



fysikaktuellt

NR 2 • MAJ 2007

Tema: Kvinnor i fysik

sidan 8–13

ISSN 0283-9148

**Strängteori:
kritiker möter
förespråkare**

sidan 19

**Optiska kristall-
gitter avslöjar
hemligheter**

sidan 14

**Fysikleik
med en
läskburk**

sidan 27

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 stödjan- de medlemmar (företag, organisationer). Årsavgiften för medlemskap är 250 kr. Studerande (under 30 år) och pensionärer 150 kr. Mer informa- tion om medlemsskap finns på samfundets webbsida.

Inom samfundet finns ett antal sektioner som bl.a. anordnar konferen- ser och möten inom respektive områden:

Atom- och molekylfysik	Jan-Erik Rubensson • jan-erik.rubensson@fysik.uu.se
Biologisk fysik	Peter Apell • apell@chalmers.se
Elementarpartikel- och astropartikelfysik	Tommy Ohlsson • tommy@theophys.kth.se
Gravitation	Brian Edgar • bredg@mai.liu.se
Kondenserade materiens fysik	William R Salaneck • bisal@ifm.liu.se
Kvinnor i fysik	Elisabeth Rachlew • rachlew@atom.kth.se
Kärnfysik	Per-Erik Tegnér • tegner@physto.se
Matematisk fysik	Imre Pázsit • imre@nephy.chalmers.se
Plasmafysik	Michael Tendler • tendler@fusion.kth.se
Undervisning	Mona Engberg • mona.engberg@telia.com

Fysikaktuellt
Fysikaktuellt ger aktuell information om Svenska Fysikersamfundet och nyheter inom fysiken. Den distribueras till alla medlemmar, gymnasieskolor och fysikinstitutioner 4 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 sekretariatet.

Kosmos
Samfundet utger årsskriften ”Kosmos”. Redaktör är Leif Karlsson, Fysiska Institutionen, Uppsala Universitet, Box 530, 751 21 Uppsala, leif.karlsson@fysik.uu.se

Omslagsbilden
Den ungefärliga könsfördelningen bland Uppsalas fysikdoktorander.

Tryck: Trydells, Laholm 2007

Aktuellt

- Jubileumsvecka – 300-årsminnet av Linné: festveckan i Uppsala är kulmen av Linnéfirandet, *www.linne2007.se* och *www.uu.sellinme2007*
- Fysiktävlingen 2007: Finalen hålls i Umeå fredagen och lör- dagen den 25–26 maj, med prisutdelning på lördagen. Den internationella fysikolympiaden går av stapeln 13–22 juli i Isfahan, Iran.
- NorWiP, Nordic Network for Women in Physics. Årsmötet 2007 kommer att hållas i Lyngby, Danmark 16–17 augusti. *www.norwip.dk*
- Astronomdagarna 2007 hålls i Kiruna 21–23 september. Dagarna är öppna för forskare och intresserad allmänhet. *www.rymd.org*
- Fysikdagarna 2007 kommer att hållas i Uppsala 29–30 oktober. Kontakt: *Jan.Blomgren@tsl.uu.se*

Redaktionen

Fysikaktuellt görs av en redaktion på fyra personer. Till varje nummer bidrar dessutom ett antal olika skribenter. Om du vill skriva i Fysikaktuellt eller har tips på nya, bra avhandlingar eller spännande intervjuobjekt får du gärna höra av dig till någon i redaktionen!

Redaktör, redigering samt annonskontakt:
Ingela Roos, ingela.roos@gmail.com

Övriga redaktionsmedlemmar:
Bengt Edvardsson, bengt.edvardsson@astro.uu.se
Thors Hans Hansson, hansson@physto.se
Peter Apell, apell@chalmers.se

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
 - Liber AB, 113 98 Stockholm
www.liber.se
 - Studentlitteratur AB, Box 141, 221 00 Lund
www.studentlitteratur.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

ATT I DENNA spalt anknyta till ett tema i tidningen är lockande, även om det inte är nödvändigt. Frågan är bara om jag har något vettigt att komma med?

Att fylla spalten med plattityder och politiskt korrekta utrop vore ganska lätt, men det intresserar mig inte. Jag tror inte heller denna spalt är rätt ställe att göra en noggrannare problembe- skrivning. Jag nöjer mig med att konstatera att när vi försöker hitta de bästa fysikerna så kommer vi att lyckas hälften så bra om om vi utgår från en hälften så stor population. Vidare tror jag att ju mer pluralism man har på en arbetsplats, desto mer kreativ blir miljön.

Ett uppenbart problemet med att helt förstå situatio- nen tror jag har med perspektiv att göra. Det är alltid nyttigt att försöka se på saken från andra synvinklar, men jag kom- mer aldrig ifrån det faktum att själv är jag man inom fysik, och för att helt förstå problemet blir jag beroende av min fantasi och erfarenhet och dessas begränsningar.

JAG FÖRSÖKTE STÄLLA mig frågan om jag själv i något sammanhang känt mig som del av en minoritet som på ojusta medel fått sämre förutsättningar och sämre behandling (sant eller upplevt). Jag har rest myck- et och bött på många ställen både inom och utanför Sverige, men jag hittar ingen riktigt bra parallell.

Jag försöker mig istället på en själv- betraktelse, och funderar lite på min vardag, bland andra män i fysik. Jag leder en forskargrupp på cirka tio personer, samtliga män. Under de år som forskargruppen har funnits har fyra, av cirka 20, exjobbare varit kvin-

nor. Förutom dessa har gruppen varit hundra procent manlig. Varför har det blivit så? Jag har aldrig sagt nej till en tjej som sökt exjobb (chanserna har inte varit många), men varför söker så få?

SOM ALLA ANDRA har jag ett behov av att ha goda förhållanden till de jag har omkring mig. Kan det vara så, att jag förhåller mig till de jag träffar på jobbet på ett sätt som är alldeles utmärkt när det gäller kommunikation och växelverkan killar emellan? Man bekräftar och söker bekräftelse så gott man kan till de som för tillfället finns inom räckhåll. Kan det vara så, att då jag och många andra grabbar beter oss så, så skapar vi bit för bit en miljö där det är lätt och tryggt för killar att smälta in, men där bara de tuffaste och mest hårdhudade tjejerna kan slå sig fram?

Om det ligger någon sanning i detta så är det ju inte alls meningen att utesluta någon. Det är bara en oförmåga att se att de förhållningssätt och de attityder vi har är anpassade för de människor vi har omkring oss *just nu*, och kanske därför utestänger andra kategorier, och därmed skapar vi fysikgrabbarnas onda cirkel.

Jag vet inte om det ligger någonting i detta. Jag har faktiskt aldrig ställt mig frågan på detta sätt förut.

Att det som bäst kan vara en DEL av problemet förstår jag. För att anknyta till det jag skrev i första stycket, så tror jag att fysiken blir bätt- re om vi kan locka till oss fler kvinnor. Men, är det kanske också så att fysikmiljön måste bli bättre *för att* vi ska kunna locka till oss fler kvinnor?

ANDERS KASTBERG

Foto: Kajsa Kastberg

Styrelsen meddelar

Vid styrelsemötet 29/3 beslutades bland annat följande:

- Paula Eerola utses till vice ordfö- rande
- Hans Lundberg fortsätter som skattmästare
- Raimund Feifel tillträder som ny sekreterare.

Nästa styrelsemöte hålls i Uppsala i an- slutning till Fysikdagarna. Preliminärt hålls årsmötet 2008 i Linköping i mit- ten/slutet av mars.

Innehåll

- 4 NYHETER** Ett axplock av vetenskap- liga nyheter: frusterade spinn, stjärn- DNA m. m.
- 7 MÅSTARKLASSER** Gymnasieelver fick bli partikelfysikforskare för en dag.
- 8 TEMA: KVINNOR I FYSIK**
 - Jämställdhetsstudie bland fysik- doktorander i Uppsala.
 - Fysikens didaktik: så lär sig stu- denter att bli fysiker.
 - Lise Meitners levnadshistoria, bok- recension.
- 14 AVHANDLINGEN** Optiska kristall- gitter är föremålet för Sara Bergkvist Sylvans beräkningar.
- 17 VÄRMEVERK** Fouriers ”Theorie Analytique de Chaleur” firar 200 år. Möt mannen bakom teorin.
- 19 STRÄNGTEORI** Vara eller icke vara? Strängteoretikern Ulf Danielsson sva- rar på Bengt EY Svenssons kritik.
- 23 FYSIKTÄVLINGEN** Resultat och lösningsförslag från kvalificerings- och lagtävlingen.
- 26 FYSIKALISKA LEKSAKER** Ny arti- kelserie. Professor Per-Olof Nilsson presenterar en ny leksak i varje num- mer av Fysikaktuellt.

Frustrerade atomer i bambukorgsmönster

Kopparatomer i japanskt mönster har oordnade spinn ner till en tiontusendels Kelvin. Det har amerikanska forskare nyligen visat.

I en ferromagnet fungerar atomerna som små magneter, eller spinn, som alla vill peka i samma riktning som sina grannar. Vid tillräckligt låga temperaturer kommer därför alla spinn att peka åt ett håll – materialet är magnetiserat.

I en antiferromagnet vill de spinn som är grannar peka i *olika* riktning, och vid låga temperaturer ordnar de sig i ett regelbundet upp-ner mönster, ett så kallat Néel-tillstånd.

Spinnen är alltså ordnade i både en ferromagnet och i en antiferromagnet. Det är lätt att se att på ett kvadratisk gitter kan alla spinn ha grannar som pekar i motsatt riktning, medan detta är omöjligt på ett triangulärt gitter (det räcker att betrakta en triangel för att se detta!).

I EN ANTIFERROMAGNET på ett triangulärt gitter vet spinnen inte hur de ska ställa in sig – magneten är frustrerad. Vid låga temperaturer ordnar vanligtvis spinnen upp sig i regelbundna, om än mer komplicerade, mönster, men sedan länge har teoretiska fysiker spekulerat i att frustrationen istället kan resultera i att det

bildas en kvantspinnvätska med exotiska egenskaper.

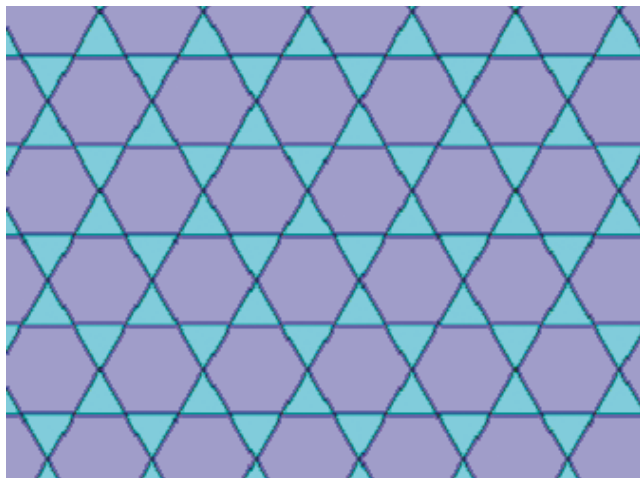
Man antar att spinnen är kopplade två och två så att varje par har totalt spinn noll. Detta medför dels att spinnen i spinnvätskan inte är ordnade ens vid absoluta nollpunkten, och dels förekomsten av spinoner eller ”oparade spin” som bildas två och två när ett par bryts sönder.

Spinonerna uppträder som nya ”partiklar” i spinnvätskan och har helt andra egenskaper än de ”partiklar” – magnoner – som man observerat i vanliga ferromagneter och antiferromagneter.

I EN NYLIGEN publicerad artikel presenterar en grupp amerikanska forskare experiment som tyder på att en sådan kvantspinnvätska bildas i materialet Herbertsmithite, $\text{ZnCu}_3(\text{OH})_6\text{Cl}_2$. Här bildar kopparatomerna ett frustrerat kagomegitter, ett mönster som förekommer i vävda japanska bambukorgar.

Experimenten visar att spinnen är oordnade ner till en temperatur bara en tiotusendels grad över absoluta nollpunkten, och fastän författarna är försiktiga med sina slutsatser, påpekar de att resultaten också är förenliga med förekomsten av spinoner.

THORS HANS HANSSON



I materialet Herbertsmithite bildar kopparatomerna ett kagomegitter som visas på bilden. Spinnen i hörnen på de små ljusgröna trianglarna är frustrerade.

Källor:

J. S. Helton et al., Physical Review Letters, 98, 107204 (2007)
B. Gross Levi, Physics Today, February 2007, sid, 16.

Bladen orkar lika mycket

PÅ JORDEN finns det 250 000 olika sorters växter och med alla upptäckliga sorter och former av blad. Forskare har länge ägnat sig åt att söka gemensamma drag hos bladen.



En artikel i Nature sent i höstas tar upp denna fråga på ett intressant sätt då den också berör en mer fundamental fråga: Är meningsfullt att leta efter sådana samband, finns de överhuvudtaget? David Tilman som är ekologiprofessor vid University of Minnesota i St Paul spekulerar till det genom att säga ”...Either we watch the world change and explain it in retrospect, or we gain a truly predictive knowledge of nature...” Kunde ha sagts av en fysiker!

DET FINNS MÅNGA andra biologiska problemställningar där man funnit intressanta samband. Ett av de mer kända är att däggdjur verkar ha ungefär samma antal hjärtslag till förfogande under sin livstid. Intressant är då naturligtvis att se om man kan hitta en underliggande mekanism för detta.

Vad förenar nu alla jordens olika blad? Forskare i Australien har tagit fram ett lövspektrum. I ena ändan finns snabba och mjuka blad och i andra ändan långsamma och träiga. Det är uttryck för en balans mellan ett blads cellvolym och tjockleken på cellväggen.

I den träiga ändan lever de längre men har en lägre fotosynteshastighet. Sammantaget verkar det som varje ytenhet av ett blad processar lika mycket kol under sin livstid oberoende av vilken sorts blad det är.

