

fysikaktuellt

NR 3 • SEPTEMBER 2005

Fysikdagar 2005



Innehåll

Samfundet	2
Fysikdagar i Umeå	3
Newton, Äpplet...	8
Bokrecension	13
Werner Stengel	14



Fysikårets fysikdagar äger rum i Umeå 1-3 november.
Bilden visar Kajen i Umeå. (Foto: Umeå kommun)

**Fysikdagar i Umeå
1-3 november 2005, se sid 3**

Manusstopp för nästa nummer:
15 november 2005

ISSN 0283-9148

Fysikaktuellt finns nu också på: <http://www.fy.chalmers.se/fysikaktuellt/>

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: Björn Jonson, Chalmers • bjn@fy.chalmers.se
 Skattmästare: Hans Lundberg, Lunds Tekniska Högskola,
 Hans.Lundberg@fysik.lth.se
 Sekreterare: Håkan Danared, Manne Siegbahnlaboratoriet
 Stockholms universitet, • danared@msl.se
 Adress: Svenska Fysikersamfundet
 Manne Siegbahnlaboratoriet
 Stockholms universitet
 Frescativägen 24, 104 05 Stockholm
 Postgiro: 2683-1
 Elektronisk post: kansliet@fysikersamfundet.se
 WWW: www.fysikersamfundet.se

Samfundet har för närvarande ca 900 medlemmar och ett antal stödjande medlemmar (företag, organisationer). Årsavgiften för medlemskap är 250 kr. Studerande (under 30 år) och pensionärer 150 kr. Samtliga SFS-medlemmar är även medlemmar i European Physical Society (EPS) och erhåller dess tidskrift *Europhysics News* (EPN). Man kan därutöver som tidigare vara Individual Ordinary Member (IOM) i EPS. Den sammanlagda årsavgiften är 590 kr.

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

Atom- och molekylfysik	Jan-Erik Rubensson • jan-erik.rubensson@fysik.uu.se
Biologisk fysik	Peter Apell • apell@fy.chalmers.se
Elementarpartikel- och astropartikelfysik	Klas Hultqvist • klas.hultqvist@physto.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 • tegnér@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 Björn Jonson, bjn@fy.chalmers.se.

Redaktör är Ann-Marie Pendrill, Atomfysik, Fysik och Teknisk Fysik, GU och Chalmers, 412 96 Göteborg.

Använd i första hand elektronisk post

(Ann-Marie.Pendrill@fy.chalmers.se) för bidrag till Fysikaktuellt.

Annons-kontakt: Ann-Marie.Pendrill@fy.chalmers.se.

Reklamation av uteblivna eller felaktiga nummer sker till sekretariatet.

Kosmos

Samfundet utger en årsskrift "Kosmos". Redaktör för om årgång 2004 är Leif Karlsson. Fysiska Institutionen, Uppsala Universitet, Box 530, 751 21 Uppsala, Leif.Karlsson@fysik.uu.se

Medlemskap

Information om medlemskap finns på

<http://www.fysikersamfundet.se/medlemskap.html>

Tryck: Munkebacksgymnasiet, Göteborg 2005

Aktuellt

- Fysikdagar i Umeå, 1–3 november 2005 (sid 3)
- Svenska Fysikersamfundets sektion för kärnfysik: Svenskt Kärnfysikermöte XXV äger rum i Umeå 1–2 november 2005. Anmälan görs via sektionens hemsida, www.ts.mah.se/forsk/fysik/SFS-Karnfysik/ (kan också nås via Fysikersamfundets hemsida www.fysikersamfundet.se).
- Kvinnor i Fysik, tisdag 1 november 18–20. Därefter inbjuder undervisningssektionen till en diskussion om projektarbetet i fysik. Tag gärna med ideer och förslag.
- Utvecklingskonferensen för högre utbildning, <http://www.hgur.se/utvecklingskonferensen/>, Karlstad 16–18 november 2005, har temat "Den professionella högskoleläraren i mötet mellan tradition, produktion och vision."
- Den 22 oktober promoveras Werner Stengel till hedersdoktor vid Göteborgs universitet (se sid 14). Program i samband med besöket, se <http://fy.chalmers.se/LISEBERG/>
- International Year of Physics, 2005, <http://wyp2005.org>. Se även <http://www.physics2005.org/> och [Einsteinyear.org](http://www.einsteinyear.org) och samfundets www-plats, www.fysikersamfundet.se
- Kalendarium, Fysikåret i Sverige: <http://www.forskning.se>
- Veckans fysikförsök, <http://www.boras.se/utbildning/vuxenutbildningen>
- Verdensfysikkår, Danmark, <http://www.wyp2005.dk/>
- Verdens Fysikkår, Norge <http://www.fysikk2005.no/>
- Fysikens år i Finland, <http://wyp2005.helsinki.fi/>
- Fysikkfryd på Tusenfryd, <http://www.naturfagsenteret.no/fysikk/tusenfyd.html>
- Physics Challenge (varje vecka), <http://scitation.aip.org/tpt/>

Stödjande medlemmar

Samfundet har för närvarande följande stödjande medlemmar:

- **Alega Skolmaterial AB**, Vasagatan 4, 532 32 Skara
www.alega.se
- **BFI Optilas AB**, Gamma Optronik Division,
Box 1335, 751 43 Uppsala
<http://www.gamma.se>
- **Bokförlaget Natur och Kultur**, Box 27323, 102 54 Stockholm
<http://www.nok.se>
- **Gammadata Burklint AB**, Box 151 20, 750 15 Uppsala
<http://www.gammadata.se>
- **Gleerups Utbildning AB**, Box 367, 201 23 Malmö
<http://www.gleerups.se>
- **Liber AB**, 113 98 Stockholm
<http://www.liber.se>
- **Melles Griot AB**, Box 7071, 187 12 Täby
<http://www.mellesgriot.com>
- **Studentlitteratur AB**, Box 141, 221 00 Lund
<http://www.studentlitteratur.se>
- **VWR Undervisning**, 163 96 Stockholm
<http://vwr.com> (f.d.KEBOLAB)
- **Zenit AB Läromedel**, Box 54, 450 43 Smögen
<http://www.zenitlaromedel.se>



Kajen i Umeå vintertid. Foto: Umeå kommun

Fysikdagar i Umeå

1–3 november 2005

Årets Fysikdagar i Umeå den 1–3 november vill du inte missa! I år är det som du kanske vet Fysikens år som firas till minne av Albert Einsteins berömda artiklar från 1905. Vi är naturligtvis mycket stolta över att vi fått äran att arrangera Fysikdagarna i Umeå under detta år.

I år bjuder Fysikdagarna på ett extra varierat program. Som vanligt kan du förstås ta del av Fysikdagarnas traditionella programpunkter med populära föredrag om fysik, studiebesök, laborationer, utställningar och demonstrationer. Därutöver kan du också hitta programpunkter inom biologi, kemi och matematik eftersom vi nämligen har samordnat Fysikdagarna med Umeå universitets och Sveriges lantbruksuniversitets fortbildningsdagar för lärare inom naturvetenskap och teknik. Av denna anledning är givetvis Fysikdagarna även öppna för andra lärare än fysiklärare. Därför hoppas vi att du som läsare av Fysikaktuellt vidarebefordrar denna inbjudan till kollegorna på din skola.

Här nedan beskrivs huvudprogrammet för Fysikdagarna men tack vare samordningen med lärarfortbildningsdagar finns det alltså mycket annat trevligt på programmet. Du kan läsa mer om detta övriga program på <http://www.teknat.umu.se/fysikdagar05/> där du också finner information om t.ex. hotell och utställningsarrangemang.

Vi bjuder på lättare lunch och fika och det kostar inte heller något att delta i programmet. På kvällen, onsdagen den 2 november, anordnar vi en bankett på Äpplet, Umeå Folkets hus. I banketten ingår fördrink, tre-rättersmiddag samt underhållning men till en kostnad av 250 kronor. Anmälan till banketten görs även via hemsidan.

