från samtida tänkare. Att jorden kretsar kring solen förutsätter exempelvis oerhörda hastigheter. I sin årliga rotation kring solen måste vår planet fara fram med tiotusentals meter varje sekund, och dess dagliga rotation kring sin axel måste motsvara hundratals meter i sekunden vid ekvatorn. Sådana hastigheter, menade man, skulle rimligen märkas.

Så borde till exempel ett föremål som släpps från ett högt torn aldrig landa vid tornets fot. Om jorden roterade skulle nämligen jordytan hinna förflytta sig flera hundra meter österut under fallet. Föremålet skulle därmed landa hundratals meter väster om tornet. Motsvarande borde gälla föremål som kastas rakt upp: de skulle aldrig komma ner på samma plats igen. Och med samma logik borde föremål som kastas i västlig riktning komma betydligt längre än sådana som med lika stor kraft slungas mot öster. Inget av detta sker och slutsatsen tycks oundviklig: jorden befinner sig i vila.

**GALILEO LÅTER I SIN** bok Simplicio redogöra för dessa argument, varpå Salviati efterlyser något slags experiment där man kunde pröva vilken effekt jordens eventuella rörelse faktiskt skulle ha. Sagredo föreslår påpassligt ett försök där man ersätter jordens rörelse med en vagns:

*”Jag tror att ett utmärkt prov skulle vara att ta en liten öppen vagn och sätta i ett stort armborst, och ställa in det halvhögt, så att skottet gick så långt som möjligt, och skjuta en gång i färdriktningen och en gång åt motsatt*

# rörelsen

*håll, medan hästarna sprang, och i båda fallen väl märka var vagnen befinner sig i det ögonblick pilen slår ned i marken. Då kan man se hur mycket längre den ena pilen går än den andra.”*

Simplicio håller med om att ett sådant prov vore lämpligt, och berättar också vad han anser att utfallet måste bli. Han antar att pilen i sig själv – om den avlossades från stillastående – skulle färdas trehundra alnar och att vagnen under samma tid färdas hundra alnar. I så fall, säger han, skulle den pil som avlossas från vagnen i dess färdriktning slå ner bara tvåhundra alnar framför vagnen, eftersom vagnen hunnit röra sig hundra alnar framåt under pilens färd. Av samma anledning skulle den pil som skjuts iväg i motsatt riktning slå ner hela fyrahundra alnar bort från vagnen.

Salviati lyssnar tålmodigt på Simplicios redogörelse, men har ingen tanke på att verkligen utföra testet. I stället börjar han på sokratiskt manér att ställa frågor till Simplicio. De båda skotten skulle alltså, enligt Simplicio, bli olika långa. Men finns då något sätt att få dem lika långa, även då vagnen rör sig snabbt framåt? Ja, svarar Simplicio – utan att ana den annalkande fällan – ett sätt vore att förstärka bågen i färdriktningen och försvaga den i motsatt riktning. På så sätt skulle man kunna kompensera skottens olika längd.

Men hur mycket skulle man då behöva förstärka respektive försvaga bågen, undrar Salviati med spelad nyfikenhet. Motsvarande hundra alnar, blir svaret. Bågen som skjuter framåt måste skjuta fyra hundra alnar i sig själv; den som skjuter bakåt måste försvagas så att den bara skjuter två hundra alnar. Men vad har då bågens större eller mindre styrka för verkan på pilen? Jo, det är hastigheten det kommer an på: den starkare bågen skjuter iväg pilen med större hastighet, den svagare med mindre.

**SALVIATI HAR NU** nästan fått Simplicio dit

han vill.

Han sammanfattar argumentet. Vagnen rör sig med en viss hastighet, som vi kan benämna en hastighetsgrad. Pilibågen skjuter iväg pilar med tre hastighetsgrader. Därför måste den båge som skjuter i färdriktningen skjuta ut pilar med fyra hastighetsgrader för att pilen ska landa lika långt från vagnen som om denna hade befunnit sig i vila. Den båge som skjuter bakåt måste å andra sidan skjuta iväg sina pilar med blott två hastighetsgrader.