PETER APELL

Källa:

The Cost of Leafing, Nature vol 444, 30 November 2006

Spektrum avspeglar stjärnornas gener

Förbättrade metoder att jämföra stjärnors grundämneshalter visar att ”stjärnsyskon” delar speciella egenskaper. Mängderna av olika grundämnen kan tolkas nästan som om det vore DNA och avslöja släktskap.

NYA STJÄRNOR BILDAS hela tiden i gasrika galaxer som Vintergatan. I mycket kalla ogenomskinliga molekylnmoln av gas och stoft i Vintergatans skiva kan gravitationskraften sakta komprimera materialet till stjärnor.

Stjärnbildningen sker i sörra eller mindre grupper så att nya stjärnor uppträder i samlingar, så kallade stjärnhopar. Eftersom bara några procent av det ursprungliga molnets materia blir till stjärnor medan resten sprids ut av de nybildade stjärnornas kraftiga strålning och vindar hålls de unga stjärnhoparna bara svagt samman av gravitationen. De allra flesta sprids ut efter några varv i sina banor i Vintergatan och bara de allra mest stjärnrika stjärnhoparna överlever i många miljarder år.

Solen, som hunnit omkring 20 varv (20 så kallade kosmiska år) sedan sitt bildande, har säkert ett antal likar som är födda ur samma moln och vid samma tid och som nu är spridda i en ring runt Vintergatans centrum. Vilka de är vet vi dock inte.

EN INTERNATIONELL forskargrupp ledd av Gayandhi De Silva vid det Europeiska sydobservatoriet har utvecklat metoder som kan göra det möjligt att avgöra vilka stjärnor som hör ihop. Deras upptäckt är att även stjärnhopar som tycks ha ungefär samma halter av grundämnen uppvisar små individuella variationer i proportionerna. Bara med hjälp av mycket precisa metoder för att mäta grundämneshalter i stjärnornas spektra kan man upptäcka dessa små skillnader.

De har jämfört halterna av järn, magnesium, barium och ytterligare några grundämnen i ett antal stjärnor från var och en av tre olika stjärnhopar. Upptäckten visar att de gasmoln som bildar stjärnor är litet olika i sina grundämnessammansättningar. Kenneth Freeman, en av forskarlagets medlemmar, kallar detta för stjärnhoparnas DNA.

Skillnaderna kan bero på att vissa moln fått ett extra ”kost-



Collinder 261. I det här stjärnklustret, som ligger cirka 25 000 ljusår från Vintergatans centrum, mätte astronomerna spektrum för ett dussin röda jättar.

tillskott” i form av en supernovaexplosion kort innan stjärnbildningen startade. Supernovaexplosioner är individuella och bildar olika proportioner av grundämnen vilka sätter spår i de gasmoln som finns i närheten.

Kanske kan det alltså komma att bli möjligt att så småningom hitta några av Solens syskon i myllret av de hundratals miljarder stjärnor som finns i vår Vintergata.

BENGT EDVARDSSON

Läs mer:

Pressreleaselänk:
<http://eso.org/outreach/press-rel/pr-2007/pr-15-07.html>

Originalartikel:
G.M. De Silva et al. 2006, Astronomical Journal 133, sid 1161
Allmänt tillgänglig via preprintserver:
<http://www.arxiv.org/abs/astro-ph/0611832>

Kolfotbollar gömmer sig i cellkärnor

ALLA UNIVERSITET med självaktning sysslar numera med nanoteknik i en eller annan form. Politiker och allmänhet har tagit ordet till sina hjärtan.

Men då tekniken rör sig i storleksordningar som är mindre än många längskalor i levande system har röster höjts för att se närmare på hur nanotekniken påverkar levande system.

En artikel alldeles nyligen i Environmental Science & Technology av en forskargrupp i Cambridge visar att kolfotbollar tar sig in i celler och lagras upp i cellkärnan framför allt. Åtminstone i provrörsförsök. Kolfotbollars giftighet är av speciellt intresse då de är så små, med bara en diameter på 0,7 nm,



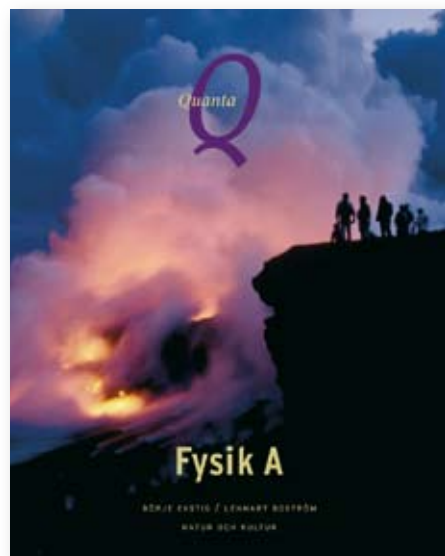
att de kan ta sig in i cellernas jonkanaler genom diffusion. Man är i allmänhet oroad av att närvaron av kolfotbollar i cellkärnor kan generera fria radikaler som i sig kan resultera i cellskador.

Fria radikaler som påverkar DNA anses nämligen ha en roll i uppkomsten av cancer. Å andra sidan anses fria radikaler vara viktiga i många biologiska processer som dödandet av bakterier inne i celler och i vissa cellsignalsprocesser. Två sidor av samma fotboll.

PETER APELL

Källa:

Environmental Science and Technology, vol. 41, Issue 8 (April 15, 2007)



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



Doktoranden Marianne Johansen från Fysikum vid Stockholms universitet berättar om partikelexperimentet ATLAS under mästarklasserna i partikelfysik.

Studenter blev forskare för en dag

Under en heldag fick gymnasieelever lämna skolbänken och istället forska i partikelfysikens framkant. För tredje året ordnades mästarklasser i Vetenskapens Hus.

Den 22 mars deltog 22 elever och 3 lärare från gymnasiet i en heldag vid partikelfysikens forskningsfront på AlbaNova för att utforska materiens minsta bestånds-

delar. Det var tredje året i rad som elever från Stockholmsregionens gymnasieskolor kunde delta i de Europeiska mästarklasserna i partikelfysik tillsammans med elever från andra länder. Totalt deltog 4500 elever, främst från Europa, men i år även från USA och Sydafrika.

Dagen började med föreläsningar i partikelfysik. Marianne Johansen, doktorand i partikelfysikgruppen vid Stockholms universitet, entusiasmerade deltagarna med att berätta om ATLAS-experimentet – ett precisionsinstrument 7 våningar högt och bortemot 50 m långt. Till hösten kommer ATLAS att börja ta data om allt går enligt planerna.

Deltagarna fick sedan arbeta med en egen "partikelaccelerator", ett klassiskt experiment med elektroner, och titta på spåren efter myoner och elektroner i den stora dimkammaren som finns placerad i Lasergrottan. Dessa partiklar är resultatet av den kosmiska strålning som ständigt bombarderar jordens atmosfär.

En lång fikarast ägnades åt att besöka några forskargrupper i AlbaNova, där de även blev bekanta med partikelfysikexperimentet "Iskuben" som just nu installeras i Antarktis mäktiga is för att detektera neutriner från kosmos.

Sedan blev det videokonferens med andra Mästarklassgrupper i Europa, bland annat från universitet i Prag, Göttingen och Aten, vilken leddes av en av forskarna på CERN. Man jämförde resultat, frågade ut varandra och deltog i en frågetävling, som resulterade i flera t-shirts till Stockholmseleverna i pris för bästa svar.

Utpumpade, men nöjda med dagen och speciellt med sig själva, gick eleverna hem efter att ha varit forskare i Vetenskapens Hus och AlbaNova under en lång dag tillsammans med nya kamrater från andra skolor i Stockholmsområdet och Prag, Göttingen och Aten. Vem vet hur många kommande partikelfysiker som "föddes" den här dagen?

ERIK JOHANSSON
CHRISTER NILSSON

Websajter:
<http://www.physicsmasterclasses.org>
<http://atlas.ch>
<http://vetenskapenshus.se>
<http://www.physto.se>



Här studerar gymnasiestudenterna kvarkar och leptoner.



Videosession med Aten, CERN, Göttingen och Prag

UNDER EN DEL av dagen fick eleverna arbeta med riktiga data från DELPHI-experimentet, en föregångare till ATLAS-experimentet på CERN, Europas partikelfysiklaboratorium, och kom i kontakt med konstigheter som kvarkar, leptoner och gluoner, dvs materiens minsta beståndsdelar.

”Många små saker skapar en mansdominerad miljö”

Andelen kvinnliga fysiker är låg. Och ju längre upp i karriärstegen man tittar, desto färre är kvinnorna. Två fysikdoktorander i Uppsala har undersökt varför.

FYSIKEN SOM VETENSKAP är könsneutral, anser de allra flesta. Men populationen av fysiker är synnerligen snedvriden med avseende på kön. Redan på grundutbildningsnivån är andelen kvinnor låg, för att sedan ytterligare avta genom de olika karriärstegen.

Vissa ser inte det här som ett problem. Andra anser att fysikvetenskapen i de uteblivna kvinnorna går miste om ett antal briljanta intellekt som kunde hjälpt till att föra forskningen framåt.

Agnes Lundborg och Karin Schönning, fysikdoktorander vid institutionen för kärn- och partikelfysik vid Uppsala universitet, tillhör dem som ser den låga andelen kvinnor som ett problem. Till-

sammans har de gjort en jämställdhetsstudie bland Uppsalas fysikdoktorander. Resultatet visar på en mansdominerad miljö där de flesta kvinnor särbehandlas.

– Det var en tydlig och konsekvent skillnad på hur män och kvinnor svarade, säger Agnes Lundborg.

REDAN FÖR ETT par år sedan gjorde Agnes Lundborg och Karin Schönning ett miniprojekt inom en doktorandkurs i peda-

Många män ansåg att de manliga studenterna var duktiga på grund av smarthet, medan kvinnorna var duktiga på grund av flit.

gogik. Där undersökte de attityderna till fysik och fysiker bland grundutbildnings-

studenter vid den egna institutionen.

– Det var tydligt att kvinnliga studenter hade sämre självförtroende medan de manliga betraktade sig själva som intelligenta, berättar Karin Schönning.

Även synen på andra visade sig vara könsberoende. Många manliga studenter ansåg att manliga kurskamrater var duktiga på grund av smarthet, medan deras kvinnliga kurskamrater uppnådde sina goda studieresultat främst på grund av flit.

– Och den gängse bilden av en fysiker fann vi vara en man, säger Karin Schönning. Hon låter inte särskilt överraskad.

NU HADE Karin Schönning och Agnes Lundborgs intresse för jämställdhet inom fysikvärlden väckts ordentligt. De sökte och fick pengar från universitetets jämställdhetskommitté för att göra en mer genomarbetad enkätstudie bland alla fysikdoktorander i Uppsala. Även Fysiksek-

tionen och deras egen institution bidrog med en slant.

– Vi skaffade oss en informell handledare i Annelie Andersson på Centrum för genusvetenskap. Det hade vi stor nytta av. Vi är ju fysiker och inte vana vid den här forskningsmetodiken sedan tidigare.

De läste på ordentligt och genomförde först en provenkät på en annan institution. Sedan delade de ut sin enkät till Uppsalas fysikdoktorander, 85 män och 20 kvinnor (undantaget dem själva).

Knappt 80 procent av kvinnorna 60 procent av männen svarade på enkäterna.

– Resultaten var tydliga, samma teman återkom på alla plan, säger Karin Schönning.

DE KVINNIGA DOKTORANDERNA känner sig mindre uppskattade än de manliga, och har oftare besvär som huvudvärk och magont. Kvinnorna ser sig också som självständiga i mycket högre utsträckning än männen. De får mindre hjälp från kollegor, trots att de lika ofta bad om det. Lundborg och Schönning tolkar resultatet som att männen mer naturligt kommer in i forskningsgruppen och därmed lättare får hjälp.

– Många små saker skapar en mansdominerad miljö, och mycket är subtilt. Jag tror inte att det handlar om illvilja, utan det sker till stor del omedvetet, säger Karin Schönning.

En doktorand svarade att *”Gamla gubbar anställer folk och styr forskargrupperna. När de dör blir det bättre.”* Men Karin Schönning och Agnes Lundborg anser definitivt inte att jämställdhet är en generationsfråga. Tvärtom visade deras undersökning att män som var negativt inställda till jämställdhetsarbete i högre grad ville stanna kvar inom akademien. Risken finns alltså att den mansdominerade trenden snarare förstärks än dör ut av sig själv.

– Därför har vi tagit fram förslag på åtgärder, som är lätta att genomföra i praktiken, säger Agnes Lundborg. Se faktarutan härintill.

De flesta män som svarade på enkäten var välvilligt inställda till jämställdhetsarbete, men hade själva inte sett något problem.

SÅ KAN ANTALET KVINNIGA FYSIKER ÖKAS

Här följer några av Agnes Lundborgs och Karin Schönning's förslag på åtgärder för att öka jämställdheten i fysikvärlden:

- Annonsera ut samtliga doktorandtjänster ordentligt.
- Uppmuntra gärna duktiga kvinnliga studenter att söka doktorandtjänsterna. Då är chansen större att de faktiskt gör det.
- Om du är handledare, ge akt på att visa lika mycket uppskattning för dina kvinnliga och manliga studenter. Kvinnorna kanske till och med behöver mer uppskattning på grund av sämre självförtroende.
- Lyft fram fler kvinnliga förebilder:
 - ordna fikaträffar med kvinnliga forskare för grundstudenter.
 - synliggör kända kvinnliga fysiker: om det är en kvinna som arbetat fram teorin du föreläser om, upplys studenterna om detta.
- Utbilda de anställda vid institutionerna i arbetsmiljöfrågor såsom hälskartekniker och sexuella trakasserier, till exempel genom att regelbundet ordna seminarier om dessa ämnen med inbjudna föreläsare.

– Vi har märkt att om vi visar att jämställdhetsarbete behövs, då ställer de flesta upp, säger Agnes Lundborg.

PÅ DEN EGNA institutionen har saker redan börjat hända.

– Jag är förvånad över hur snabbt det verkar leda till åtgärder. Det är mycket positivt, säger Agnes Lundborg.