Vi erbjuder dessutom ett par kringaktiviteter utöver det ordinarie programmet. Två föreläsningar om Sveriges rymdprogram samt visning av bl.a. satellitmodeller ordnas på eftermiddagen/kvällen söndag 30 oktober. På tisdag 1 november kommer dessutom två av Fysikersamfundets sektioner att ordna extra aktiviteter. Först på kvällen behandlas problemet med att mindre än 8% av alla fakultetsanställda vid Sveriges universitet och högskolor är kvinnor. Sektionen för Kvinnor i fysik står för detta arrangemang. Därefter kommer utbildningssektionen att ha seminarium om val av projektarbete (100p) inom Gymnasieskolan. Alla dessa kringaktiviteter kommer att äga rum på Campus i Umeå. Mer information finner du på vår hemsida.

Slutligen hälsar vi i organisationskommittén dig hjärtligt välkommen till Umeå i november!

Kontaktinfo: Maria Hamrin, maria.hamrin@space.umu.se, 090-786 50 31.

Anmälan till Fysikdagarna gör du via vår hemsida. Sista anmälningssdag är fredagen den 23 september 2005.

Program onsdag den 2 november

08.00–08.30 Registrering

08.30–08.45 Rektor, Umeå universitet

08.45–09.30 **Vart är vädret på väg?**

Pär Holmgren, SVT:s väderredaktion

Klimatet förändras. Vad beror det på? Vad kan vi göra åt det? Varför ska vi göra något åt det? Hur säkra eller osäkra är vi? Hur säkra behöver vi vara för att göra något åt det?

Pär Holmgren är chef för SVT:s väderredaktion. Tidigare meteorolog i försvar, samt under några år doktorand och lärare på Meteorologiska institutionen, Uppsala universitet.

09.30–10.15 **Albert Einstein och Nobelpristagarna**

Anders Bårány, Nobelmuseet

Fysikens År 2005 är utlyst för att hedra minnet av Albert Einsteins magiska år 1905, det år han som 25-årig doktorand producerade ett antal förstklassiga teorier, bland annat den speciella relativitetsteorin.

Bilden som givits av Einstein har ofta varit den av ett ensamt geni, men i verkligheten var han naturligtvis en kreativ person i ett nätverk av vetenskapliga föregångare, samtida och efterföljare. Många av dessa var eller blev Nobelpristagare.

I min presentation kommer jag att lyfta fram ett antal historier kring Einsteins kontakter med detta nätverk, allt ifrån hans ansökan om tjänst hos Wilhelm Ostwald 1901 till hans diskussion med Erwin Schrödinger om kvantmekanikens mysterier 1950.

Anders Bårány fick sin första Einsteinbok 1960, blev med tiden docent i teoretisk fysik vid Uppsala universitet och professor i fysik vid Stockholms universitet. Efter 15 års tjänstgöring som sekreterare i Nobelkommittén för fysik fungerar han nu som vice museichef på Nobelmuseet.

10.15–11.00 **Morgonfika och utställningsbesök**

11.00–11.45 **Stopping and restarting light!**

Lene Vestergaard Hau, Harvard University, USA

11.45–12.30 Vakant, mer information kommer inom kort

12.30–13.45 **Lättlunch och utställningsbesök**

13.45–16.30 **Parallella sessioner**

(laborationer/demonstrationer/föreläsningar)

13.45–14.30 **Fysik i vardagen**

Patrik Norqvist, fysik, UmU

13.45–14.30 **Smarta material -u2013 design möter nanoteknik**

Bertil Sundqvist, professor, fysik & Niklas Andersson, UmU

13.45–14.30 **Bättre och säkrare sjukvård med medicinsk teknik**

Olof Lindahl, tillämpad fysik och elektronik, UmU

13.45–14.30 **Elektromagnetiska fält, vibrationer och buller**

Kjell Hansson Mild, Arbetslivsinstitutet

13.45–14.30 **Kosmiska fyrverkerier och det subatomära regnet**

Mark Pearce, partikelfysik, KTH

14.30–15.00 **Eftermiddagsfika och utställningsbesök**

15.00–16.30 **Elektromagnetiska fält, vibrationer och buller (forts.)**

Kjell Hansson Mild, Arbetslivsinstitutet

15.00–16.30 **Virtuella världars fysik**

Kenneth Bodin Holmlund, VRlab/HPC2N, UmU

15.00–16.30 **Film: Einstein vs Bohr**

Svante Jonsell, fysik, UmU

15.00–16.30 **Kylande ljus och optisk pincett**

Peder Sjölund, doktorand, fysik & Magnus Andersson, fysik, UmU

15.00–16.30 **Teleskop-provning: Sikta mot stjärnorna**

Tommy Jonsson, amatörastronom

15.00–16.30 **Lab: Beröringsfria mätmetoder**

Ove Axner, fysik, UmU

15.00–16.30 **Lab: Att mäta är att veta. Men hur mäter vi egentligen?**

Hans Forsman, fysik, UmU

15.00–16.30 **Kontextrika problem inom fysikundervisningen**

Sune Pettersson fysik, & Sylvia Benckert, fysik, UmU

16.45–17.45 **Astronaut Christer Fuglesang på direktlänk**

19.30 **Bankett**

Program torsdag den 3 november

08.15–09.00 **Tomrum, lasrar och astrofysik**

Mattias Marklund, fysik, UmU

Vakuum kan kanske uppfattas som det mest basala och enkla vi känner i dag. Men skenet kan bedra. Genom kvantmekaniken, och senare den s.k. kvantfältteorin, vet vi att vakuum har egenskaper som är förunderliga. En del av dessa egenskaper har kunnat ses vid de stora partikelacceleratorerna runt om i världen, där extrema energier kan nås. Även de modernaste lasersystemen har givit häpnadsväckande bekräftelser av teorins förutsägelser, som t.ex. att ljus kan skapa materia! Inför nästa generations lasersystem, som kommer att uppnå en effekt på mer än en miljon miljarder watt, väntar nya fantastiska möjligheter att skapa aldrig skådade laborieförhållanden. Kanske kan vi äntligen bekräfta den sedan länge förutsagda möjligheten för kollisioner mellan ljustrålar, eller varför inte kusinen till de svarta hålen Hawking-strålning, den s.k. Unruh-effekten. Om inte, vad innebär detta i så fall för vår bild av materiens minsta beståndsdelar och kosmos kanske märkligaste objekt, de svarta hålen? Och skulle dessa lasersystem göra det möjligt att återskapa situationer som påminner om de extrema supernovorna? Detta, och mer, kommer att diskuteras under föredraget.

Mattias Marklund, 34 år, kommer ursprungligen från Skellefteå. Han fick sin doktorsexamen i teoretisk fysik vid Umeå universitet år 1998. Hans forskning består av ett brett spektrum av tillämpningar inom så kallad icke-linjär fysik. Mattias Marklund kommer närmast från Chalmers tekniska högskola i Göteborg, och har dessutom varit verksam vid universitetet i Kapstaden (Sydafrika), FOI (Stockholm) samt universitetet i Bochum (Tyskland). Han är också gästforskare vid Centre for Fundamental Physics, Rutherford Appleton Laboratory, Oxford, och avdelningen för astrofysik, Radboud University, Holland. År 2003 tilldelades han ett internationellt pris som bäste yngre forskare inom plasmafysik, och i år tilldelades han Tage Erlanders pris av Kungliga Vetenskapsakademien samt Kungliga Skytteanska Samfundets pris till yngre framstående forskare. Hans forskning stöds av Vetenskapsrådet.

09.00–09.45 **Quantum Information**

Jean-Michel Raimond,
Ecole Normale Supérieure, Paris

The microscopic world, ruled by the weird laws of quantum mechanics, is quite different from our classical macroscopic environment. Quantum systems can be in superpositions of states with different classical properties: a particle at two locations at once, and atom with two different energies at the same time. An information bit that would obey quantum laws, a qubit, could thus be in a superposition of its 0 and 1 logical states.