Så sätter Salviati in den slutliga dolkstöten:

*”Men säg mig: när vagnen rör sig, rör sig då inte också alla de saker som finns i vagnen? ... Alltså också armborstet, och bågen, och strängen på vilken den är spänd?”*

Det måste Simplicio förstås hålla med om. Och vagnens fart är ju precis en hastighetsgrad, alltså just den extra fart som krävs för att ge den framåtgående pilen de erforderade fyra hastighetsgraderna. På samma sätt är det just denna minskning i fart som behövs för att avpassa skottlängden hos den pil som färdas bakåt.

*”Det är alltså själva vagnens rörelse som avpassar skottlängden, och inte någon ändring i bågen, och erfarenheten bekräftar detta för den som inte kan eller vill förstå resonemanget.”*

Salviati uppmanar Sagredo och Simplicio att tillämpa samma resonemang på ett skott som skjuts från en kanon på den framrusande jordytan: skotten måste bli lika långa i alla riktningar oberoende av jordytans rörelse. Skälet är, precis som i fallet med armborstet på vagnen, att ka-

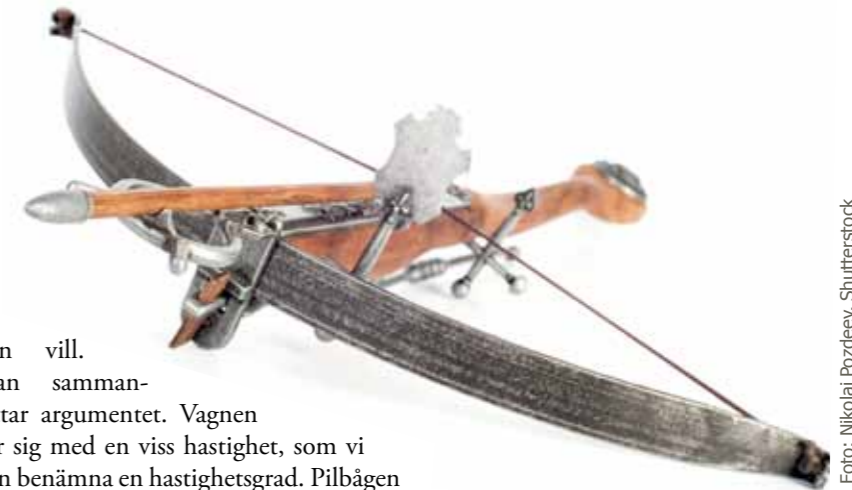


Foto: Nikolai Pozdeev, Shutterstock

nonen själv har del i jordens rörelse.

**TANKEEXPERIMENTET** visar att föremåls rörelse i förhållande till jordytan inte påverkas av om jorden själv rör sig. Observationer av detta slag kan således inte anföras som stöd för att jorden skulle befinna sig i vila. Men nog borde jordens väldiga hastighet i ett heliocentriskt system ta sig andra uttryck? På något sätt skulle det väl ändå märkas om vi susade fram med tiotusentals meter i sekunden?

Galileo behöver uppenbarligen ett mer allmänt argument. Ett som kan övertyga om att det inte finns något jordiskt fenomen som kan avslöja jordklotets fantastiska fart kring solen. Det är här han lägger fram sitt berömda tankeexperiment med skeppskajutan. Han påpekar att den som befinner sig under däck i ett stort fartyg inte med någon metod, utan att titta ut, kan avgöra huruvida skeppet kastat loss eller fortfarande ligger förtöjt.

Därmed har han gjort den kanske första entydiga formuleringen av relativitetsprincipen. Galileo har insett att rörelse med konstant hastighet är relativ, att det endast är hastigheten i förhållande till andra objekt som spelar roll, inte rörelse i sig själv. Och att det tydligaste belägget för detta är just jordens framfart genom rymden, som vi märker så lite av.

Vad Galileo inte visste var att samma princip skulle komma att spela en central roll i fysiken ännu en gång, närmare tre århundraden senare. Men det är en annan historia.