Deras undersökning visade till exempel att det vanligaste sättet att få en doktorandtjänst var att gå runt och prata direkt med folk på avdelningarna. Men det är nästan bara män som gör så. Om tjänsten annonseras ut ordentligt söker betydligt fler kvinnor.

”Men det är ju svårt att ändra på hur människor uppfostrar sina barn. Man får jobba med jämställdhet där man kan istället.”

Nästan innan Agnes Lundborg och Karin Schönning var klara med sitt arbete hade deras institutionen ändrat på rutinerna för hur doktorandtjänsterna ska utlysas.

De märker även skillnad i de egna korridorerna.

– Folk på avdelningen har blivit lite mer medvetna nu. Jämställdhet är inte ett ovanligt ämne i fikarummet och tonen i samtalen är bra, det är en konstruktiv anda, berättar Karin Schönning.

EN STOR ORSAK till att antalet kvinnor i fysikvärlden är så litet är givetvis att så få kvinnor överhuvudtaget söker till grundutbildningarna i fysik. Varför?

– Jag tror absolut inte att det är biologiskt. Snarare handlar det nog om att pojkar och flickor fostras olika, säger Karin Schönning.

Hon är inte ensam om resonemanget. Psykologiforskare har kommit till samma slutsatser, se till exempel artikeln *Män och kvinnor lika som bär* (Dagens Nyheter, 15/4 2007).

– Men det är ju svårt att ändra på hur alla människor uppfostrar sina barn. Man får jobba med jämställdhet där man är och göra åtgärder där man kan istället, säger Karin Schönning.

Avsaknaden av kvinnliga förebilder kan också vara en anledning till att så få kvinnor lockas till fysiken.

Jämställdhetsarbetet fortsätter. Nästa månad åker Agnes Lundborg till Stockholm och håller ett seminarium på Fysikum. I Uppsala har de redan hållit ett antal seminarier, vilket bland annat lett till att några andra doktorander är på att göra en liknande studie på institutionen för matematik och IT.

INGELA ROOS

Hela Agnes Lundborgs och Karin Schönning's rapport *”Maskrosfysiker”* finns att läsa på www3.tsl.uu.se/~lundborg/maskrosfysiker.pdf.



Karin Schönning och Agnes Lundborg har i sin studie *”Maskrosfysiker”* tittat på rekrytering, handledning och arbetsmiljö bland Uppsalas fysikdoktorander ur ett genusperspektiv.

Kvinnliga fysikstudenter tar avstånd från femininitet

Genus och fysik är en kombination som väcker starka reaktioner. Mansdominansen må vara överväldigande, men å andra sidan finns ämnets skenbara könlöshet. Detta gör forskning på genus och fysik både utmanande och intressant.

I MIN LICENTIATAVHANDLING i fysikens didaktik har jag intresserat mig för hur studenter lär sig att bli fysiker; hur de skapar sig identiteter som fysiker. I synnerhet är jag intresserad av vilken roll genus spelar i detta identitetsskapande.

Genus blir här viktigt som en analysvariabel dels till följd av den stora mansdominansen i fysiken, dels eftersom det är en mycket viktig del av vår identitet. I utforskandet av detta identitetsskapande har jag använt mig av intervjuer.

Jag intervjuade tretton studenter på Naturvetarprogrammet, inriktning fysik, vid Uppsala universitet. Dessa intervjuer var fokuserade på arbetet i kurslaboratoriet. Utifrån intervjuerna har jag studerat hur studenterna skapar sig "genusladdade" identiteter som fysiker – i relation till det rent handgripliga fysikarbetet i kurslaboratoriet. Med andra ord, hur studenterna gör kön samtidigt som de gör fysik.

Intervjuundersökningen visar, inte överraskande, att många av studenterna gör en tydlig koppling mellan fysik och maskulinitet.

För att kunna analysera denna process av identitetsskapande har jag konstruerat ett teoretiskt ramverk, där jag kombinerar en teori om lärande (situerat lärande) med poststrukturell genusteori.

FYSIKENS DIDAKTIK har typiskt fokuserat på studenters förståelse av enskilda begrepp, som kraft eller elektrisk spänning. Inom den tradition som brukar kallas situerat

lärande ligger dock fokus inte på lärande av specifika begrepp, utan man intresserar sig istället för hur studenter lär sig en viss praktik, till exempel det att vara fysiker.

Kunskap ses här som konstruerad i ett socialt sammanhang och lärande sker genom att man deltar i en praktikgemenskap (till exempel fysikergemenskapen eller varför inte ett fotbollslag). Lärande brukar vidare karakteriseras som en identitetsutveckling – därför såg jag denna lärandeteori som så passande för mina syften.

Vad det gäller genus har jag funnit det mest passande att se på detta som ett dynamiskt görande snarare än något medfött och statiskt. Inom poststrukturell genusteori talar man om genus som ett görande; istället för att vårt genus ses som orsaken till våra handlingar ses genus som ett resultat av våra handlingar. Detta är alltså den teoretiska bakgrunden till min forskning – men vad har jag då kommit fram till?

Intervjuundersökningen visar, inte överraskande, att många av studenterna gör en tydlig koppling mellan fysik och maskulinitet. Vid en mer detaljerad analys framträder emellertid olika maskuliniteter i studenternas identitetsskapande; en fysikermaskulinitet baserad på analys och en baserad på det praktiska handlaget.

JAG GER HÄR exempel på hur en student, låt oss kalla henne Ann, hanterar dessa maskuliniteter och vad hon beskriver som en "normal femininitet" i sitt identitetsskapande. Ann upplever fysiken som mycket "öppen", där en rad maskuliniteter och femininiteter kan finnas sin plats.

Ann är emellertid på det klara med att hon i sitt identitetsskapande strävar efter

att delta i den analytiska fysikermaskuliniteten. Hennes fokus i labbet ligger helt på analys – det praktiska arbetet ser hon sig själv som dålig på.

Hon återkommer gång efter annan till hur hon inte är som andra kvinnor.

Lika viktig som identifikationen med den analytiska fysikermaskuliniteten är för Ann, är motidentifikationen med vad hon karakteriserar som en normal femininitet. Hon återkommer gång efter annan till hur hon inte är som andra kvinnor. Denna motidentifikation kan förstås som ett sätt för Ann att hantera det att vara kvinna i ett traditionellt mycket mansdominerat yrke; genom att positionera sig som icke-feminin kan hon samtidigt positionera sig som fysiker.

VILKEN NYTTA KAN då en fysiklärare ha av min forskning? Framförallt skulle jag vilja lyfta fram vikten av att som lärare skaffa sig ökad insikt i hur studenter inte enbart lär sig fysik utan också hur de lär sig att bli fysiker. Genom att lära känna våra studenter bättre kan vi i förlängningen också förbättra deras lärande av fysik.

ANNA DANIELSSON

Anna Danielsson doktorerar inom fysikens didaktik vid Uppsala universitet. Hela hennes licentiatavhandling finns att läsa på http://www.fysik.uu.se/didaktik/Lic_Anna_Danielsson_final.pdf

Fysik för gymnasiet



”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, lärarhandledningar, abonnemangstjänst

Författare: Rune Alphonce, 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

Meitner löste kärnklyvningens gåta

”Det var en tabbe av Nobelkommittén att missa en av kärnfysikens största, tillika kvinna.”

RECENSION

Bengt Forkman

”Lise Meitner – en levnadsteckning”

Gidlunds förlag

BENGT FORKMAN, en av pionjärerna för kärnfysik i Lund, har skrivit en initierad och i vissa stycken ömsint levnadsteckning av en av kärnfysikens allra första pionjärer, Lise Meitner. Boken tecknar ofrånkomligen också tidens vetenskapliga och politiska samhälle.

Även om Forkman inte direkt tar ställning till om Meitner borde ha fått Nobelpris, så antyder ett par korta meningar och läsning mellan raderna var författaren själv står.

Att vara kvinna i vetenskapen, tillika fritänkande judinna var och är ingen enkel kombination. Ändå är det förvånande hur öppet dåtidens tyska vetenskapssamhälle kunde vara. Dess äkta och rakryggade humanism hade många företrädare, bland dem Max Planck och Albert Einstein.

Det var också ett internationellt samhälle, företrädevis centraleuropeiskt och anglosachsiskt men också med avstickare till Skandinavien. Den interna vetenskapliga solidariteten och den respekt den åtnjöt utifrån blev ett skydd för den fria vetenskapen och dess utövare även vid Kaiser Wilhelm Institut i den preussiska huvudstaden Berlin.

LISE MEITNERS LIV är som en skildring av europeisk historia. Hennes judiska förfäder flydde förföljelser i Ryssland och slog sig ner i Slovakien i dåvarande Österrike. Barndomens Wien var en kulturell, vetenskaplig och politisk smältdegel med namn som Boltzmann, Stefan, Freud, Hertzl.

Liksom sin äldre syster kunde Lise avlägga studentexamen, om än som privatist och kunde därmed utnyttja den för kvinnor nyöppnade möjligheten till universitetsstudier. Där fick hon en av sina studentkamraters far, Ludwig Boltzmann som lärare.

Boltzmann hade en gång blivit erbjuden en professur i Berlin, men hade avböjt på sin hustrus inrådan. Einstein fick senare samma erbjudande och antog budet trots att han liksom Boltzmann ogillade den preussiska militarismen.

I samband med att Max Planck var på ett kort besök i Wien yppade sig ett tillfälle också för nyblivna doktor Meitner att studera några terminer vid Kaiser Wilhelm Institut. Liksom Einstein inte ville bli tysk medborgare behöll Meitner intill Anschluß sitt österrikiska medborgarskap.

Vid Kaiser Wilhelm Institut träffade Meitner strax den jovialiske kemisten Otto Hahn. Liksom hon hyst tveksamhet till att som fysiker samarbeta med Marie Curie i Paris, då uppfattad som kemist, ställde sig Meitner i början avvaktande till att han som kemist sett så positivt på samarbete med henne som fysiker.

Men det skulle visa sig, att samarbetet mellan deras discipliner utvecklades till vetenskap i Nobelprisklass på gränsområdet mellan kemi och fysik. De två år som hon tänkt vistas i Berlin



blev istället mer än trettio av nära arbetsgemenskap och livslång vänskap dem emellan.

EFTER HITLERS maktövertagande tillkom en lagstiftning som förbjöd judar att inneha offentliga ämbeten. Även fräntagen sin professur vid Berlinuniversitetet kunde hon fortsätta forska vid Kaiser Wilhelm Institut men blev kringskuren i sina möjligheter att publicera.

Efter Anschluß 1938 upphörde Meitners österrikiska medborgarskap och passet blev ogiltigt. En ansökan om utresetillstånd avslogs: Man ville inte ge framstående representanter för tysk vetenskap en kritisk röst utifrån. I fallet Meitner fanns en viss risk att detta skulle blixtbelysas om hon fick Nobelpris.

Hon kunde dock fly till Holland med tåg utan att någon kontroll företogs, utan bagage men med Otto Hahns mors diamantring som nödkapital. Genom Manne Siegbahn, som hon fått god kontakt med vid ett besök i Lund, fick hon en fristad i Sverige och en arbetsplats vid Vetenskapsakademiens forskningsinstitut, då en näst intill oinredd byggnad. Tyvärr blev dess verksamhet fördröjd genom krigsutbrottet.

Det var till skada för alla parter och svensk kärnfysik i sin linda att också universiteten stod mer eller mindre handfallna inför den kunskap som Lise Meitner kunnat dela med sig av. Hon

kände sig isolerad i Sverige. Forkman skriver att ”det hade inte behövt vara så.”

KÄRNKLYVNING TYCKS ha skett vid flera laboratorier under 1930-talet men den blev inte experimentellt säkerställd förrän efter Meitners flykt till Sverige och då genom kemisk identifiering av barium som fissionsfragment.

En intensiv och häpnadsväckande snabb brevväxling mellan Hahn och Meitner försiggick vid juletid 1938. Hahn var öppen med de experimentella resultaten, kanske av det enkla skälet att han var beroende av en skarpsint fysikers tolkning. Meitner var mera återhållsam, vilket var naturligt eftersom hon inte längre kunde publicera tillsammans med Hahn.

Tolkningen kom vid en skidfärd med systersonen Otto Frisch dagen före julafton år 1938. Meitner, men inte Frisch, höll fast vid att barium bildades i enlighet med Hahns kemiska analys. Med hjälp av massdefekter som hon kunde utantill och Einsteins formel, ditintills i stort sett inte använd, kunde hon visa att klyvningen var möjlig och att det frigörs cirka 200 MeV per kluven urankärna.

Forkman visar genom citat ur den ymniga brevväxlingen mellan Meitner och Otto Hahn hur vänskapligt och likställt deras samarbete var under i stort sett hela deras arbetsliv som varade långt efter det att Hahn men inte Meitner fått Nobelpriset.

HUR VAR DET då med Nobelpriset? Var det fel eller rätt att Hahn ensam fick det i kemi?

Klart är att man i Sverige var återhållsam med att dra nytta av Meitners kompetens; man kan nog säga att hon tidvis blev motarbetad av framstående svenska vetenskapsmän. Rent formellt begick man inget fel då hon inte fick dela kemipriset med Hahn; Meitner själv hade vid flera tillfällen gjort klar distinktion mellan fysik och kemi och i deras samarbete var Hahn kemisten.

Det är ingen rättighet att få Nobelpris, men sammantaget: Vetenskapligt, moraliskt och mänskligt var det en tabbe att missa en av kärnfysikens allra största, tillika kvinna.

När Lise Meitner år 1938 konfronterades med svensk vetenskap, slogs hon av en organisation som i hierarki överträffade den vid Kaiser Wilhelm Institut i Berlin. Av detta kan vi dra en slutsats, som gäller vår tid: Om vi vill att vårt Nobelpris ska behålla sin prestige, måste det kanske bli mera folkligt och stiga ner från en manlig piedestal. Kanske som litteraturpriset och fredspriset ibland lyckas med.

Men i rättvisans namn måste också sägas att Meitner i Sverige också mötte mycken vänskap och medmänsklighet och så småningom fann sig tillrätta även här och blev svensk medborgare. När hon till slut flyttade till England var det för att komma närmare sin systerson Otto Frisch, tillsammans med vilken hon i Kungälv löst fissionens gåta.