Quantum mechanics opens a whole realm of new information transmission and processing functions. Quantum cryptography, quantum teleportation are already experimental realities. More ambitiously, the quantum information community dreams of a computer based on qubits. It could run, so to speak, all computations at the same time. Some difficult problems, like integers factorization (i.e. secret codes breaking) would become easy with this fantastic device.

The building blocks of a quantum computer, qubits and qubits, are being actively developed all over the world. The realization of this dream nevertheless faces a terrible obstacle, decoherence, which efficiently confines the quantum weirdness at the microscopic scale. Whether this obstacle can be overcome or not is still an open question. There is no doubt, though, that we shall learn a lot on quantum mechanics itself during this quest.

Jean-Michel Raimond is, since 1998, professor of physics in Université Pierre et Marie Curie and Senior member of the Institut Universitaire de France from 2001. His scientific work has been devoted to the exploration and illustration of fundamental quantum properties. His research work will improve our understanding of entanglement, quantum non-locality, and measurement theory or decoherence processes. They can also be used as prototypes of basic quantum information processing systems.

09.45–10.30 **Morgonfika och utställningsbesök**

10.30–11.15 **Teaching the background physics we all ought to know**

Cedric Linder

There is a lot of interesting and not very difficult physics that should be part of common knowledge by the time students leave school. This talk will explore how this could be done in an interesting way using the example of how trains stay on their rails.

Cedric Linder comes from Cape Town and is now professor of Physics Education (fysikens didaktik) and leader of the newly established research group at Uppsala. This research group is unique in Sweden in that it is both situated in the Physics Department and is focusing on teaching and learning physics at the university level.

11.15–12.00 **Före skapelsen**

Ulf Danielsson, Uppsala Universitet

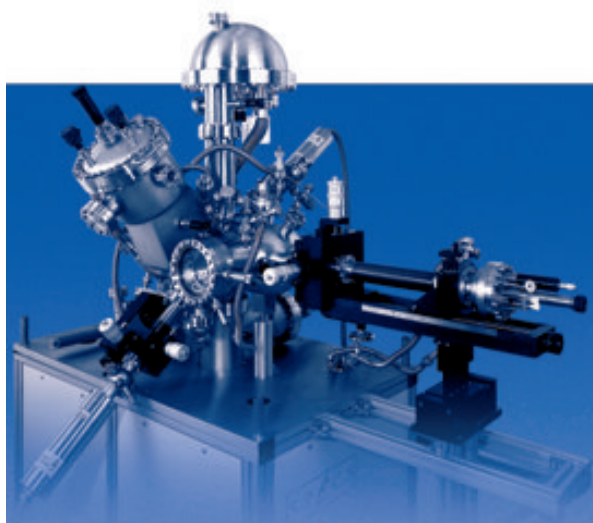
En föreläsning om strängteorin och vad den har att säga om världens ursprung.

Ulf Danielsson är professor i teoretisk fysik vid Uppsala Universitet. Forskar inom strängteori och kosmologi. Har



S P *E* C S[®]

Systems & Components for Surface Analysis



- Hemispherical Analyzer
- HREELS Spectrometer
- Ion- and Electron Sources
- UV- and X-Ray Sources
- LEED Optics
- STM

... for XPS, UPS, AES, SAM,
ISS, SIMS/SNMS,
STM, LEED, HREELS

SPECS GmbH
Voltastraße 5
13355 Berlin
GERMANY
Tel.: +49 30 467824-0
Fax: +49 30 46420-83
support@specs.de
www.specs.de

Specs Nanotechnology BV
Delftechpark 26
2628XH Delft
The Netherlands
Tel.: +31 15 2600406
Fax: +31 15 2600405
ettema@specs.de
www.specs.de

Surface Analysis Technology Vacuum Components Surface Analysis System Software Computer Technology

Forts: program torsdag 3 november

skrivit den populärvetenskapliga boken "Stjärnor och äpplen som faller -u2014 en bok om upptäckter och märkvärdigheter i universum", Albert Bonniers Förlag 2003.

12.00–13.15 Lättlunch och utställningsbesök

13.15–14.00 Astronomi

Susanne Aalto, Onsala rymdobservatorium (Chalmers)

14.00–14.45 Vad var klockan när man kom på den?

Så här jobbar vi på Hjärnkontoret

Victoria Dyring, producent för Hjärnkontoret

Genom att visa exempel ur programmen kommer jag att beskriva hur vi lägger upp arbetet inför ett Hjärnkontor. Vilka problem stöter vi på, hur ser förberedelsearbetet ut och hur vi tänker i bilder. Dessutom kommer föredraget att handla om hur vi samarbetar med forskare och barn.

Victoria Dyring har arbetat som producent och programledare på SVT sedan 1997, främst med barn och ungdomsprogram. Hon har producerat Guppy, Jullovsmorgon och barndramaserien Kalle på krogen samt varit programledare för Hjärnkontoret i fyra år. Vidare har Victoria även arbetat med Nobelfesten, Kunskapsgalan och Idrottsgalan. Hennes bakgrund är teaterutbildningar och universitetsstudier i bl. a. vetenskapsteori. Sedan december 2004 är hon producent för Hjärnkontoret.

15.00–16.30 Parallella sessioner

(laborationer/demonstrationer/föreläsningar)

15.00–16.30 Framtidens självstyrande fordon

15.00–17.00 Strålning i medicinens tjänst

Föreläsning: 45 minuter, visning: 60 minuter.
Lennart Olofsson, strålningsvetenskaper, UmU

15.00–16.30 FOI

15.00–16.30 Teleskop-provning: Sikta mot stjärnorna

Tommy Jonsson, amatörastronom

15.00–16.30 Lab: Beröringsfria mätmetoder

Ove Axner, fysik, UmU

15.00–16.30 Lab: Att mäta är att veta. Men hur mäter vi egentligen?

Hans Forsman, fysik, UmU

15.00–16.00 Film: Hollywoodfysik (60 min)

Patrik Norqvist, fysik, UmU

15.00–16.30 Mars – historien om en torrlagd planet

Rickard Lundin, institutet för rymdfysik

Ergo Fysik

– en resa till det största och minsta

LIBER ÄR ETT FÖRLAGSNAMN I LIBER AB



Ny
upplaga

Fysikstudierna kommer nu i B-kursen verkligen att föra dig långt ut i världsrymden, till enorma galaxer med miljarder av stjärnor.

Resan kommer också att föra dig till det allra innersta, till atomerna, som vi alla består av, och som kanske skapades i en jättestjärna som exploderade för mer än 5 miljarder år sedan. Och sedan vidare till det inre av atomerna, in kvarkarnas ystra energivirvar.

Fysiken hjälper oss att förstå vår plats i rum och tid. Välkomna på en spännande resa!

Ergo Fysik kurs B 47-01847-X 480 sid 385:-

Exp.avgift, moms och porto tillkommer.

Varsågod att ta
en titt på boken på
www.liber.se/mnt!



Vill du veta mer?

Kontakta vår läromedelsinformation
kristina.tornbom@liber.se, tel 08-690 93 38
yvonne.isbister@liber.se, tel 08-690 92 02
Fax 08-690 93 01/02
Postadress: Liber AB, 113 98 Stockholm

Beställ från vår kundtjänst

Liber Distribution, 162 89 Stockholm
Tel 08-690 93 30, fax 08-690 93 01/02
kundtjanst.liberab@liber.se
eller direkt på Internet: www.liber.se

LIBER



Newton, äpplet

och när jorden började snurra

Text: Anders Persson Bild: IBL

Jorden snurrar. Det är knappast någonting vi ifrågasätter. Och varje gång vi ser solen gå upp eller ner får vi det bekräftat. Men så självklart är det inte att det är just jorden och inte solen som rör sig. Det tog tvåhundra år för vetenskapsmännen att skingra alla rimliga tvivel om jordens rotation.