**SÖREN HOLST**  
STOCKHOLMS UNIVERSITET

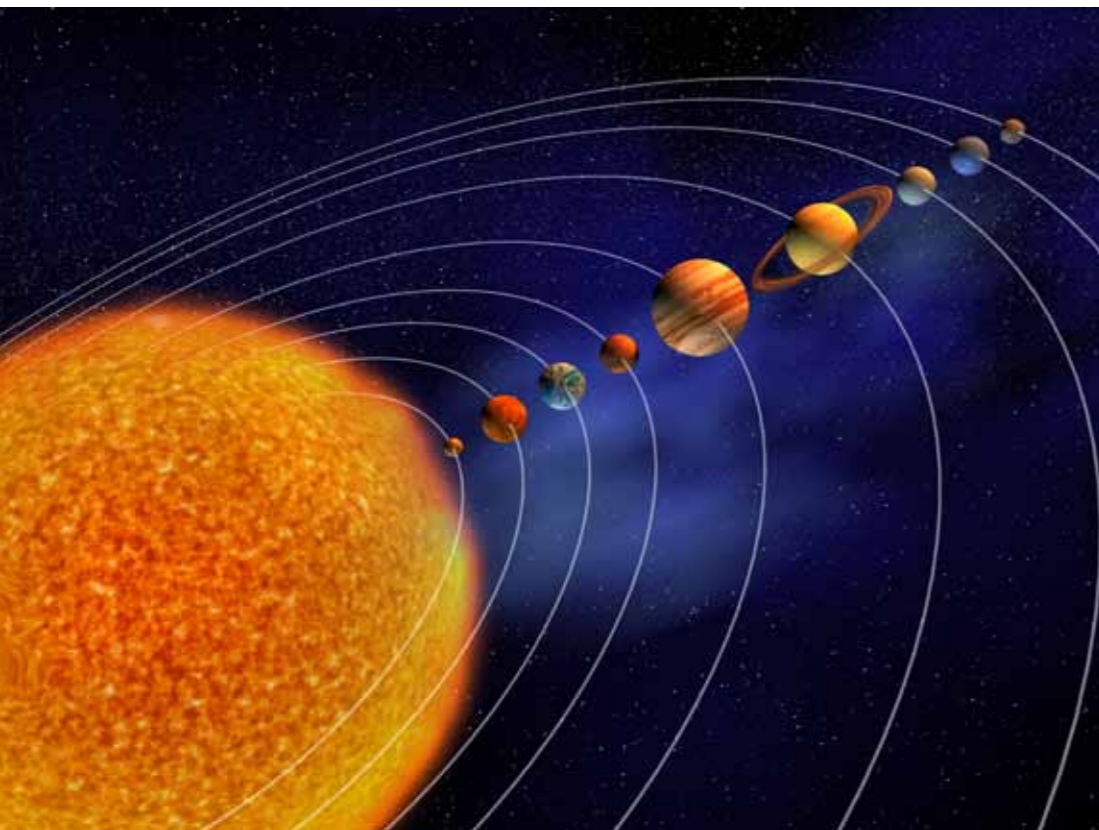


Illustration: Orla, Shutterstock

Fysikaktuelltts porträtt av fysiker bortom universitetsvärlden tar oss den här gången ända till Kina. Möt Joanna Boquist på Exporrådet i Shanghai.

## Lotsar svenska företag till Kina

### Berätta lite om ditt arbete!

– Exporrådets uppgift är att hjälpa svenska företag att växa i utlandet. Vi ägs till hälften av staten och till hälften av näringslivet. Vi gör en del offentliga uppdrag där vi arbetar med ambassader. Men den stora delen är konsultverksamhet där vi hjälper svenska företag att etablera sig i landet, att hitta kunder och leverantörer och anställa personal på plats. Eller så hjälper vi dem till exempel att göra marknadsanalyser.

### JOANNA BOQUIST

**Jobbar som:** konsult på Exporrådet

**Utbildning:** civilingenjörs-examen i teknisk fysik och enstaka kurser i ekonomi

**Familj:** Föräldrar och bror hemma i Stockholm

**Fritid:** "För tillfället går mycket tid åt till att träna inför maraton på kinesiska muren. Annars gillar jag att resa och läsa."



### Vilka är dina uppgifter?

– Eftersom jag inte kan språket här i Kina jobbar jag mest mot svenska bolag, i en säljande roll. Jag pratar med nya kunder om vad vi kan erbjuda dem samt håller kontakt med etablerade kunder.

### Hur hamnade du på Exporrådet i Shanghai?

– Det var en slingrig väg. Efter min examen i teknisk fysik stod jag och vägde mellan att doktorera i fysik och att ge mig ut i arbetslivet. Medan jag sökte jobb läste jag lite ekonomi och fick då upp ögonen för konsultverksamhet. Sen fick jag tips om Exporrådet och de visade sig anställa en hel del civilingenjörer.