Forkman framställer sagan om Lise Meitner som en studie i mänsklighet i en ödesmättad tid. I stormens öga och förbiseendets stund förblev hon en stor människa med små åtbörder. Märk världen! Se människan!

CARL-ERIK MAGNUSSON

CARL-ERIC.MAGNUSSON@NUCLEAR.LU.SE



Modéer med idéer

Camilla Modéer är generalsekreterare för den ideella föreningen Vetenskap & Allmänhet. Hon är kemiteknikingenjör i botten och har varit yrkesverksamhet både i industri, akademi och offentlig förvaltning. Få vet som hon vad som får hjulen att snurra i Sverige.

Vad gör Vetenskap & Allmänhet?

– Vi vill främja kontakterna och idéutbytet mellan allmänhet och forskare, öka allmänhetens kunskap om forskningens metoder och resultat, stärka forskarnas lyhördhet och förståelse för allmänhetens frågor om och oro för forskning samt bygga nätverk för erfarenhetsutbyte och möten. Detta gör vi genom att prova olika mötesformer, göra undersökningar och studier och sprida erfarenheter, berättar Camilla Modéer.

Ursprunget till det hela var ett initiativ som Camilla drev i Industriförbundets regi att få fler ungdomar intresserade av kunskap och utbildning. Fler och bättre utbildade medarbetare helt enkelt. En fråga som blivit ännu mer aktuell de senaste åren – tyvärr också med negativa signaler om massutbildning och akademikerarbetslöshet.

Vad är på gång just nu?

– Just nu undersöker vi hur ungdomar resonerar och vad som påverkar deras attityder i form av förebilder och aktörer, säger Camilla Modéer.

Hon berättar också om Forskarfredag som är en stor forskningskommunikationsdag över hela Europa i september. Vetenskap & Allmänhet initierade ett landsomfattande samarbete under samma namn 2006 mellan Högskolor, teknikparker och andra aktörer.

Vad kan då fysiker bidra med?

– Att förstå hur människor tänker och omvärldens förutsättningar att förstå den forskning som görs. Helt enkelt att kunna berätta vilka problem vi löser och nyttan med dem.

PETER APELL

Kalla atomer avslöjar hemligheter

I artificiella gitter är verkligheten starkt kontrollerad och utan orenheter. Därför är avståndet mellan teori och experiment ovanligt litet. Det har Sara Bergkvist Sylvan dragit nytta av för att blottlägga hur material egentligen fungerar.

JAG HAR DISPUTERAT i teoretisk fysik på Kungliga Tekniska Högskolan. För mig var det självklart att fortsätta med fysik efter grundutbildningen i teknisk fysik i Lund. Jag har alltid varit fascinerad av hur naturen fungerar och såg doktorandtiden som en underbar möjlighet att verkligen få lära mig något på djupet.

Jag kom i kontakt med professor Anders Rosengren på avdelningen för kondenserade materiens teori och insåg att jag ville doktorera där. När jag även fick min finansiering klar via ett generöst stipendium från Göran Gustafssons stiftelse var det bara att börja forska.

MIN FORSKNING är baserad på datorsimuleringar av fysikaliska modeller. Dessa modeller utgör en förenklad bild av verkligheten. Datorsimuleringarna ger resultat som jämförs med experiment och man kan då se om modellerna har fångat de viktiga egenskaperna hos materialet.

Med artificiella system går det att experimentellt realisera modeller som tidigare bara funnits på papper.

Alla material har någon form av orenheter vilket ofta gör dem svårmodellerade. Därför är det väldigt önskvärt att studera artificiellt skapade system som saknar orenheter och oordning. Dessa artificiella system erbjuder en unik möjlighet att jämföra teori med experiment.

Jämförelsen med experiment ger ett kvitto på att beräkningarna är korrekta. Med artificiella system går det att experimentellt realisera modeller som tidigare bara funnits på papper. Då har man också möjlighet att avslöja hemligheter om hur material fungerar.

NÄR MAN SKA skapa artificiella gitter av kalla atomer börjar man med att kyla ner atomer till ett par nanokelvin, så att de bildar ett så kallat Bose-Einstein kondensat.

Atomerna utsätts sedan för ett artificiellt skapat optiskt kristallgitter. Det skapar man med sex interfererande laserstrålar, se vänstra bilden.

En bra liknelse för att illustrera detta gitter är en äggkartong. Varje äggplats representerar ett potentialminimum, en så kallad brunn, där atomerna gärna vill befinna sig. Varje brunn kan innehålla noll, en, eller flera atomer.

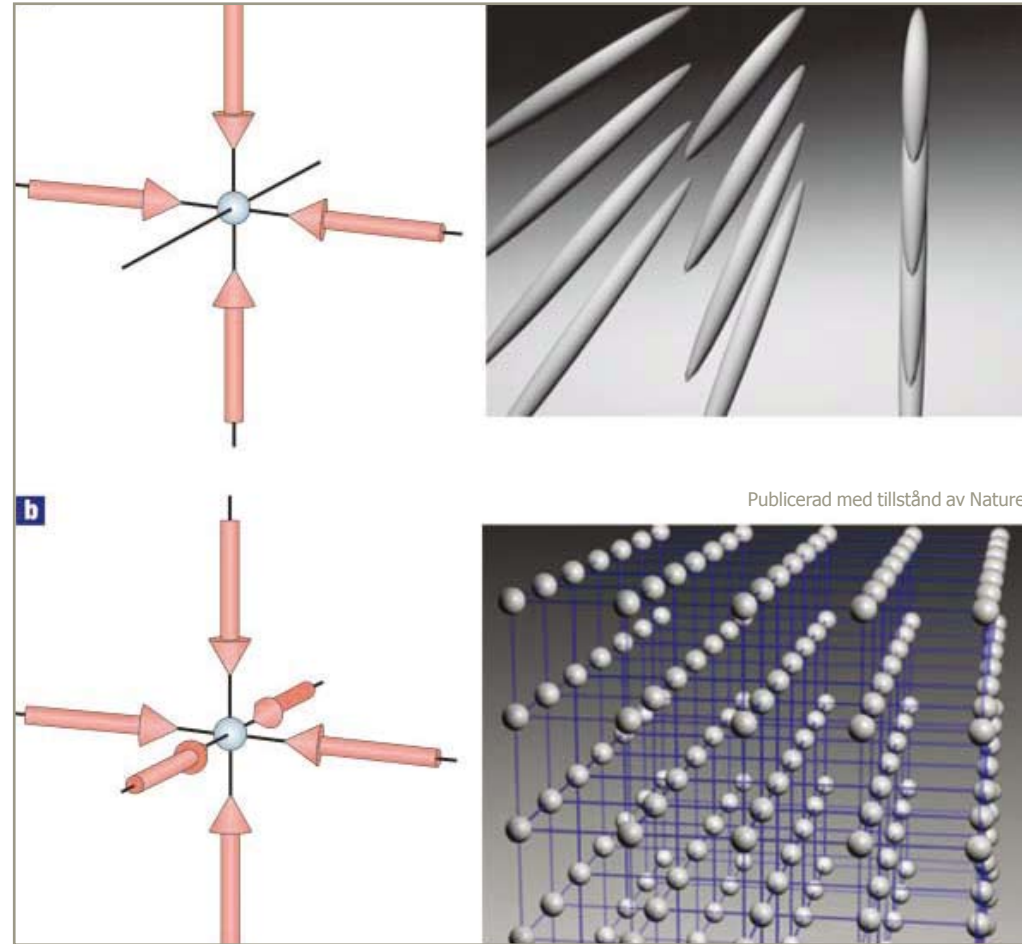
Mellan de olika brunnarna finns det barriärer som hindrar äggen (atomerna) från att förflytta sig mellan brunnarna. Atomerna kan ändå röra sig mellan två brunnar genom att tunnla. Ju djupare brunn, desto svårare är det för atomerna att tunnla.

ATOMERNAS TILLSTÅND i gittret beskrivs bra av en enkel modell med två termer. Den ena termen flyttar atomerna från en brunn till en intilliggande och den andra termen uppkommer eftersom atomer i samma brunn repellerar varandra.

Det finns två faser för atomerna i ett optiskt kristallgitter. En isolerande fas som kan liknas vid en fylld äggkartong där det finns ett (eller något annat heltal) ägg (atom) i varje brunn. Denna fas uppkommer när repulsionen mellan atomerna är stark i förhållande till tunnlingen.

I ägganalogin motsvaras det av att äggen krossas och sprids över äggkartongen.

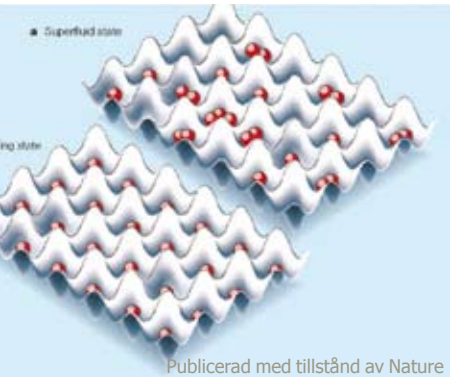
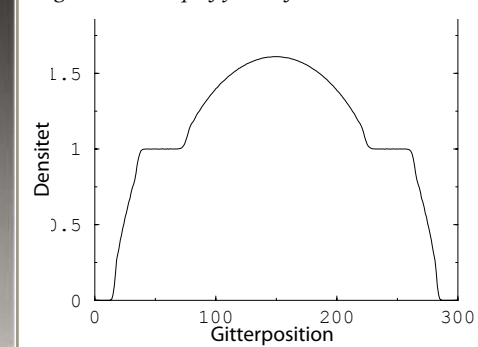
I den andra fasen finns atomerna överallt. I ägganalogin motsvaras det av att äggen krossas och sprids över ägg-



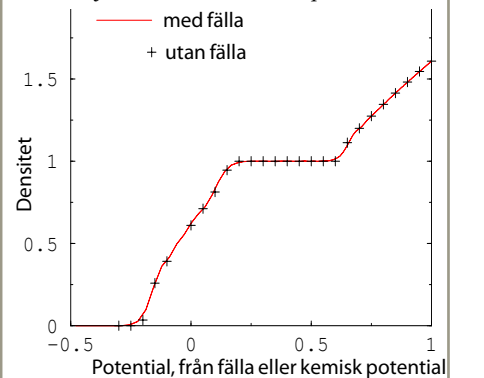
Vänster: Med fyra laserstrålar skapas ett optiskt kristallgitter där atomerna kan röra sig fritt i en dimension och är begränsade i två dimensioner. Med sex laserstrålar skapas ett optiskt kristallgitter där atomerna är begränsade i tre dimensioner.

Höger: Den övre delen av figuren visar den supraflytande fasen, med olika många atomer i olika brunnar. Nederst visas den isolerande fasen där det finns lika många atomer i varje brunn.

Figur 1. Densiteten i ett endimensionellt optiskt gitter visas som en funktion av gitterplatsen. Fällan gör att densiteten varierar med positionen. Regioner med exakt en atom per plats tillhör den isolerande fasen. Gitterplatser med en densitet som inte är heltal tillhör den supraflytande fasen.



Figur 2. Den röda linjen visar densiteten i ett optiskt kristallgitter med en fälla som en funktion av styrkan på fällan. De svarta kryssen visar densiteten i ett optiskt kristallgitter utan fälla som en funktion av den kemiska potentialen.



I MITT FÖRSTA forskningsprojekt studerade jag vilken effekt potentialfällan har på atomerna. Jag beräknade densiteten för ett gitter med en fälla, resultatet visas i figur 1.

Jag beräknade även densiteten i ett system utan fälla med olika antal atomer, det vill säga olika kemiska potentialer. I figur 2 visas resultatet från de två beräkningarna som en funktion av den kemiska potentialen och potentialen från fällan. I den här figuren visas alltså resultatet i figur 1 som en funktion av potentialen i fällan och inte, som i figur 1, som funktion av gitterplats. Att densiteten från de två beräkningarna stämmer överens visar att man kan förutspå densiteten i en fälla utifrån kunskaper om systemet utan fälla. Det är ett viktigt resultat, då mycket är känt teoretiskt för systemen utan potentialfällor.

I MITT NÄSTA projekt om kalla atomer i optiska kristallgitter studerade jag effekter av att atomerna har ett inneboende magnetiskt spin, och även vilken typ av magnetisk ordning det finns i gittret. Den magnetiska ordningen ger upphov till korrelationer mellan atomerna som snart kommer att kunna mätas i experiment.

SLUTLIGEN UNDERSÖKTE jag vad som händer om tunnlingen i gittret är mycket svag i en riktning. Genom att ändra laserintensiteten i en riktning blir barriären åt det hållet. När barriären blir tillräckligt stark kan atomerna inte röra sig i den riktningen längre och antalet tillgängliga dimensioner minskar.

Här undersökte jag vilka effekter barriärhöjden har på fasövergången mellan den supraflytande och den isolerande fasen. Vi har gett ett förslag på en möjlig expe-

rimentell signatur av denna dimensionseffekt. Professor Anders Kastbergs grupp i Umeå undersöker möjligheten att studera denna fasövergång experimentellt.

SARA BERGKVIST SYLVAN

Sara Bergkvist Sylvan har doktorerat på avdelningen för kondenserade materiens teori vid KTH. Hon försvarade sin avhandling den 23 februari i år med professor Richard Scalettar från University of California Davis som opponent.

Läs mer:

En personlig intervju med Sara Bergkvist Sylvan finns på nästa uppslag.

Hela Sara Bergkvist Sylvans avhandling "Numerical studies of spin chains and cold atoms in optical lattices" finns att läsa på www.diva-portal.org/kth/abstract.xsql?dbid=4281.

Hon paddlar mot nya utmaningar

Vad är det som lockar dig med fysik? Jag är intresserad av hur saker och ting fungerar. Jag började läsa kemi, men insåg att jag inte fick reda på tillräckligt mycket. I fysiken får man en verktygslåda med matematik, kvantmekanik etc.

Hur kom du på att du ville doktorera om optiska kristallgitter?