För 400 år sedan var den stora vetenskapliga frågan om jorden eller solen befann sig i universums centrum. Är jorden stillastående eller roterar den med de andra planeterna runt solen? Beror solens upp- och nedgång på att den rör sig runt jorden eller att jorden snurrar kring sin axel?

Ett sätt att avgöra saken på var att bevisa att jorden snurrar eller inte snurrar. Om solen finns i centrum så måste jorden rotera och det ganska snabbt. Vi vet svaret och beundrar Kopernikus, Kepler och Galileo och andra som stod upp för sin uppfattning trots hårt motstånd. Men sanningen att säga var det inte lätt att verkligen bevisa att jorden snurrade kring sin axel.

Kopernikus modell med planeterna roterande runt solen var enkel och elegant, men bevisade ju inte att det verkligen var så. En hypotes, hur vacker den än är, är bara en hypotes tills den är bevisad.

Att Galileo i sin kikare såg fyra månar som snurrade runt Jupiter var inget bevis för att planeterna gjorde detsamma runt solen. Jorden kunde mycket väl fortfarande stå still i mitten av universum med allt annat roterande kring sig i komplicerade banor.

Keplers tre lagar publicerades 1619, men de var mycket teoretiska. Det tog lång tid för dem att bli förstådda och accepterade. Det var vacker matematik,

men inga fysiska bevis. Invändningarna var många: Vad håller jorden fast i sin bana runt solen? Varför ramlar vi inte av den hastigt snurrande jorden?

Det dröjde faktiskt in på 1740-talet innan vetenskapsmännen blev helt övertygade om att jorden verkligen snurrade kring sin axel. Då visade noggranna mätningar att jorden var lite tillplattad vid polerna och lite utbuktad vid ekvatorn, just så mycket man kunde förvänta att centrifugaleffekterna av jordrotationen skulle åstadkomma. Då fanns också Newtons lagar om den allmänna gravitationen som både höll oss kvar på jordytan och höll jorden i sin bana runt solen. Det tog alltså 200 år från det att Kopernikus placerade solen i centrum tills det var ett accepterat faktum att jorden snurrade.

Fysiska bevis

Redan på 1670-talet diskuterades en annan metod att bevisa jordens rotation: att mäta "avdriften" hos fallande föremål. Det skulle dock dröja in på 1800-talet innan metoden var tekniskt möjlig att genomföra, men den lite brådmogna 1600-talsdiskussionen kom att ha en viktig följd: den ledde in Isaac Newton på teorin om den universella gravitationen.

Diskussionen om avdriften av fallande föremål började egentligen med

Galileo. Hans motståndare hävdade, med stöd av Aristoteles, att om jordens snurrade skulle en sten som släpptes från en viss höjd "halka efter" jordrotationen och falla västerut. (Fig. 1) Något sådant hade man inte sett, alltså snurrade inte jorden.

Galileo åberopade som motexempel en sten som faller från toppen av en mast på ett skepp i rörelse. En observatör på stranden ser stenen röra sig framåt i en nedåtgående parabel, men på skeppet synes stenen falla rakt ner och slå ner vid foten av masten. Men mot slutet av sitt liv verkade Galileo dock ha kommit på lite andra tankar. I "Dialog om de två världssystemen" 1632 skrev han att eftersom toppen på ett torn ligger längre från jordens rotationscentrum har den en aning högre rotationshastighet än basen. På europeiska latituder, där markytan på jorden rör sig med cirka 300 meter i sekunden österut, skulle toppen på ett 90 meter högt torn röra sig 5 millimeter i sekunden snabbare än basen. Därför borde ett fallande föremål falla framåt, i jordens rotationsriktning, och träffa marken en bit öster om tornet. (Fig. 2–3)

Galileos anhängare verkar inte ha känt till eller förstått Mästartens funderingar. Ty när, efter Galileos död 1642, hans resonemang togs upp av italienska anti-kopernikaner som ett bevis på att jorden inte roterade, utbröt en förvirrad debatt mellan anti-kopernikaner och Galileianhängare. Anti-kopernikanerna, alltså motståndarna till idén om att jorden roterade, hävdade fullt korrekt att om jorden snurrade runt sin axel borde ett fallande föremål faktiskt avböjas, om än åt motsatt håll vad Aristoteles hävd-

ade. Galileos anhängare höll dogmatiskt, och felaktigt, fast vid att alls ingen av böjning skulle förekomma. De som trodde att jorden roterar hade alltså fel i detta fall, vilket visar vilken kräftgång det var att komma fram till en världsbild med solen i centrum.

Motsättningen kunde inte lösas genom mätningar, avvikelsen skulle vara svår att mäta. Ett föremål som släpps från 90 meters höjd tar 4 sekunder att i en parabelbåge nå marken. Under den tiden kommer det med sina 5 millimeter i sekunden hinna två centimeter längre framåt än om jorden inte roterade. Med tanke på störande faktorer som luftmotstånd och vindkast var det omöjligt att mäta en så liten avvikelse med den tidens teknik. Den italienska debatten fortsatte därför och spillde så småningom in över England. En av de vetenskapsmän som fascinerades av problemet var *Robert Hooke* (1635–1703). 1674 publicerade han en bok "Ett försök att bevisa jordens rörelse" där han bland annat redogjorde för några misslyckades försök att bestämma jordrotationen genom fallande föremål.

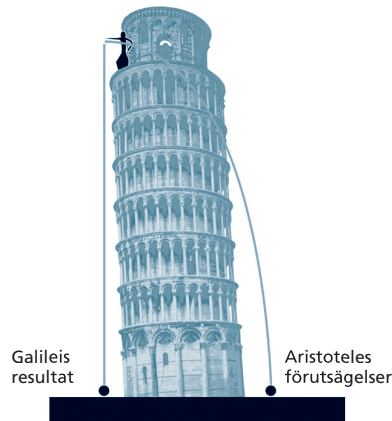
En annan nyfiken vetenskapsman var Hookes något yngre kollega *Isaac Newton* (1642–1727).

Newtons äpple

Sent i livet, på 1720-talet då Newton var över 80 år, berättade han för sina vänner att det var genom att se ett äpple falla i familjens trädgård som han fick idén till den allmänna gravitationslagen, till insikten att både jordiska och himmelska kroppar attraheras av samma dragningskraft.

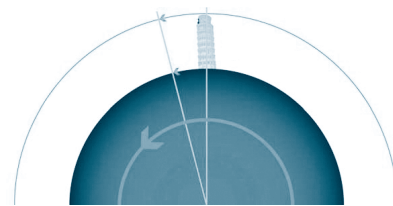
Det finns i och för sig ingen anledning att betvivla denna historia: vetenskapliga idéer kan växa ut ur barnsliga fantasier eller infall. Vad som gjort historikerna misstänksamma är att Newton påstod att händelsen inträffade sommaren 1666 eller 1667. Om så var fallet, varför hade en tidigare generation av hans vänner inte hört historien? Vad som vidare ökat historikernas misstänksamhet var att Newton på 1720-talet var indragen i en mängd "prioritetsstrider", det vill säga smågräl med andra forskare, bland annat Robert Hooke, om vem

Så bevisade man att jorden roterar



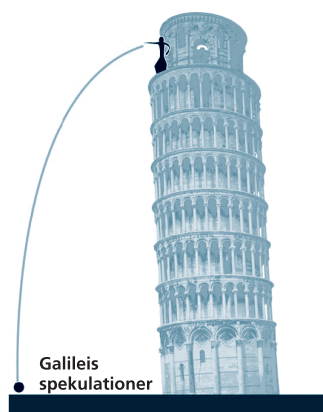
FIGUR 1

Enligt Aristoteles skulle ett fallande föremål, om jorden snurrade runt sin axel, "hamna efter", det vill sägas avlänkas kraftigt västerut.