Jag sökte mig till Exporrådet i Polen, eftersom jag är halvpolsk. Där reste jag runt med de svenska kunderna i landet, träffade potentiella partners och lärde dem att förstå marknaden. Men efter två år kände jag att jag var redo för något nytt. Min chef tipsade mig om Asien och hjälpte mig att bli förflyttad hit i mars 2009.

### Hur ser en typisk arbetsdag ut?

– Det är väldigt varierande. En stor del

av tiden pratar jag med svenska företag, antingen på plats i Kina eller per telefon. Jag reser ganska mycket, både i Kina och till Sverige.

### Har du användning av din examen i teknisk fysik i ditt jobb?

– Mest av förmågan att ta in stora mängder information och att bearbeta komplexa saker. Jag har inte så mycket användning av min specialisering i kärnfysik. Men teknikföretagen uppskattar att jag har en förståelse för deras verksamhet och att de kan prata med mig i ganska tekniska termer.

### Vad är mest speciellt med att arbeta i Kina?

– Det är så annorlunda det bara kan bli jämfört med Sverige. Det är fullt av folk överallt och det händer saker hela tiden, ofta utan förvarning. Det känns lite kaotiskt, men det är också det som är roligast.

I Kina är det väldigt viktigt att inte förlora ansiktet. Om man frågar en leverantör om de kan leverera något på utsatt tid av en viss kvalitet så svarar de alltid ja, även om de inte kan det. Det är svårt att

veta när ett ja betyder nej. Innan man lärt sig att förstå deras kultur är det lätt att det blir missförstånd.

### Vad är roligast?

– Att det känns som om jag befinner mig i händelsernas centrum – Kina är det land som växer snabbast just nu. Det är spännande att vara här när det händer, varje dag är så händelserik. Och så är det kul med ny kultur och jag håller på att lära mig språket.

### Vad är mindre roligt?

– Att det inte finns någon centralvärme i lägenheterna. Jag får gå omkring med skidbyxor och halsduk inomhus när det är kallt ute. Som svensk saknar jag annars natur och frisk luft.

### Vad gör du om tio år?

– Jag tror att jag antingen har gått tillbaka till något mer tekniskt yrke, eller så byter jag bana totalt och förverkligar min barnsdröm att bli science fiction-författare. Och så bor jag antagligen i Europa igen.

INGELA ROOS



## Kapplöpning med konserverburkar

**Om du rullar olika föremål som burkar, bollar eller ägg nedför ett lutande plan kommer du att observera flera överraskande effekter. Speciellt finner du vissa generella resultat, som inte beror på vad du rullar eller på backens lutning.**

**FÖR VÅRT EXPERIMENT** kan du använda till exempel två lika konserverburkar, det vill säga burkar med samma dimensioner och samma vikt. Den ena skall ha flytande innehåll, den andra fast. Det brukar vara lätt att hitta ett sådant par av samma fabrikat i speceributiken, se exempel på bilden. Om vikten skiljer sig mycket kan du klistra exempelvis mynt koncentriskt på burksidan för att kompensera. Om du inte lyckas hitta lämpiga burkar kan du skaffa två lika juiceburkar och frysa den ena.

Lägg en planka eller dylikt på golvet så att den lutar 10 till 20 grader. Släpp de två burkarna samtidigt från längst upp på plankan. Burken med det flytande innehållet kommer först ned till golvet, men väl på golvet så rullar burken med fast innehåll ikapp och förbi burken med flytande innehåll. Vad händer?

**VI FÖRSUMMAR TILL** att börja med friktionsförluster i analysen. Den totala en-

ergin hos en burk bevaras då. Energin består av tre delar: lägesenergi, translationsenergi och rotationsenergi.

Lägesenergin omvandlas successivt till translations- och rotationsenergi. Alla burkar med fast innehåll (stel kropp) rullar lika fort på ett visst plan, alltså oberoende av storlek och massa. För mycket brant plan accelererar burken med  $2/3 g$ , där  $g$  är tyngdaccelerationen.

För burken med flytande innehåll är situationen lite mer komplicerad. Vi antar för enkelhets skull att vätskan står stilla och endast själva burken rullar. Jag antar att själva burken är mycket lättare än innehållet och finner då att alla sådana burkar rullar lika fort.