Det visste jag inte från början. Jag startade med två andra projekt. Sen var det populärt med optiska kristallgitter och jag hade redan program som skulle funka för att räkna på dem. Jag gillar speciellt att optiska kristallgitter ligger så nära experiment.

Vad finns det för tillämpningar av optiska kristallgitter?

Den stora tillämpningen är att det är så nära mellan teori och experiment. Den närmaste och kanske svåraste utmaningen är att finna orsaken till supraledning genom att studera tvådimensionella fermionproblem.

Vilken har varit den största utmaningen?
Att vara uthållig, att fortsätta arbeta tills

Sara Bergkvist Sylvan

Familj: Gift, väntar barn till sommaren

Bakgrund: Uppväxt i Oskarshamn, grundutbildning i Lund

Intressen: Paddla kajak, vandra, åka långfärdsskridskor

Forskning: Optiska kristallgitter, se föregående upplag



det löser sig fastän det tar emot. Till exempel när programmen inte vill räkna rätt. Ibland har jag fått sitta en månad och leta efter fel. Jag hade gärna velat att projektet gick fortare – jag blir otålig.

Vad är du mest stolt över under din tid som doktorand?

Undervisningen, jag tycker att jag har lyckats bra med den. Jag tycker att det är viktigt att visa att det finns kvinnliga teoretiska fysiker.

Hur ser dina framtidsplaner ut?

Karriärsbanan inom den akademiska världen är dålig, osäkerheten tilltalar mig inte. Därför söker jag ett jobb utanför det akademiska. Det ska handla om programmering och innehålla någon slags beräkningsutmaning.

INGELA ROOS

KURS PÅ LISEBERG 18-20 juni 2007

Vi kommer att studera matematik, fysik, biologi på Liseberg med hjälp av LabPro och Logger Pro/ Videoanalys.

Kursen vill ge inspiration och visa på hur man kan förbereda, genomföra och efterarbeta studenternas försök på ett nöjesfält. Kursen kommer att hållas på Chalmers Tekniska Högskola och på Liseberg med kursledarna Conny Modig, Västerhöjdsgymnasiet och Ann-Marie Pendrill, Göteborgs Universitet.

Mer information finns på vår hemsida www.zenitlaromedel.se

För intresse och anmälan ring:

Zenit ab Läromedel

Tel. 0523-379 00, Fax 0523-300 66

e-post: zenit@zenitlaromedel.se



Franskt värmeverk firar 200 år

I vetenskapsakademin fanns en firad Fourier som eftervärlden sedan glömt, skrev Victor Hugo i Les Misérables. Hugo blev inte sannspådd. Joseph Fouriers "Theorie Analytique de Chaleur" (1822) är ett av de mest inflytelserika verken genom historien inom matematik och fysik. I år är det 200 år sedan Fourier lämnade in den första versionen av sitt verk till Institut de France.

FOURIERS MAGNUM OPUS handlar om värmeledning. Dess betydelse för matematikens utveckling är allmänt erkänd.

Från början möttes hans påstående att en godtycklig funktion kunde reproduceras av en serie där termerna är trigonometriska funktioner med stor skepsis av matematikerna. Fourier (1768–1830) var inte den förste med denna idé, men han visade att det faktiskt var sant för en större klass av funktioner än vad som vid första påseendet verkade rimligt.

Undersökningar av under vilka betingelser som hans matematiska metoder är giltiga, hur de kan användas i mer allmänna sammanhang och hur de kan generaliseras har stimulerat matematikens utveckling i snart 200 år. I maj 2006 fick den svenske matematikern Lennart Carleson Abel-priset av Norska Vetenskapsakademin, bland annat för att ha satt ett slags (oväntad) slutpunkt på en av de utvecklingslinjer som utgår från Fouriers arbeten.

UR FYSIKSYNPUNKT innebar Fouriers insats att ett nytt område i fysiken fick en precis matematisk beskrivning, något som tidigare varit förbehållet mekanikens olika grenar. Som ett led i denna beskrivning införde han idén om en värmeström – ett begrepp som hans samtida hade svårt att förstå – och formulerade en lag för hur den beror på temperaturskillnader i materialet. Vidare påpekade han att alla termer i en ekvation måste ha samma dimension.

Hans sätt att formulera det matema-

tiska problemet innebar en separation mellan villkoren i det inre av en kropp, vad som sker på ytan (randvillkoren) och utgångsläget (begynnelsevillkoret). Han anpassade också sitt val av variabler till symmetrin i det givna problemet.

Metoden att lösa ekvationerna (variabelseparation) passade väl samman med en sådan uppdelning av problemet. Kort sagt visade han på en metodik som kunde föras över till andra områden.

Det har spekulerats i att det var hettan i Egypten och vinterkylan i Grenoble som gjorde ämnet intressant för honom.

Det har sagts att Fouriers "Theorie Analytique de la Chaleur" är den matematiska fysikern bibel (och den liknar faktiskt dagens läroböcker i matematiska metoder). Slutligen kompletterade han den teoretiska behandlingen med experiment på kroppars avkylning för att kontrollera om de förutsägelser han kunde göra faktiskt stämde.

FOURIERS STÄLLNING i vetenskapshistorien är säker, men bygger på en begränsad del av hans livsverk. Han anslöt sig till franska revolutionens ideal och hann bli arresterad och hotad med avrättning både av Robespierres anhängare och av hans motståndare.

Efter några år som lärare skickades han 1798 till Egypten som medlem av den franska expeditionen under Napoleons ledning. När Napoleon tagit makten i Frankrike utsågs Fourier 1802 till prefekt för departementet Isere, ett område kring Grenoble.

Bland projekt som han med framgång drev under cirka 15 år som prefekt var torrläggandet av ett stort område träskmark och byggandet av en väg över alperna. Under tiden som prefekt skrev han den historiska introduktionen till det verk om Egypten som blev resultatet av den franska expeditionen dit (ett betydelsefullt verk i egyptologins historia), samtidigt som han experimentellt och teoretiskt studerade värmeledningens problem. Det har spekulerats att det var hettan i Egypten och vinterkylan i Grenoble som gjorde ämnet intressant för honom.

År 1816 valdes han in i vetenskapsakademin; 1822 blev han vald till permanent sekreterare och kunde nu se till att det arbete som han lämnat in 1807 och som prisbelönats 1811 till slut blev tryckt.

JOHAN GRUNDBERG
DOCENT I TEORETISK FYSIK

Referenser:

Fouriers "Theorie Analytique de la Chaleur" finns tillgänglig i engelsk översättning på Internet Archive, <http://www.archive.org/index.php>

J. Herivel: Joseph Fourier The Man and the Physicist (O.U.P. 1975)

Nya Ergo Fysik med webbkoppling

Nu kommer en ny upplaga av Ergo Fysik A. Särskild vikt har lagts vid att använda enkla modeller för att introducera nya områden. Text och bild illustrerar olika fenomen innan matematiken förs in. På webben bygger vi ut med instuderingsfrågor, prov och nya pedagogiska laborationer.

Dessutom samspelar vi nu med webbstödet på ett mycket närmare sätt, genom att du hittar hänvisningar till webbmaterialet direkt i boken.

Testa ett smakprov på www.liber.se.

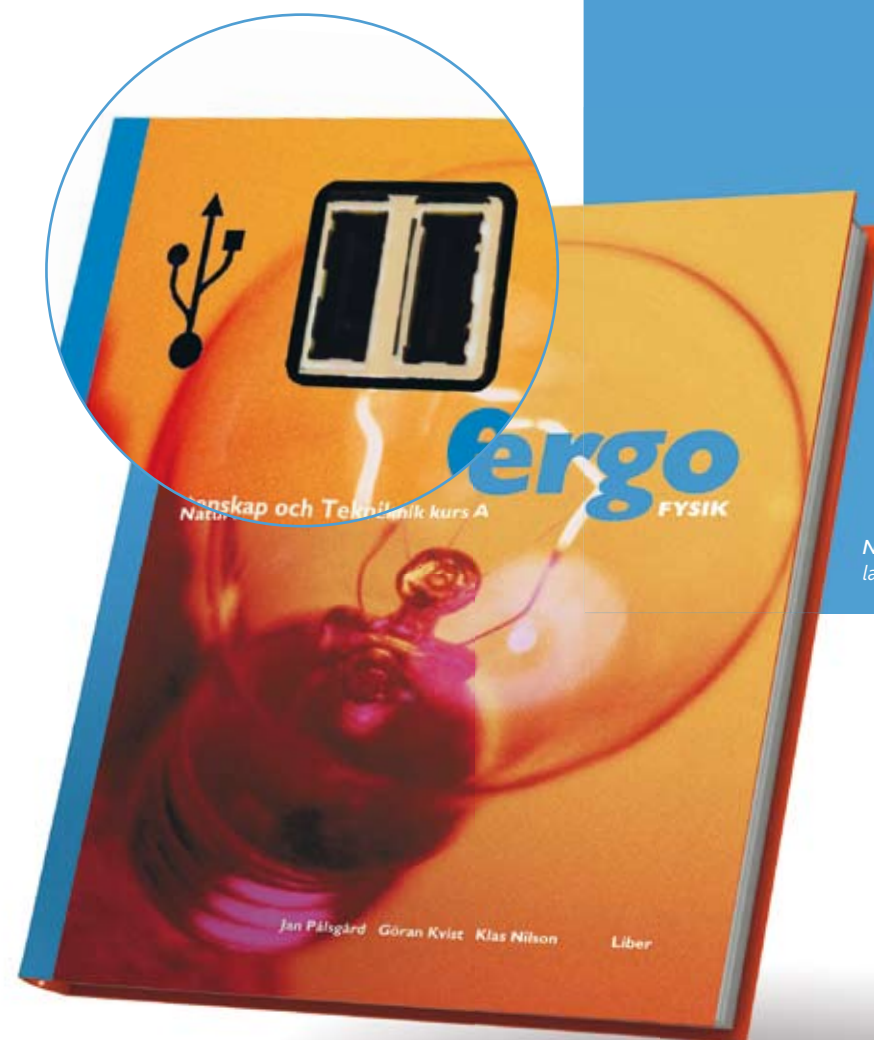


Liber

en del av Wolters Kluwer

Vill du veta mer? Kontakta vår kundservice.

Liber AB, 162 89 Stockholm. Tel 08-690 93 30, fax 08-690 93 01/02
e-post kundservice.liber@liber.se eller direkt på www.liber.se



Nyhet! Ergo Fysik A kommer i ny upplaga med utbyggt webbstöd VT 07.

Strängteori – vetenskapligt flum?

Den 11 januari i år publicerade Bengt EY Svensson en artikel om strängteori i Svenska Dagbladet. Den starkt kritiska tonen till forskningsområdet uppmärksammades av många fysiker i Sverige. Artikeln fick dock stå oemotsagd då ingen av dagstidningarna ville publicera en replik. Fysikaktuellt lät den kritiske artikelförfattaren möta förespråkaren Ulf Danielsson.

DUELLANTERNA

Kritiker: Bengt EY Svensson, professor emeritus i teoretisk fysik vid Lunds universitet.

Förespråkare: Ulf Danielsson, professor i teoretisk fysik vid Uppsala universitet och aktiv forskare inom strängteori.

Ulf, kan du ge oss lite bakgrund om strängteori?

UD: Den uppgift som strängteorin försöker befatta sig med är att skapa en motsägelsefri teori som innehåller både gravitation och kvantmekanik. Många menar att man lyckats skapa en teori för kvantgravitationen. Mycket arbete kvarstår dock på det teoretiska området innan man uppnått samma rigorositet som inom kvantfältteorin.

Strängteoretiker hävdar att man har de viktigaste pusselbitarna för att skapa en motsägelsefri teori med gravitation och kvantmekanik. Med en sådan teori kan man bygga modeller som kan användas för att beskriva verkligheten, precis som man med kvantfältteorin har lyckats att formulera standardmodellen för partikelfysiken.

Bengt, vad ser du som problemet med strängteori?

BEYS: Jag anser att strängteorin är en fascinerande byggnad och det är viktigt att man i fysiken går långt utanför vad tillgänglig empiri ger. Men man måste vara försiktig.

Det är intressant att Ulf eftersträvar en kontakt med verkligheten. Det är för mig ganska revolutionerande, eftersom strängteoretiker tidigare sagt de hoppas att deras teori ska förklara varför vi har de värdena på naturkonstanterna som vi har. Man har förespeglat mycket mer än vad man haft argument för och ännu mindre kunnat genomföra – de har haft en orealistisk inställning till vad en teori kan ge. Det är min kritik. Ulf tillhör dock dem som varit försiktiga.

UD: Jag måste säga att jag håller med dig på just den här kritiken. Men det har skett en tillnyktring när man sett hur strängteorin har utvecklats de senaste åren. Det är riktigt att ett av de påstående som många lyft fram var förhoppningen om att strängteorin skulle leverera en unik modell, att det bara skulle finnas en uppsättning naturkonstanter som skulle vara förenliga med strängteorins matematiska principer.

Nu har man lyckats formulera en rad olika strängteoretiska modeller som alla förefaller motsägelsefria. Det visar att den ursprungliga idén förmodligen var felaktig – det finns ingen unik modell.

Jag tror att strängteorin tillåter en rad olika möjligheter, precis som kvantfältteorin i princip tillåter en oändlig mängd olika slags partikelfysik: det kan finnas hur många krafter och partiklar som helst. Experimenten talar om för oss vilken möjlighet som realiserats i verkligheten.

Då behöver man alltså experiment för att veta vilken modell som är den rätta inom strängteorin?

UD: Precis. Jag är alldeles övertygad om att det är på samma sätt med strängteorin. Man kan konstruera ett motsägelsefritt universum på en oändlig mängd olika sätt. Det innebär inte att allting är möjligt – teorin sätter förhoppningsvis hårda restriktioner som gör att när man väl har fixerat rätt modell, så kommer man att kunna göra förutsägelser som kan testas. Förhoppningsvis är det så att strängteorin ger förutsägelser som man verkligen kan testa mot verkligheten.

BEYS: Du ser alltså mångtydigheten som en fördel snarare än en nackdel?