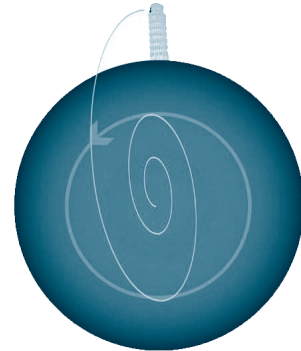
FIGUR 2

Eftersom toppen på ett torn är längre från jordens rotationscentrum än markytan har den något högre hastighet österut än marken. Toppen på ett torn roterar snabbare än basen



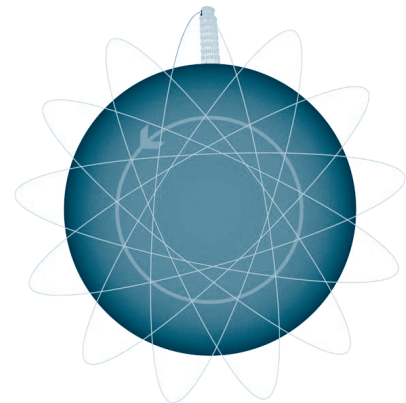
FIGUR 3

Eftersom ett fallande föremål, utifrån sett, rör sig snabbare österut än marken, kommer det att nå marken lite öster om tornet. Fallkurvan är, utifrån sett, identisk med en (kast)parabel



FIGUR 4

Newtons första, intuitiva tanke var att ett föremål som tilläts falla igenom markytan utan att bromsas skulle närma sig jordens centrum in en inätgående spiral. Newton tänkte sig att ett föremål rör sig i spiral mot jordens medelpunkt



FIGUR 5

Eftersom gravitationen (dragningskraften) inuti en homogen himlakropp är konstant kommer en rörelse att beskriva ett slags ovala öglor som vrider sig med 30 grader för varje varv. Om friktionen räknas bort skulle ett föremål som slås fortsätta i en slags ellipsöglor i evighet.

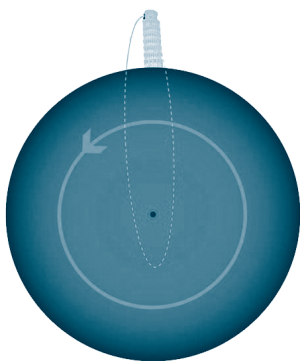


som varit först med att upptäcka det ena och det andra.

När senare tiders forskare synat Newtons verksamhet och anteckningar efter 1667 har de inte funnit mycket som belägger att han redan 1666 tänkt speciellt djupt på gravitationen. Men om vi förlägger händelsen med äpplet 13 år senare faller pusselbitarna på plats. Sommaren 1679 tillbringade Newton i sitt barndomshem i Wolsthorpe. Hans moder hade just dött och han var där från 27 juli till 27 november för att ordna upp kvarlåtenskapen. Sommaren var varm och Newton hade rikliga tillfällen att se äpplen falla från träden. Och det som upptar hans funderingar denna sommar är just problematiken kring avvikelsen av fallande kroppar. Vi vet detta därför att det kommer klart till uttryck i den brevväxling han dras in när han på senhösten återvände till Cambridge. Delar av denna brevväxling upptäcktes först långt fram på 1900-talet och ger en annorlunda bild än den traditionella av uppkomsten av Newtons lagar.

Newton och Hooke's brevväxling

Det hela började med ett "välkommen tillbaka"-brev från Robert Hooke till Newton den 24 november 1679. Blandat med lite skvaller lade Hooke fram sin hypotes om planeternas rörelse. Han an-



FIGUR 6

Robert Hooke övertygade Newton att kastbanan, utifrån sett, kommer att vara en del av en ellips och inte parabel. Dessutom kommer jordens masscentrum att ligga precis i ellipsens ena brännpunkt – precis som fallet är med månen i förhållande till jorden och alla andra himlakroppar i solsystemet i förhållande till solen!

tog att de rörde sig rakt fram i rörelsens riktning men tvingades in en cirkulär bana av en "attraktionskraft" mot en central kropp. Newton svarade snabbt den 28 november men var förunderligt ointresserad av att diskutera planeternas rörelser. Istället lade han fram ett eget "hugskott" (Fancy of my own) som gick ut på att bestämma jordens rotation genom att släppa föremål från höga höjder. Om man antog att föremålet fritt kunde närma sig jordens inre skulle dess bana, skrev Newton, komma att beskriva en spiral som konvergerade i jordens centrum. (Fig. 4) Detta är nu, som vi ska se, inte helt korrekt och är ännu en indikation att Newton inte tänkt speciellt djupt på följderna av en allmän gravitation.

En som däremot verkar ha gjort det var Hooke. Han tog god tid på sig innan han den 9 december svarade att det fallande föremålet nog inte skulle röra sig i en inåtgående spiral utan istället i en ellips med jordens centrum i ena brännpunkten.

I sitt svar den 13 december backade Newton och medgav att ha haft fel. Men han ville inte hålla med om ellipshypotesen. Eftersom jordens dragningskraft inne i jorden är konstant skulle rörelsen följa ett slags oval som vrider sig 30 grader för varje varv. (Fig. 5) Detta är visserligen sant för jordens inre, men han missade poängen att diskussionen gällde eventuella avvikelser ovanför jordytan. Diskussionen löpte nu risken att halka in på något abstrakt sidospår, men återigen är det Hooke som för den tillbaka till fruktbar mark.

I sitt svar den 6 januari 1680 försvarade Hooke sitt påstående. Han förutsatte att jordens hela massa var koncentrerad i dess mittpunkt. Banan för ett på jorden fallande föremål skulle, utifrån sett, följa en elliptisk bana med ena brännpunkten i jordens centrum. (Fig. 6)

Detta var samma typ av bana som Kepler angivit för månen, planeterna och kometerna visavi solen. Det måste ha varit en enorm aha-upplevelse för Newton när han kopplade ihop rörelsen hos föremål på jorden med planeternas banor. För om fallande jordiska föremål

rörde sig i samma typ av elliptiska banor som planeter och kometer, kanske påverkades de också av en och samma kraft?

Men denna aha-upplevelse infann sig inte omedelbart. Den tog fyra år att mogna fram, närmare bestämt 1684. Ett besök av Edmund Halley hos Newton fick honom att dra sig till minnes brevväxlingen med Hooke. Och resten är, som man säger, historia. På rekordtid, ett par år, hade Newton skrivit ihop jätteverket, "Principia", som i ett slag förändrade tidens vetenskap, filosofi och teknologi. Newtons insikt att föremål på jorden och ute i rymden påverkas av en och samma kraft – gravitationen – ledde till den största vetenskapliga revolutionen genom tiderna.