I mitt fall vägde själva burken 10 procent av totalvikten, vilket ger ett fel på 5 procent i hastigheter och tider. Jag får nu att förhållandet mellan rulltider  $t$  och hastigheter  $v$  är oberoende av burkarnas dimensioner och vikt (så länge de är lika för de två bur-

karna), men också av plankans lutning:

$$\frac{t(\text{flytande})}{t(\text{fast})} = \frac{v(\text{fast})}{v(\text{flytande})} = \sqrt{\frac{2}{3}} = 0.816$$

**BURKEN MED DET** flytande innehållet får alltså ungefär 20 procent högre hastighet när den når golvet. Rulltiden är ungefär 80 procent av den för burken med fast innehåll.

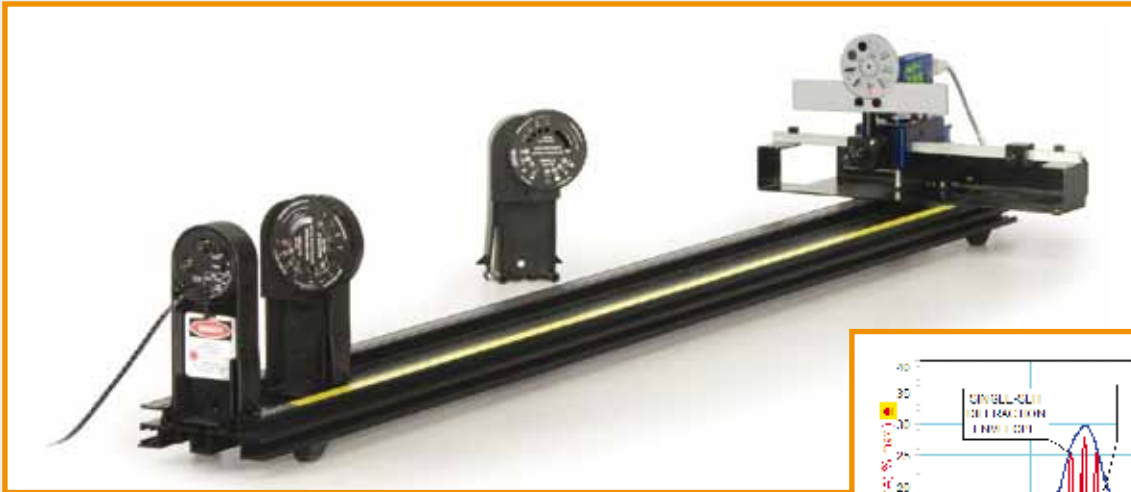
Efter att ha lämnat plankan bromsas de båda burkarna lika mycket på grund av friktionen mot golvet. Detta beror på att de väger lika mycket.

Burken med det flytande innehållet kommer dock att bromsas ytterligare från den "inre" friktion som uppstår när vätskan rör sig relativt burkens roterande innervägg. Således kommer denna burk att stanna av fortare och bli upphunnen av den andra burken.

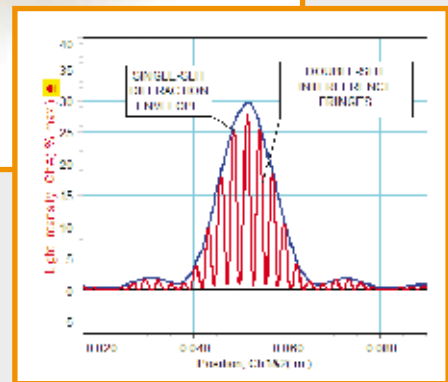
Man kan studera den inre friktionen genom att öka plankans lutning. Friktionen kommer då att öka på grund av den högre rotationshastigheten och burken rullar inte lika långt på golvet.

PER-OLOF NILSSON, CHALMERS

## SENSOR BASED DIFFRACTION SYSTEM



PASCO erbjuder ett väldigt elegant sätt att ta upp diffraktions- och interferenskurvor med en rad olika spalter. Man kan exempelvis studera hur intensitetskurvorna för interferensmönstret förändras om man använder upp till fem spalter.



Gammadata Instrument AB  
Pb. 15120, 750 15 Uppsala  
Telefon: 018-480 58 00 - Fax: 018-555 888  
info@gammadata.se  
www.gammadatainstrument.se