UD: Man måste vara försiktig här. Teoretiker vill så klart att teorin ska vara så entydig som det bara går, man vill få ut så hårda restriktioner som möjligt. Idag menar många strängteoretiker att det finns en stor mängd olika modeller som är motsägelsefria. Naturligtvis måste man arbeta för att reducera mängden modeller så mycket som möjligt. De företrädare för strängteorin som tidigare förespråkade en unik teori har naturligtvis blivit besvikna. Men jag hör inte till dem, jag är inte bekymrad.

Finns det några utsikter att kunna göra några experiment som bestämmer vilken strängteoretisk modell som stämmer överens med verkligheten?

UD: Ja, det är ju det här som är det besvärliga. Tidigare var de enda modellerna som man hade matematisk kontroll över, och som man därför studerade, modeller där strängskalan var nära Planck-skalan. Men sedan utvecklade man de matematiska verktygen och på nittio-talet presenterades modeller med extra dimensioner och högre dimensionella "bran". I en del av de här modellerna gör de extra dimensionerna att energiskalorna ligger på TeV (teraelektronvolt). Det är de karakteristiska skalorna för fysiken i LHC-acceleratorn som de bygger på CERN. De modellerna kommer man alltså kunna utesluta med experiment.

Inte bekräfta?

UD: Jo, det är inte omöjligt. Men är man lite försiktig så säger man tvärtom. En annan möjlighet, som jag tycker är särskilt intressant, är att titta på kosmologi, det vill säga studiet av inflationen via den kosmiska bakgrundsstrålningen. Det finns en lång



Ulf Danielsson,
professor i teoretisk
fysik, forskar om
strängteori och kos-
mologi vid Uppsala
universitet.

rad modeller inom strängteorin för att man ska få fram potentialerna för fältet som driver inflationen. Vi kan redan se inom vilka områden vissa parametrar bör hålla sig inom. Här finns alltså möjlighet att knyta an mellan observationer och strängteorin.

BEYS: Får jag försöka sammanfatta? Vad du säger egentligen är alltså att strängteorin inte är en teori. Den ger inga förutsägelser utan är ett ramverk inom vilket man förhoppningsvis kan placera in experimentella resultat. Är det rätt sätt att formulera det?

UD: Jag och mina kollegor har haft många intressanta diskussioner, inte minst med tanke på din artikel och de böcker som kommit ut. Min, och många av mina kollegors, syn på det hela är att man ska jämställa strängteorin med kvantfältteorin. Då kan man ställa samma fråga där: ger kvantfältteorin några förutsägelser?

BEYS: Kvantfältteori för mig är ett ramverk.

UD: Exakt.

BEYS: Som strängteorin har saluförts tidigare, så vill den inte bara vara ett ramverk utan en förklaring till varför vi just har tre generationer av kvarkar eller leptoner och varför vi just har den gruppstruktur vi har. När det gäller kvantfältteorin har det aldrig varit tal om att starta enbart från kvantfältteorin och leka med den så långt fantasin sträcker sig för att sedan se om det stämmer. Man har ju successivt byggt upp den, i jämförelse med experiment och i samspel med andra grenar. Kvantfältteorin tillsammans med den gruppstruktur vi har, det är för mig standardmodellen.

UD: Jag tror att parallellen mellan kvantfältteorin och strängteorin är större än vad många strängteoretiker tidigare har velat inse. Jag menar att den experimentella och observationella kontakten är nödvändig för att man ska kunna göra några riktigt reella framsteg.

BEYS: Din uppfattning är ganska sensationell, Ulf! Den är inte vad du hittar i till exempel Brian Greenes bok. För där vill man att partiklar är svängningar på strängar och det ska bli de partiklarna som vi ser.

UD: I grund och botten ska partiklarna givetvis vara sväng-

ningar på strängar. Men det är alldeles riktigt som du säger, att strängteori har saluförts med en förhoppning om att unikt kunna tala om hur verkligheten ser ut. Men den entydiga modellen som man tidigare har eftersträvat, den tror inte jag och många andra är möjlig. Konkreta matematiska studier av strängteorin har visat att den kommer på skam.

BEYS: Kan man överhuvudtaget falsifiera strängteorin?

UD: Kan du falsifiera kvantfältteorin?

BEYS: Nej, det kan jag inte, men jag kan falsifiera den konkreta standardmodellen.

UD: Exakt, och det är dithän vi måste komma med strängteorin också. Vi måste formulera en modell där vi tar in vissa input från verkligheten och där den modellen sedan kan ge nya förutsägelser. Om förutsägelseorna inte stämmer med verkligheten, då faller modellen. Om det går så långt att vi har en mängd data eller generiska förutsägelser och det inte finns någon modell inom strängteorin som kan passa in, då måste det vara så att den korrekta modellen för kvantgravitationen inte kan formuleras av strängteorin.

När tror du att man kan göra de här experimenten som eventuellt kan falsifiera strängteorin?

UD: Ja, det handlar återigen om på vilken energiskala de genuint nya kvantgravitationella effekterna hamnar. Om de ligger vid TeV skalan, då kommer det att ske inom loppet av några år, när LHC börjar leverera mätdata. Men jag tror att det är ett oerhört optimistiskt scenario. Risker är nog större att den här energiskalan ligger högre upp, närmare Planckskalan. Då tror jag att man måste använda kosmologiska observationer istället.

BEYS: Då har man en ganska intressant vetenskapsteoretisk situation då man har en teori som är en extrapolation från dagens etablerade teorier. Strängteorin är på sätt och vis en extrapolation och utvidgning av kvantfältteorin. I kosmologin för tidiga universum har man en enda värld att jobba med. Men standardmodellen kan man sitta och påta i – man kan skjuta neutriner mot protoner och se vad som kommer ut – man kan göra nittygritty av det. Det kommer man ha väldigt svårt för med kosmologin och strängteorin. Det är en annan vetenskapsteoretisk situation som vi står inför.

UD: Jo, jag håller med om att det är intressant. Jag tycker att ambitionen alltid måste vara att så långt det är möjligt nå en experimentell situation där man själv väljer förutsättningarna, så att man under kontrollerade former kan genomföra sina tester. Det näst bästa är det passiva observerandet som man ägnar sig inom kosmologin. Då får man hoppas att man ändå kan samla in så mycket data att det finns tillräckligt många korrelationer att undersöka. Anpassar man modellen till några av korrelationerna, ska det ändå finnas så många fler att mäta på att man känner att man gör förutsägelser på något nytt. Ser vi att det stämmer kan vi få förtroende för modellen. Om det inte finns några möjligheter att göra några tester överhuvudtaget då blir det bara filosofi eller matematik. Ja, då vill inte jag vara med längre.

Men kan ni göra några tester överhuvudtaget?

UD: Nu är vi i ett preliminärt tillstånd. Det är inte det här som är det slutgiltiga. Det är så det är inom vetenskapen: Ibland ligger teorin lite före, ibland ligger experiment före. Men skulle vi hamna i ett läge där det är helt uteslöst att göra några tester, då skulle jag nog tappa intresset.

BEYS: Kommer du att sluta göra strängteori om ni inte får ut något från LHC?

UD: Nej, det kommer jag inte att göra. Då kommer jag att fokusera ännu mer på kosmologin. Där finns det ändå en tydligt väg att gå vidare och få allt bättre precision på data, utan att det behöver kosta så vansinnigt mycket pengar.

Hur länge kan man tillåta strängteorin att vara i ett preliminärt tillstånd, utan möjlighet till tester?

UD: Det är en intressant fråga. Det kommer naturligtvis till en gräns. Om man inte hittar något alternativ, och det fortsatt är intellektuellt stimulerande, så är det klart att det kommer att finnas personer sysselsätter sig med strängteori. Men då är frågan: hur många ska det vara och hur stor ska insatsen vara? Om det inte kommer några riktiga framsteg under någon viss tidsperiod, då kommer aktiviteten inom området rimligtvis att gå ner. Sen ska man komma ihåg att mycket av det arbete man ägnat sig åt inom ramen för strängteori är i praktiken ett arbete för att utveckla kvantfältteorin och nya metoder för att studera kvantfältteori. De matematiska strukturerna kan få sin tillämpning i andra områden också, till exempel fasta tillståndets fysik och tvådimensionella system.

BEYS: Man kanske till och med kan vara lite djärv och säga att genom de massiva insatser som gjorts i strängteori så har man ett ramverk som kommer att prägla rätt mycket av utvecklingen av teoretisk fysik kring de här frågorna framöver. Man har mutat in ett område där många är vana att tänka i vissa termer.

UD: De tror jag också, de bilder man har och det sättet man använder matematiken utgör ett språk som man kan använda inom andra områden.

Bengt, menar du att strängteorin redan fått så mycket tid på sig som man kan begära?

BEYS: Strängteori är bra verksamhet och fältet attraherar många unga, framstående personer. Sen kan man diskutera om det är för mycket eller inte. Jag är av den uppfattningen att strängteorin har fått lite för stor dominans. Det hade nog lyst igenom om jag hade jag varit forskningspolitiskt ansvarig.

Men tycker du fortfarande att strängteorin har ett existensberättigande?

BEYS: Ja, det är en sak man ska fortsätta med, men man ska göra det med den öppenhet, ärlighet och ödmjukhet som fordras inför uppgiften – precis som Ulf har beskrivit det nu. Men om LHC inte ger några resultat som avgjort talar för strängteori,



Bengt EY Svensson är
professor emeritus i teo-
retisk högenergifysik vid
Lunds universitet.
Han har följt utveck-
lingen inom teoretisk
fysik under många år.

så skulle jag nog säga att det är dags att sluta med alltför stora insatser inom området.

Vad säger du om det, Ulf?

UD: Vi får ju se vad LHC kommer fram till. I princip håller jag med om Bengts resonemang. Sen handlar det om var man sätter ribban någonstans och vilka tidsperspektiv man har.

Så LHC har alltså möjlighet att fälla något slags avgörande för strängteorin?

UD: Jag vet inte. Det kan mycket väl vara så att strängteorin är den korrekta teorin, men att man inte får någon vägledning från LHC. Det blir ju knepigt om vi hamnar i den situationen.

Vad säger du Bengt, är det inte lite vanskligt att lägga ner forskningen kring en teori som kan vara den rätta?

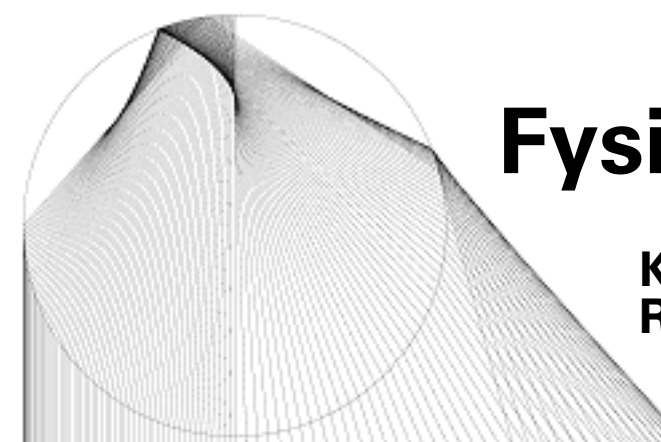
BEYS: Ja, men utan det empiriska blir det inte fysik längre. Jag är fullt inne på att kosmologin kan ha intressanta observationella resultat som kan knytas ihop med strängteorin. Men det kommer att vara väldigt mångtydigt, som jag ser det. Det kommer att bli svårt att säga att en viss mätning entydigt talar för strängteorin och då blir det väldigt svårt att bena ut vilken föreställning som är den rätta. Som sagt, partikelfysiken står och faller ganska mycket med vad som händer vid LHC. Och ska vi döma lite efter vad som hänt tidigare, så kommer det att hända oväntade saker som vi inte alls har kunnat förutsäga. Det får vi inte vara främmande för.

UD: Om ett par år, alltså 2009, kan man börja hoppas på data från LHC. Det är väldigt spännande är nu framöver. Jag tror inte riktigt att alla har insett vilken stor sak det här är inom fysiken, att LHC verkligen kommer igång.

INGELA ROOS

Har du andra åsikter om strängteori? Skicka gärna in ett inlägg till Fysikaktuellt (kontaktinformation finns på sidan 2).

Den 1 februari tävlade svenska gymnasieelever i första steget av årets fysiktävling.



Fysiktävlingen 2007

Kvalificerings- och lagtävling Resultat och lösningsförslag

Svenska Fysikersamfundet

VI GRATULERAR alla duktiga finalister och speciellt då Gunnar Peng, Linköping. Finalen äger rum 25-25 maj i Umeå; den internationella fysikolympiaden äger rum i Iran!

Grattis också till alla duktiga skollag, speciellt då eleverna och fysiklärarna på Berzeliuskolan i Linköping.

Vi i undervisningssektionens styrelse som arbetat med tävlingen vill tacka problemkonstruktörerna (Anders Järund, Jonas Persson, Birger Jörgensen m.fl.) och alla som hjälpt till med det omfattande rättningsarbetet.

Vi önskar nästa "fysiktävlingsgrupp" lycka till med kommande pristävlingar!