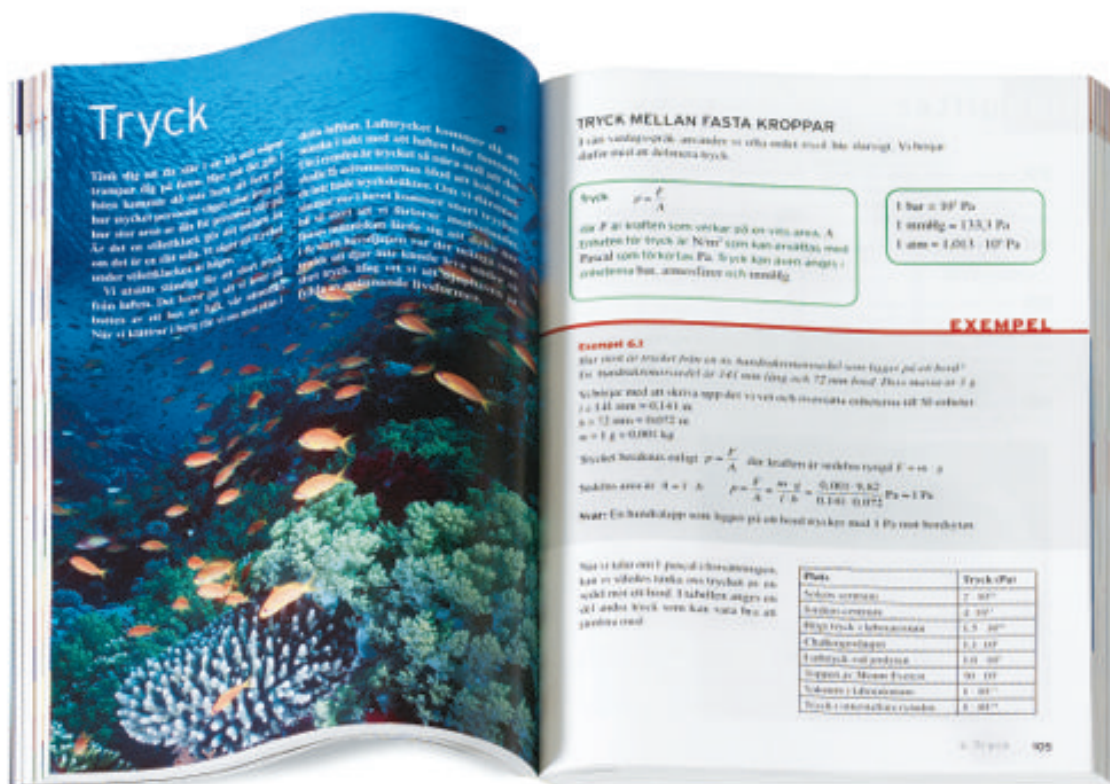
Fallförsöket i Schlebusch

Problemet att bestämma jordens rotation genom fallande föremål föll i glömska. Newtons teorier skingrade tvivlen för de flesta, och under åren hade andra metoder för att bestämma jordens rotation använts, exempelvis parallaxmätningar av stjärnor.

Men i början på 1800-talet togs de fallande föremålen upp igen då en tysk fysiker Benzenberger ordnade ett experiment med fallande metallkuler i ett 90 meter djupt gruvschakt i Schlebusch i Sachsen i Tyskland. (Fig. 7) Evenemanget tilldrog sig stort intresse i Europa. Den blott 24-årige tyske matematikern Carl Friedrich Gauss och den 53-årige franske matematikern Pierre Simon de Laplace ställde upp för att matematiskt beräkna den teoretiskt förväntade avvikelsen.

Det fanns ett starkt element av tävling mellan de båda giganterna. Gauss hade året innan lyckats beräkna banan på den just upptäckta asteroiden Ceres, något Laplace på sin kant hävdade inte lät sig göras. Men nu slutade den fransktyska matchen oavgjort. Båda kom fram till likartade ekvationer och exakt samma avvikelse på drygt en centimeter, vilket också bekräftades av experimentet.

Men vänta nu ... sades det inte tidigare i den här artikeln att avvikelsen vid ett 90 meters fall skulle vara två centimeter? Hur hänger detta ihop? ➔



neXus

Lärarna kopplade direkt



A-boken lanserades under rubriken "Upplev känslan att klassen kopplat". Och något hände verkligen.

NEXUS har fått ett strålande mottagande. Och nu finns även B-boken, byggd på samma grundelement som sin föregångare. Elevnära texter och snygga bilder i en lugn och välordnad struktur. Uppgifterna ger variation och lägger grunden för tankar och diskussioner.

Som lärare har du god hjälp av Lärarpärmarna. Både när det gäller provkonstruktion och laborationstips. Vissa laborationer är kopplade till MICRO SUPPORT som erbjuder färdiga laborationssatser. Men det finns andra laborationer som inte kräver någon speciell utrustning.

Nexus är ett svenskt läromedel. Men titeln är latin och betyder koppla. Titta i böckerna så förstår du varför.

Fysik för gymnasieskolan och komvux

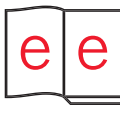
Författare: Daniel Gottfridsson, Ulf Jonasson, Tommy Lindfors och Ingvar Pehrson

Läromedelsutvecklare: Per-Olof Bergmark tel: 040-20 98 07

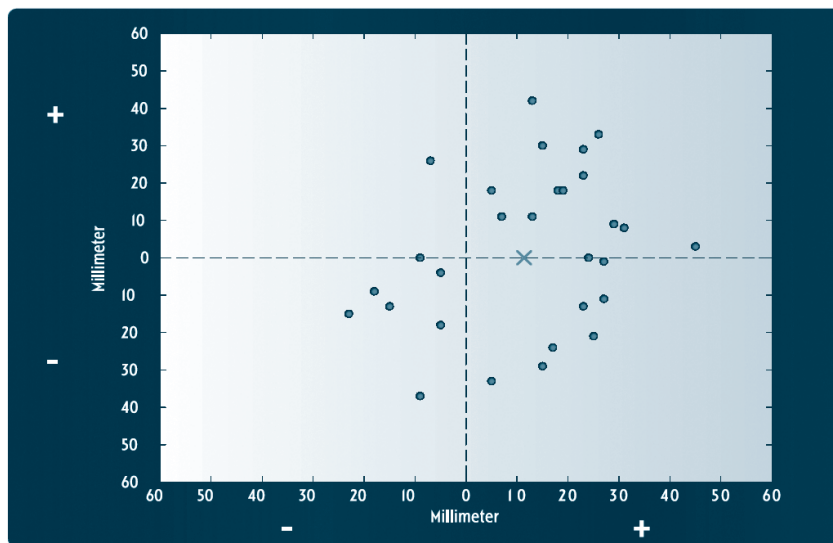
e-post: per-olof.bergmark@gleerups.se

Information och beställning: 020-999 333

info@gleerups.se • www.gleerups.se

gleerups 

Lärare emellan



FIGUR 7 Träffbilden av de metallkuler som släpptes i gruvan i Schlebusch 1804.

Medelvärdet stämmer nästan exakt med den beräknade avvikelsen. Man tyckte sig också ana en svag sydlig avvikelse och i över 100 år diskuterade vetenskapsmännen teoretiskt och praktiskt huruvida en sådan avvikelse var möjlig. Först i slutet på 1900-talet visades, med mycket invecklad matematik, att det inte fanns någon sydlig avböjning.

Olika sätt att räkna

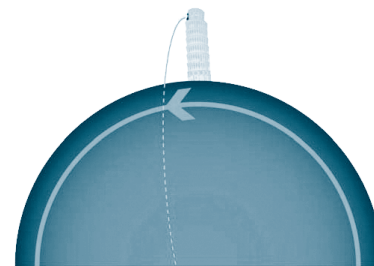
Att räkna ut banan för ett fallande föremål på jorden kräver ganska komplicerad matematik. Vår planet roterar och den är inte helt rund, vilket leder till att tyngdkraftens påverkan på ett fallande föremål hela tiden förändras. Rotationen, gravitationen och centrifugalkraften är de tre olika parametrar som man måste räkna med.

En av de spännande sakerna med matematik är att samma fysikaliska fenomen kan ges olika matematiska beskrivningar. I skolan brukar vi bara lära oss en, men ju fler man behärskar desto djupare förstår man vad som händer. I fallet med avvikelsen av ett fallande föremål kan det förstås på (minst) tre olika sätt:

Den förklaring som gav två centimeters avvikelse bygger på det felaktiga

antagandet att kulan faller framför tornet bara därför att det har större hastighet österut. Vore det så skulle den, utifrån sett, röra sig neråt i en parabelbåge. Men kulan rör sig alltså i den lite snävare bana som kännetecknar en ellips, vilket Newton och Hooke resonerade sig fram till.

Men vi kan också lägga märke till att i Galileos modell var jordytan platt och dragningskraften hela tiden riktad åt samma håll, utifrån sett. Den tid det tar kulan att falla förflyttar den sig också österut faller ner mot en jordyta som buktar sig "neråt". Eftersom dragningskraften alltid pekar mot jordens inre ändrar den sin riktning en aning – tillräckligt mycket för att göra den drygt kilometerlånga resa jordytan gör under kulans fall nästan en centimeter kortare! (Fig. 8)



FIGUR 8

Under de sekunder som ett föremål faller mot marken hinner det också av jordrotationen transporteras en ansevärd sträcka österut. Under denna resa kommer jordens dragningskraft, som alltid är riktad mot jordens mitt, att något ändra riktning (sett utifrån) med en liten dragning tillbaka. Kastbanan blir därför inte längre en parabel utan en lite snävare ellips.

Ett tredje sätt att förklara avdriften är att se det som ett resultat av "corioliseffekten". Den har sitt namn efter den franske fysikern Gaspard Gustave Coriolis (1792–1843) som upptäckte att ett föremål som rör sig i ett system som roterar tenderar att avlämnas i en riktning som är vinkelrät dels mot rotationsaxeln, dels mot rörelseriktningen själv. Corioliseffekten är mest bekant som den mekanism som påverkar havens strömmar och atmosfärens vindar, men den gäller också för vertikala rörelser som till exempel fallande äpplen. (För en mer detaljerad förklaring av corioliseffektens mekanism och historia, se Fysikaktuellt 3/2004)

Newton fann aldrig corioliseffekten, fast han var snubblande nära. Men med sina tre rörelselagar ställde han till med tidernas största vetenskapliga revolution – och det var ju inte illa det heller. ■

Anders.Persson@smhi.se är meteorolog på SMHI

Denna artikel har tidigare varit publicerad i Allt om Vetenskap.

Boken som ingen läste

Av Owen Gingerich: Norstedts förlag 2005

Av Sten Nyberg



Owen Gingerich: *Boken som ingen läste*. I spåren av Copernicus Revolution. (The book nobody read: Chasing the revolution of Nicolaus Copernicus). Översättning: Margareta Eklöf. Fackgranskning: prof Gunnar Tibell. Norstedts förlag 2005. 320 sid. ISBN 91-1-301385-8.

Författaren, som varit professor i astronomi vid Smithsonian Institution och i vetenskapshistoria vid Harvard, har granskat omkring 600 exemplar av 1500-talets upplagor (1543 o 1566) av Nicolaus Copernicus' *De revolutionibus orbium coelestium liber VI*. (Sex böcker om de himmelska kretsloppen). Arbetet resulterade år 2002 i ett referensverk *An Annotated Census of Copernicus' De revolutionibus* på 400 sidor där alla dessa böcker beskrivs. I den här boken berättar han om sina upplevelser vid sökandet efter alla dessa böcker.

När Nicolaus Copernicus omkring 1530 var klar med sitt manuskript till den banbrytande skriften *De revolutionibus* hyste han starka betänkligheter mot att låta den gå till tryckning. Han fruktade att hans heliocentriska system skulle utsättas för hån, då det radikalt skilde sig från den gängse uppfattningen inom vetenskapen. Naturligtvis kunde han även förvänta sig en häftig reaktion från kyrkan. På något sätt hade ryktet om hans världsbild nått Nürnberg, där astronomen Joachim Rheticus blev intresserad av den nya teorin och på inrådan av bl. a. boktryckaren Petreus beslöt han 1539 att besöka kaniken Copernicus i Frauenburg (nu polska Frombork). Rheticus hade tänkt sig ett kortare uppehåll men det tog honom drygt två år att övertala Copernicus att överlämna manuskriptet för tryckning i Nürnberg. 1543 förelåg

boken i tryck och nådde Copernicus på dödsbädden. För att lindra teologernas fördömande försåg bokens korrekturläsare Osiander på eget initiativ den med ett förord, vilket kan sammanfattas med: "...dessa hypoteser behöver inte vara sanna eller ens sannolika. Det är tillräckligt att beräkningarna överensstämmer med observationerna." En andra upplaga utkom 1566 i Basel.

Författaren fattade på allvar intresse för boken 1970 då han besökte England och med en kollega resonerade om Artur Koestlers påstående i boken *Sömngångare* att *De revolutionibus* var boken som ingen läste. De två kollegerna upprättade en lista på nio under 1500-talet tänkbara läsare. Gingerich gjorde därefter ett besök i Edinburgh där han i observatoriets bibliotek hittade en förstaupplaga med omfattande kommentarer. Boken var märkt med initialer som Gingerich tolkade som astronomen Reinhold's-en av de nio på listan. I och med detta startade Gingerich jakten på de bevarade exemplaren av de båda 1500-talsutgåvorna.

Ett av de första länder som besöktes var Sverige, där speciellt Carolina i Uppsala väckte hans intresse. Under trettioåriga kriget hade biblioteket i den katedral i Frauenburg, där Copernicus hade skrivit *De revolutionibus*, tagits som krigsbyte och förts hem till Sverige. De flesta av dessa böcker kom att förvaras på Carolina. Många av dessa hade använts av Copernicus. Även i Uppsala observa-

torium fann han böcker, i vilka Copernicus hade gjort noteringar.

Ytterligare en anknytning till Sverige finns genom dottring Kristina, som ägt ett exemplar av boken. Vid sin avresa till Rom medförde hon stora delar av sitt bibliotek. Vid hennes död förvärvade påven Alexander VIII detta, som senare kom att ingå i Vatikanens bibliotek, där Gingerich granskade den. Den befanns vara försedd med omfattande kommentarer, som förmodades vara gjorda av Tycho Brahe. Då ytterligare tre exemplar påträffades med liknande kommentarer misstänkte förf och hans kollega Robert Westman att man var inne på fel spår. Förf ger en spännande skildring av hur man efter några år lyckades visa att kommentarerna var gjorda av en till Brahe samtida vetenskapsman vid namn Wittich.

Värdefullast ur författarens synpunkt av de granskade exemplaren är de vars tidigare ägare är kända och som är rikligt försedda med personliga kommentarer. Trots att dessa kommentarer många gånger handlar om ganska subtila astronomiska frågor förmår förf skildra dessa så att de säkert kan väcka intresse även hos den i vetenskapen mindre bevandrade. Boken har också visat sig bli något av en bestseller och kan anses vara lika fängslande som en bättre detektivroman. Boken är ett övertygande bevis för att Koestlers påstående inte är med sanningen överensstämmande.

Originalmanuskriptet till *De revolutionibus* finner man – efter att det gjort diverse irrfärder – i biblioteket vid universitetet i Krakow. ■

Sten Nyberg
fd gymnasieadjunkt Lidingö

Berg- och dalbanedesignern

Werner Stengel

Av Ann-Marie Pendrill



Werner Stengel framför Colossos i Heidepark, Tyskland.

Göteborgs universitet har utnämnt Werner Stengel till hedersdoktor ... för hans outtömliga kreativitet som kopplar samman fysik och design med kroppens upplevelser i berg- och dalbanor och andra åkattraktioner.

Om du någon gång besökt Liseberg eller Gröna Lund eller någon annan stor nöjespark kan du knappast ha undgått att komma i kontakt med något av Werner Stengels verk /1/. Han är en levande legend inom berg- och dalbane-konstruktion, och har varit inblandad i närmare 500 olika berg- och dalbanor. Hans arbete omfattar också otaliga karuseller, pariserhjul och radiobilar.

När man på olika sätt tar fram topp-listor över världens bästa berg- och dalbanor har Ing. Büro Stengel varit delaktig i en stor majoritet av de bästa, däribland alla de berg- och dalbanor som idag finns på Liseberg och Gröna Lund /2/ och Expedition Ge Force i södra Tyskland, som 2004 för tredje året i rad valts till världens bästa berg- och dalbana av stål i rad i "The Internet Coaster Poll" /3/. Den är Werner Stengels favorit och han beskriver den som den galnaste berg- och dalbana han någonsin skapat /2,4/.