För styrelsen, Per Malmström

Finalister i Fysikpristävlingen 2007:

Gunnar Peng	Katedralskolan	Linköping	36 p
Hans Liu Zihan	V. Rydbergs gy	Stockholm	32 p
Viktor Ogeman	Hvitfeldtska gy	Göteborg	25 p
Magnus Jedvert	Polhemsgy	Göteborg	25 p
Martin Sjöström	Berzeliuskolan	Linköping	24 p
Stella Riad	Södra Latin	Stockholm	23 p
Sofie Liljegren	Malmö Borgarsk	Malmö	22 p
Dan Rosén	Peder Skrivares sk	Varberg	21 p
Laise Anderson	S. Rudebäcksgy	Göteborg	21 p
Christian Mattsson	Österportgy	Ystad	21 p
Fredrik Jern	Östrabogy	Uddevalla	20 p
Lars Haulin	Katedralskolan	Uppsala	19 p
John König Walles	Österänggy	Kristianstad	19 p

Resultat av lagtävlingen i Fysikpristävlingen 2007:

Berzeliuskolan	Linköping	58 p	Balderskolan	Skelefteå	35 p
Peder Skrivares skola	Varberg	53 p	Fyrisskolan	Uppsala	33 p
Malmö Borgarskola	Malmö	53 p	Sundsta-Älvkulle	Karlstad	33 p
Östrabogy	Uddevalla	51 p	Da Vinci naturvetenskap	Halmstad	32 p
Katedralskolan	Linköping	50 p	Polhemsgymnasiet	Göteborg	32 p
Sigrid Rudebäcksgy	Göteborg	47 p	Torildplans gymnasium	Stockholm	32 p
Viktor Rydbergs gy	Stockholm	47 p	Österänggymnasiet	Kristianstad	32 p
Södra Latin	Stockholm	43 p	Enskilda gymnasiet	Stockholm	28 p
Katedralskolan	Lund	42 p	Gullmarsgymnasiet	Lysekil	28 p
Katedralskolan	Uppsala	40 p	Forsmarks skola	Östhammar	26 p
Danderyds gy	Danderyd	38 p	Sjödalsgymnasiet	Huddinge	26 p
Östra gymnasiet	Umeå	37 p	Värmdö gymnasium	Johanneshov	26 p
Hvitfeldtska gymnasiet	Göteborg	36 p			

Lösningsförslag

Uppgift 1.

Enkelspaltsproblem. Med sedvanliga beteckningar erhålles:

$$\lambda = v/f = 340/680 \text{ m} = 0,50 \text{ m}$$

Om α är vinkeln från dörröppningens mitt till första minimipunkten gäller

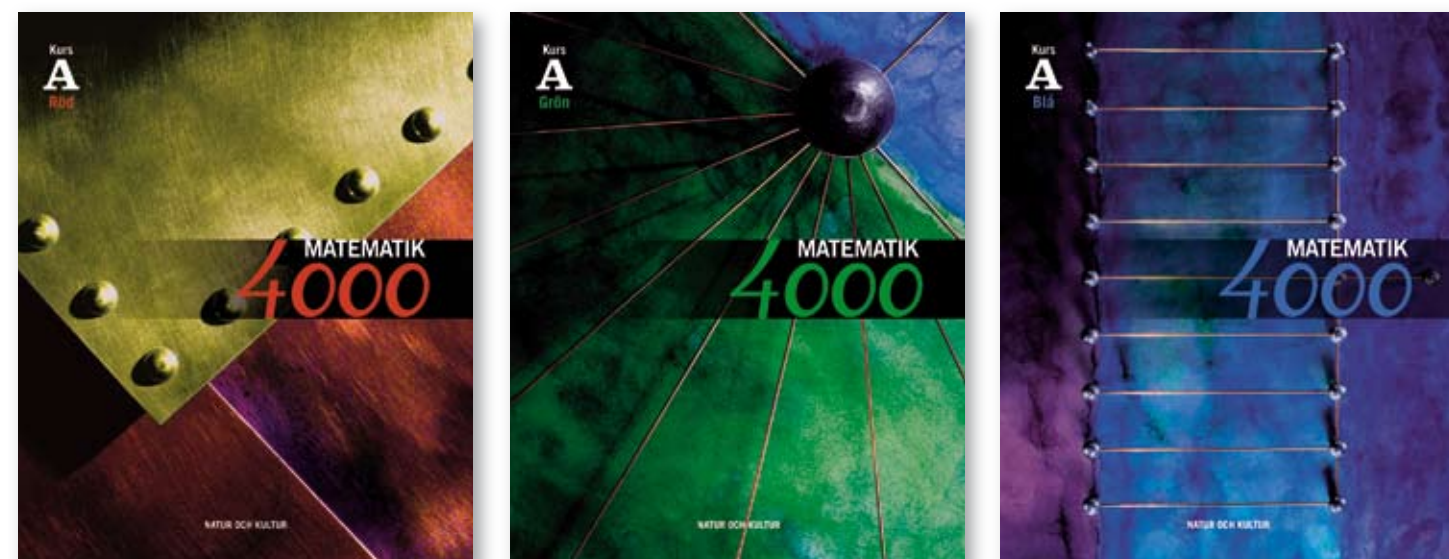
$$d \cdot \sin(\alpha) = \lambda$$

$$\sin(\alpha) = \lambda/d$$

$$\sin(\alpha) = 0,50/0,90 \quad \alpha = 33,75^\circ$$

Avståndet x längs väggen från öppningens mittpunktsnormal blir $x = 5 \tan(\alpha) \text{ m}$
 $x = 3,34 \text{ m}$

SVAR: Stolen bör stå vid väggen 3,34 m från dörröppningens mittpunktsnormal.



Matematik 4000 för alla!

- Ett heltäckande läromedel för alla elever på alla program
- Motiverar eleverna och ger dem självförtroende
- Är lätt att arbeta med
- Välj mellan olika arbetsformer

Matematik 4000 innehåller:

läroböcker, programböcker,

lärarhandledningar. Lösnings-

häften tillkommer senare.

Författare:

Lena Alfredsson,

Hans Brolin, Patrik Erixon,

Hans Heikne, Anita Ristamäki

Matematik 4000 är den nya generationen matematikläromedel för gymnasieskolan och vuxenutbildningen, och en vidareutveckling av föregångaren Matematik 3000. Den uppskattade pedagogiska strukturen och grundläggande metodiken finns kvar samtidigt som läromedlet förnyas med hjälp av nya författare.

Matematik 4000 är resultatet av en rejäl modernisering: nya inslag med kontext, ett

mer elevnära språk i aktuella vardagssituationer och fler aktiviteter i form av laborationer och diskussionsövningar. Dessutom har böckerna fått ny layout helt i fyrfärg.

Röd bok är lättast, Grön bok medelsvår och Blå bok svårast.

Även det interaktiva webbstödet från Theeducation uppdateras för att passa Matematik 4000.

Uppgift 2.

I vätskan råder jämvikt, vilket innebär att det skapas lika många nuklider som sönderfaller.

$$\Delta N_{\text{Th}} = \lambda_{\text{U}} \cdot N_{\text{U}} - \lambda_{\text{Th}} \cdot N_{\text{Th}} = 0$$

$$\lambda_{\text{U}} \cdot N_{\text{U}} - \lambda_{\text{Pa}} \cdot N_{\text{Pa}} = 0$$

$$\Delta N_{\text{Pa}} = \lambda_{\text{Th}} \cdot N_{\text{Th}} - \lambda_{\text{Pa}} \cdot N_{\text{Pa}} = 0$$

$$N_{\text{Pa}} = \frac{\lambda_{\text{U}} \cdot N_{\text{U}}}{\lambda_{\text{Pa}}} = \frac{N_{\text{U}} \cdot T_{\text{Pa}} \cdot \ln 2}{T_{\text{U}} \cdot \ln 2}$$

$$N_{\text{Pa}} = \frac{9,25 \cdot 6,023 \cdot 10^{23} \cdot 1,17}{238 \cdot 4,47 \cdot 10^9 \cdot 365,25 \cdot 24 \cdot 60} \approx 1,17 \cdot 10^7 \text{ st}$$

SVAR: Det finns $1,17 \cdot 10^7$ st Pa-kärnor i vätskan.

Uppgift 3.

Kulans volym $V = 8,386 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$
 Kubens tyngd $F_{\text{G1}} = 0,8392 \cdot 9,82 \text{ N}$
 Lyftkraft på kulan $F_{\text{L1}} = \rho g V = 997 \cdot 8,386 \cdot 10^{-4} \cdot 9,82 \text{ N}$
 Lyftkraft på isen F_{L2}
 Isens tyngd F_{G2}

$$F_{\text{L1}} + F_{\text{L2}} = F_{\text{G1}} + F_{\text{G2}}$$

$$F_{\text{L2}} - F_{\text{G2}} = F_{\text{G1}} - F_{\text{L1}} = 0,030594 \text{ N}$$

$$m_{\text{is}} = \rho_{\text{is}} \cdot V_{\text{is}} \quad F_{\text{G2}} = \rho_{\text{is}} \cdot V_{\text{is}} \cdot g \quad F_{\text{L2}} = \rho \cdot V_{\text{is}} \cdot g$$

$$\rho V_{\text{is}} g - \rho_{\text{is}} V_{\text{is}} g = 0,030594 \text{ N}$$

$$(\rho - \rho_{\text{is}}) \cdot V_{\text{is}} = 0,030594 / g = 0,0031155 \text{ kg}$$

$$V_{\text{is}} = \frac{0,0031155}{997 - 918} \text{ m}^3 = 39,4364 \text{ cm}^3$$

$$m_{\text{is}} = 36,20 \text{ g}$$

Kulan mottar energin $c_k m_k (0 - T_k)$ (T_i grader C)
 Vattnet (isen) avger energin $l_{\text{is}} m_{\text{is}} = l_{\text{is}} \rho_{\text{is}} V_{\text{is}}$

Sättes dessa uttryck lika erhålles

$$T_k = \frac{l_{\text{is}} \rho_{\text{is}} V_{\text{is}}}{c_k m_k} = -17,15^\circ \text{C}$$

SVAR: Kulan måste ha en temperatur lägre än -17°C

Uppgift 4.

a) Retardationen kan erhållas direkt ur grafen vid $t = 0$ eller hellre (förtjänstfullt) ur kraftsituationen enligt

$$k = \frac{F}{v^2} = \frac{mg}{v_0^2} = \frac{87 \cdot 9,82}{7,6^2} = 14,8 \text{ N s}^2 / \text{m}^2$$

$$F_{14} = 14,8 \cdot 14^2 = 2899 \text{ N}$$

$$F_{\text{acc}} = F_{14} - mg = ma$$

$$a = \frac{F_{14}}{m} - g = \frac{2899}{87} - 9,82 = 23,5 \text{ m/s}^2 \quad (\text{positiv riktning uppåt})$$

b) Varje ruta i diagrammet motsvarar $0,1 \text{ dm}$. Räkna 200 rutor och man får tiden $0,16 \text{ sekunder}$. Hastigheten är där $11,3 \text{ m/s}$
 Ur tangentens lutning erhålles retardationen vid $t = 0,16 \text{ s}$ till

$$a = \frac{13 - 6,0}{0,6 - 0} \text{ m/s}^2 = 11,7 \text{ m/s}^2$$

En beräkning enligt ovan m h a konstanten k ger

$$F_{0,16} = 14,8 \cdot 11,3^2 = 1890 \text{ N} \quad \text{och}$$

$$a = \frac{1890}{87} - 9,82 \text{ m/s}^2 = 11,9 \text{ m/s}^2$$

SVAR: a) Retardation $23,5 \text{ m/s}^2$
 b) Hastighet vid $8,0 \text{ m}$ över marken är $11,3 \text{ m/s}$.
 Retardationen är 12 m/s^2

Uppgift 5.

a) Antag klubbhuvudets massa M och bollens m ; $m/M = 1/4$.
 Klubbans hastighet före är u_1 och u_2 efter träffen, bollens hastighet är v .
 Rörelsemängdens bevarande och energins bevarande ger:

$$Mu_1 = Mu_2 + mv$$

$$Mu_1^2 = Mu_2^2 + mv^2$$

Eliminering av u_2 ger:

$$v = 2u_1 / (1 + m/M)$$

En maximal ökning massan på klubbhuvudet ger en ökning av hastigheten med 20%, medan en ökning av klubbans hastighet ökar bollens hastighet proportionellt. Det är alltså bättre att öka svingens hastighet.
 Kommentar: Det är svårt att öka svingens hastighet, då det är en naturlig svängningsrörelse. De flesta golfare använder sig istället av en längre klubba.

SVAR: Det är bättre att hon svingar klubban fortare.

b) Impuls överförs till golfaren genom klubban (längd cirka 1 m) med ljudets hastighet i materialet (omkring 1000 m/s). Det tar då 1 ms för denna impuls att nå golfaren. Denna tid är väsentligt större än kontakttiden mellan klubbhuvud och boll. Detta gör att rörelsemängden bevaras.

Uppgift 6.

Kulans medelhastighet $= 2 \cdot 0,11 \text{ m} \cdot 186 / 60 \text{ s} = 0,682 \text{ m/s}$

$$\text{Då } v_{\text{begynnelse}} = 0,72 \cdot v_{\text{slut}} \text{ fås att } v_{\text{medel}} = (0,72 + 1) / 2 \cdot v_{\text{slut}}$$

$$v_{\text{slut}} = 0,793 \text{ m/s} \quad \text{och} \quad v_{\text{beg}} = 0,57 \text{ m/s}$$

$$\Delta v = 0,793 - 0,57 = 0,22 \text{ m/s}$$

$$a = \Delta v / \Delta t = 0,22 / (60/186/2) = 1,37 \text{ m/s}^2$$

Med sedvanliga beteckningar erhålles:

$$F = E \cdot Q = m \cdot a \quad E = U/d$$

$$Q = m \cdot a \cdot d / U = 0,00306 \cdot 1,37 \cdot 0,12 / 5000 = 1,006 \cdot 10^{-7} \text{ As}$$

$$I = Q / t = 1,006 \cdot 10^{-7} / (60/186/2) = 0,62 \text{ }\mu\text{A}$$

SVAR: Strömmen blir $0,62 \text{ }\mu\text{A}$.

Uppgift 7.

Här måste relevanta data hämtas ur figurer och tabeller enligt bilagan som hör till provet.

$$\text{Motoreffekt: } P_{\text{motor}} = F \cdot v \text{ övergår i värme}$$

$$F_{\text{max}} = 38050 \text{ lbs} = 170 \text{ kN}$$

Vid överljudsfart:

$$F = 10000 \text{ lbs} = 10000 \cdot 170 / 38050 = 44,68 \text{ kN}$$

$$v = 2 \text{ mach} = 2 \cdot 340 = 680 \text{ m/s}$$

$$P_{\text{motor}} = F \cdot v \quad P_{\text{motor}} = 44680 \cdot 680 = 30,38 \text{ MW}$$

Utstrålning:

Yttemperatur c:a 97°C Uteremperatur c:a -50°C
 Arean av planet approximeras med en triangel (upp- och ned-sida)

$$P_{\text{strål}} = \sigma \cdot A \cdot (T_{\text{yt}}^4 - T_{\text{ut}}^4) = 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 35,5 \cdot 25,6 \cdot (3704 - 2234) = 0,8807 \text{ MW}$$

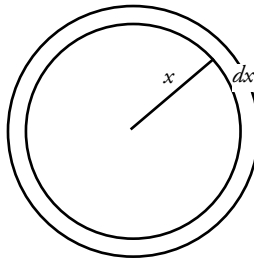
$$\text{Strålningens andel: } 0,88 / (4 \cdot 30,38) = 0,0072 \approx 1 \%$$

SVAR: Only 1 % is radiated away.

Uppgift 8.

Det ursprungliga lösningsförslaget bygger på ett resonemang med rymdvinklar; nedanstående lösning är hämtad från finalisten *Gunnar Peng, Linköping*.

a)



Universums densitet $\rho = 2 \cdot 10^{-26} \text{ kg/m}^3$
 Synliga universums radie $R = 1010 \text{ ljusår}$
 Stjärnmassa $m = 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$
 Stjärnradie $r = 7 \cdot 10^8 \text{ m}$

Antag all materia stjärnor. Stjärntätheten blir då

$$\frac{\rho}{m} = \frac{2 \cdot 10^{-26}}{2 \cdot 10^{30}} \text{ stjärnor/m}^3 = 1 \cdot 10^{-56} \text{ stjärnor/m}^3$$

I ett sfäriskt skal (se figur) med radie x , tjocklek dx och begränsningsarea A erhålles

$$\text{Volym } V = A \cdot dx$$

$$\text{Antal stjärnor } n = \frac{\rho}{m} \cdot V = \frac{\rho}{m} \cdot A \cdot dx$$

Stjärnarea mot jorden

$$a = \pi \cdot r^2 \cdot n = \pi \cdot r^2 \cdot \frac{\rho}{m} \cdot A \cdot dx$$

Andel av skalet som täcks blir

$$\frac{a}{A} = \pi \cdot r^2 \cdot \frac{\rho}{m} \cdot dx$$

Integration över synliga universum ger andelen som täcks till

$$\int_0^R \pi \cdot r^2 \cdot \frac{\rho}{m} \cdot dx = \pi \cdot r^2 \cdot \frac{\rho}{m} \cdot R$$

$$= \pi \cdot (7 \cdot 10^8)^2 \cdot 1 \cdot 10^{-56} \cdot (10^{10} \cdot 9,46 \cdot 10^{15})$$

$$\approx 1,46 \cdot 10^{-12}$$

En mycket liten del av himlen täcks av stjärnor!

b) Om hela himlen skall vara täckt gäller

$$\frac{a}{A} = \pi \cdot r^2 \cdot \frac{\rho}{m} \cdot R = 1$$

Härur räknas R fram:

$$R = 6,50 \cdot 10^{37} \text{ m} = 6,87 \cdot 10^{21} \text{ ljusår.}$$

SVAR: a) Natthimlen bör vara mörk, då en så liten del täcks
 b) Det synliga universum bör sträcka sig $6,9 \cdot 10^{21}$ ljusår för att hela himlen ska vara upplyst.
 c) Stjärnorna bör då vara $6,9 \cdot 10^{21}$ år gamla.

NÅGRA KOMMENTARER TILL LÖSNINGARNA

Uppgift 1. Alla elever har inte mött enkelspaltsproblem; står uppenbarligen endast i vissa tabeller. Därav en låg lösningsfrekvens.

Uppgift 2. Fömodligen har inte alla skolor behandlat kärnfysiken redan i januari. Ändå hyfsat resultat.

Uppgift 3. Klassisk värmelära! Högst lösningsfrekvens.

Uppgift 4. Detta blev en relativt enkel uppgift, om man använde diagrammet och drog lämpliga tangenter.

Uppgift 5. Svårt! Vissa klarade dock a)-uppgiften.

Uppgift 6. Gick ganska bra. Ett område där de flesta har kunskaper.

Uppgift 7. I särklass svårast. Det var svårt att veta vad man skulle hämta i det (kanske allt för) omfattande materialet.

Uppgift 8. Här har inte många full poäng. Många räknar med någon sorts "volymandel" i stället för "stjärnytandel" av himmelssfären.

Kommunicera fysik med hjälp av leksaker

Vetenskaplig kommunikation blir allt viktigare i dagens samhälle. Av speciell betydelse är att förmedla kunskaper om fysikvetenskapen eftersom den i dag alltmer ligger till grund för de andra naturvetenskapliga disciplinerna.

Jag har under det senaste årtiondet i detta sammanhang vänt mig till tre kategorier av mottagare av vetenskaplig kommunikation:

i) **Allmänheten.** Vi lever alla i ett mer och mer teknologiskt samhälle och de flesta personer vet inte mycket om hur tekniken fungerar. Ändå måste vi ta ställning till viktiga tekniska utvecklingar. Också kommunikationen mellan olika experter blir allt svårare. Vi fysiker måste lära oss att förmedla specialiserad kunskap utan att använda facktermer och avancerad matematik. Einstein sa: ”Den teori som inte kan förklaras för ett barn är sannolikt värdelös”. Om man inte kan använda vardagsspråk för att förklara vetenskapliga fenomen då har man inte själv förstått teoriernas innebörd; detta är en framställningskonst som vi alla bör tillägna oss.

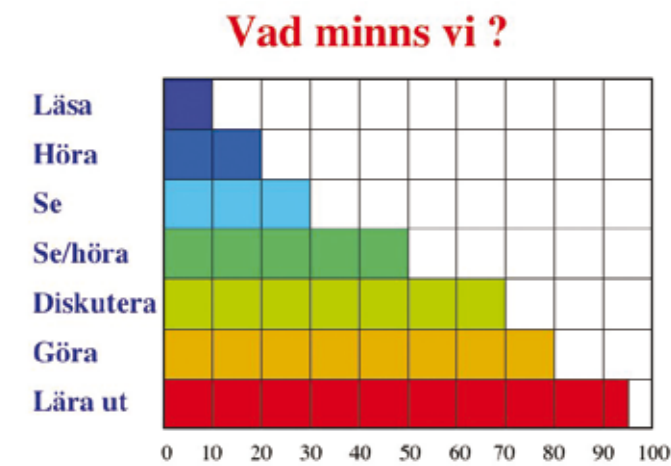
ii) **Barn och ungdom.** Intresset för naturvetenskap minskar bland ungdom i västvärlden. Kunskaperna i skolan går ner drastiskt. Detta gäller inte i u-världen. Orsak?

iii) **Lärare.** Under min 40-åriga karriär inom grundforskning har jag lärt mig att utnyttja tillgänglig kunskap för att gå vidare. Nu som lekman inom undervisning är jag ytterligt förvånad över att man inte praktiskt tillvaratar elementär kunskap vad gäller kunskapsöverföring.

JAG UPPTÄCKTE genom en slump för tio år sedan den enorma styrkan i att utnyttja experiment vid kunskapsöverföring. I många situationer gav detta tio gånger bättre resultat! I figuren illustrerar jag lite av kraftfullheten i att utnyttja våra sinnen; och då menar jag inte bara de fem konventionella sinnen utan

också de andra, som t ex det kinetiska minnet som sitter i våra muskler.

Mina pedagogiska metoder har fått utmärkelser och priser över hela världen. Hoppas bara att de också kommer att praktiskt utnyttjas!



”FYSIKALISKA LEKSAKER” har funnits i årtusenden. Det viktiga i samband med vetenskaplig kommunikation är dock det sätt leksakerna utnyttjas på. Detta är ett subtilt ämne, som jag av utrymmesskal inte kan gå in närmare på här, men som jag hoppas återkomma till.

I detta nummer börja jag en serie med enkla experiment. De flesta utnyttjar prylar från hemmet som alla har tillgång till. De kan användas för alla åldrar (6-99 år) och i mycket olika sammanhang, till exempel i undervisning.

Hoppas Du kommer att ha nöje av dessa exempel. Förhoppningsvis kommer en bok ut så småningom med några hundra experiment inom alla områden av fysiken.

PER-OLOF NILSSON



Han trollbinder barn

Tidigare forskade professor Per-Olof Nilsson på arbetstid och trollade på fritiden. Sedan i höstas trollbinder han folk med sina fysikaliska leksaker på heltid.

Vad menar du med en ”fysikalisk leksak”?

– Det är en leksak med fysikaliskt intressanta egenskaper. Det viktigaste är hur man använder dem. Det handlar inte om avancerade saker som man ska bygga eller konstruera. Helst vill jag använda prylar som alla har i hemmet, till exempel en läske-drycksburk.

Den lutande burken

Detta är ett exempel på en ”fysikalisk leksak”, vars koncept diskuterats något på föregående sida. Övningen avses ge insikt inom området statik.

- Tag en vanlig tom 33 cl läske-drycksburk.
- Fyll den till ungefär hälften med vatten.
- Placera den sedan på ett bord som i figur 1.



Figur 1. Den halvfyllda burken balanserar på kanten.

BURKEN BALANSERAR! Har man inte sett detta fenomen tidigare blir man ganska överraskad av den ovanliga situationen. Intresset är väckt och man vill veta mer!

Som alla fysikaliska leksaker kan den användas för alla åldrar. Små barn kan undersöka hur mycket, och hur lite, vatten man måste ha i burken för att den skall balansera. Barnen kan för detta ändamål till exempel lära sig att använda mätglas.

På högstadiet kan man använda formeln för volymen hos en cylinder för att räkna fram vattenhöjden.

På gymnasiet kan man fundera på begreppet tyngdpunkt och krafternas fördelning i stödytan. Man kan till exempel passa på att nämna att underlagets kraft på burken inte kan sättas lika

med burkens tyngd, vilket ibland påstås i en del läroböcker. De två krafterna är ju av olika natur, härrörande från elektromagnetism respektive gravitation.

DEN ”FULLSTÄNDIGA” ANALYSEN kommer på universitetsnivå. Man behöver först räkna ut tyngdpunkten hos en trunkerad cylinder, vilket är analytiskt möjligt. Man finner då att balans råder för:

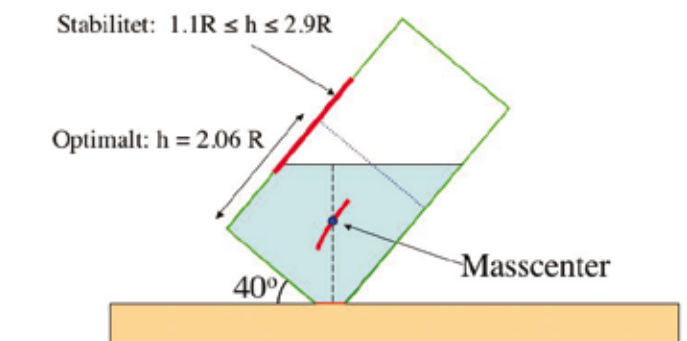
$$\tan^3 \theta + (2 + 4u)\tan \theta = 8u$$

där θ är burkens lutningsvinkel och u den relativa vattenhöjden, $u = h/R$, med R varande burkens radie. För 40 graders lutning (givet av burkens konstruktion) ligger tyngdpunkten rakt ovanför stödpunkten om man fyller burken till en höjd av ungefär $2R$.

Man kan dock variera vattenmängden mellan ungefär R och $3R$ för att tyngdpunktens normal fortfarande skall falla inom den lilla ”stödyta” som burkens två bottenringar utgör. Detta är illustrerat i figur 2.

Jag vill här tacka docent Hans Starnberg, Göteborgs universitet, för fruktbara diskussioner.

PER-OLOF NILSSON



Figur 2. Teoretisk beskrivning av den lutande burken.

och vuxna i sin experimentverkstad

Hur många fysikaliska leksaker har du? Och var?

– Jag har tre hundra stycken. De finns i min experimentverkstad på Chalmers. Dit kan vem som helst kan komma: folk från industrin, barn, pensionärer, lärare med mera. Men man måste boka tid. Experimentverkstaden vänder sig till människor mellan 6 och 99 år, inte alls bara till barn.

Hur drivs experimentverkstaden?

Chalmers finansierar, men annars gör jag i princip allt själv – reparerar, bygger och hittar på ett par nya experiment i veckan. Nu har jag en tillfällig arbetshjälper på 60 procent. Jag tar emot två grupper av besökare per dag, med cirka 30 i varje grupp.

Du är professor i teknisk fysik. Vad forskade du om?

Jag slutade forska i höstas. Men tidigare sysselsatte jag mig med kondenserade materiens elektronstruktur. Jag har uppfunnit metoder för att mäta elektronstrukturer i olika material. Jag har hållit på mycket med synkrotronljus – det var jag som initierade MAX-laboratoriet i Lund.

Har du några intressen utanför fysiken?

Trolleri – jag har salongstrolleri för mindre publiker. Jag klipper slipsen av folk, trollar bort kaniner. Det gäller att vara fingerfärdig eftersom man står så nära publiken.

INGELA ROOS

BFi OPTILAS

www.bfiptilas.com

Lasers & Photonics

Lasers & Laser Systems

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

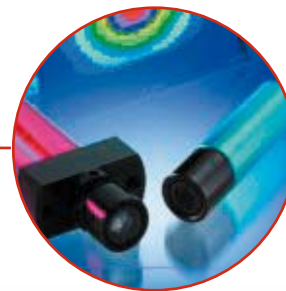
Coherent Inc., Quantel, SPI, Toptica Photonics



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



Spectral Analysis & Imaging

**Spectrographs - Monochromators -
CCD/CMOS - InGaAs cameras**

PIActon, Ocean Optics, Photometrics,
Molecular Devices, QImaging



BFi OPTILAS AB, Box 1335, SE- 751 43 Uppsala
tel +46 18 56 58 30, info.se@bfiptilas.com

BFi OPTILAS A/S,
Langebjergvaenget 8B 1.th, DK-4000 Roskilde
Tel +45 4655 9999, info.dk@bfiptilas.com