Werner Stengel föddes 1936. Redan som ingenjörstudent började han 1963 arbeta hos Anton Schwarzkopf /5/. Ett av deras tidiga gemensamma projekt var den första tyska stål-berg-och-dalbanan "Super Acht" (det tyska ordet för berg-

och dalbana är "Achterbahn") som invigdes vid oktoberfesten i München 1965. År 1965 besökte han Liseberg i samband med konstruktionen av berg- och dalbanan Super 8, som fanns kvar fram till 1979. (Gröna Lund öppnade 1966 en liknande bana, Radar, som 1981 flyttades till Ölands djurpark där den fått namnet Jumbo Jet /2/.) År 1980 ersattes Super 8 av Lisebergs Loopen, som var den fjärde av totalt åtta "Looping Star" som byggdes i samarbetet mellan Schwarzkopf och Stengel /1,5/. Werner Stengel har också besökt Liseberg 1976 då barn-berg-och-dalbanan Cirkusexpressen byggdes, och 1986 i samband med Lisebergbanan. Han har också arbetat t.ex. med Pariserhjulet och Slängungan.

Werner Stengel och dagens berg- och dalbanor på Liseberg och Gröna Lund

Lisebergbanan och Jetline

Lisebergbanan, som öppnade 1987, var ett av Werner Stengels och Anton Schwarzkopfs många gemensamma projekt. Schwarzkopf betraktade Lisebergbanan som sin personliga favorit /5/. Många Lisebergsbesökare inleder och avslutar sina besök med en eller ett par

turer i Lisebergbanan, som följer bergets form - den är naturligtvis specialritad för Liseberg. Det kraftiga spåret är sandfyllt, för att få en tystare gång, eftersom Liseberg ligger mitt i staden. Trots sina 18 år placeras Lisebergbanan fortfarande högt i omröstningar bland entusiaster. In 2004 års omröstning på *the Internet Roller Coaster Poll* /3/, kom den på 35:e plats bland de 299 stål-bergochdalbanor som fanns med. Gröna Lunds Jetline är, liksom Lisebergbanan, en berg- och dalbana av modellen "Bavarian Mountain Railroad" /6/. Jetline planerades som en kopia av BMRX i Kobe i Japan, med ett uppbyggt landskap kring spåret. Eftersom Jetline blev populär redan innan landskapet byggts beslöt man att avstå från det. Det innebar att strukturen skulle kunna tåla mer belastning, vilket utnyttjades i konstruktionen av Vilda Musen 2003. Redan ett par år tidigare hade Jetline byggts om, så att första backen blev 1.5m högre och slutade närmare marken.

Vilda Musen på Gröna Lund

Både Gröna Lund och Liseberg är nöjesparker "mitt i stan", vilket innebär att utrymmet för nya attraktioner är mycket

begränsat. Begränsningar föder ofta kreativitet. Eftersom Jetline-strukturen hade reservkapacitet föreslog Peter Osbäck att man kanske kunde låta ytterligare en berg- och dalbana utnyttja den. Efter att Gröna Lund utnyttjat en gammal modell av Jetline och kompletterat den med det en trådmodell av det tilltänkta Vilda-Musen-spåret lät sig Werner Stengel övertalas /6/. Eftersom Jetline byggts under mitten av 80-talet fanns det inte någon datormodell att utgå ifrån. Därför utnyttjades 3D-lasermätningar, där mätutrustningen hissades upp i den närbelägna attraktionen Mondial Top Scan. På detta sätt kunde man på ett par dagar få fram en CAD-modell med en noggrannhet på +/- 15 millimeter på 50m, som kunde ligga till grund för konstruktionen av Gröna Lunds Vilda Musen. Ett av önskemålen var att Vilda Musens spår skulle runda Katapulten – utanför Jetline-strukturen. Utrymmet mellan spåren räckte precis för att ”släppa ut” Vilda Musen – med 1 dm tillgodo i höjddled!

Balder

Balder, öppnades 2003 och valdes det året till världens bästa berg-och-dalbana i trä. Den jämna turen möjliggörs genom en pre-fabricerade spårelement i laminerat limträ. Konstruktionen är patenterad av Werner Stengel, och har tidigare använts i den större föregångaren, Colossos i Heidepark i Tyskland (se bilden). Den första stora nedförsbacken lutar 70°, vilket gör den till världens brantaste berg- och dalbana i trä. Balder-turen bjuder på tio tillfällen då man lättar från spåret. Vid ett tillfälle är man tyngdlös i närmare tre sekunder. De inbyggda ”parabelflygningarna” introducerades av Werner Stengel i Himalaya Bahn 1982.

Kanonen – Lisebergs nya berg- och dalbana 2005

När vi spänner fast byglarna i Lisebergs nya berg- och dalbana Kanonen gör vi oss beredda att möta ytterligare ett par av Werner Stengels innovationer. Loopens form, som kallas klotoid, introducerades av Stengel 1975. Klotoiden är en del av en Cornu-spiral (känd t.ex. från diffraktion i enkelspalt) som har egenskapen att krökningsradien är omvänt proportionell mot avståndet från spiralens centrum.

Klotoider används för att förena delar av kurvor med olika krökningsradier, vilket t.ex. har använts bl.a. vid konstruktion av motorvägsavfarter /7/. På detta sätt kan man kombinera en liten krökningsradie i loopens top med en större närmare marken, så att belastningen på kroppen begränsas och ändras mjukare.

På vägen tillbaka genom loopen går spåret runt passagerarnas ”hjärtlinje” i stället för att tåg och passagerare åker runt spåret. Den som åker rör sig med nästan konstant hastighet.

Denna form av skruv introducerades av Stengel 1976, och innebär en mycket mindre påfrestning på kroppen än både loopar och mer traditionella korkskruvar.

Teknikutveckling

Mycket har hänt sedan Gröna Lund och Liseberg öppnade 1883, resp 1923. Gamla tiders bromsare har ersatts av helautomatiska bromssystem. Sensorer kontrollerar tågens läge och fart och avgör t.ex. när det är dags att släppa fram nästa tåg. I stället för Lisebergbanans skylt som varnar för broms bjuder Kanonen på mjuk inbromsning där virvelströmmar åstadkoms i metallskivor i spåret med hjälp av magneter på tågets undersida. Lisebergbanans och Jetline's spår, med sina kraftiga rör, ser helt annorlunda ut än Kanonens slanka, triangel-täta konstruktion. Cirkelbågar har ersatts av splines. Utvecklingen av material och form för t.ex. spår och hjul, men också av reglersystem och av datorstöd för beräkningar och design öppnar alltför många möjligheter att låta oss uppleva fara i trygga situationer.

Den fysik som tydligast kommer till uttryck i berg- och dalbanor är naturligtvis klassisk mekanik: Newtons lagar, ekvivalensprincipen och energikonservering.

Att analysera krafter under olika delar av åkten kan vara en engagerande utmaning. Nyare berg- och dalbanors bromsar bygger på elektromagnetism, där permanentmagneter, antingen på tåget eller i spåret, inducerar virvelströmmar. Kanonen ger exempel på ett nytt sätt att ge tågen den energi de behöver för att komma runt spåret – genom en hydraulisk utskjutning. En spektakulär

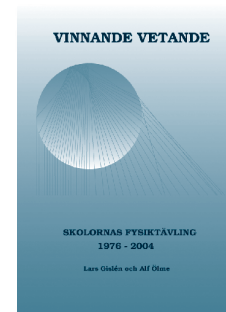
större version, ”Speed Monster”, kommer att öppna på Tusenfryd i Oslo nästa år. Även den bär

Ingenieurbüro Stengels signatur.

Är det säkert att åka berg- och dalbana? Werner Stengel är engagerad i en forskargrupp som bland annat studerar berg- och dalbanors belastning på människokroppen och arbetar också aktivt med den europeiska standarden för tivolianordningar. Tekniken strävar efter att minska risken för oförutsedda händelser på grund av den mänskliga faktorn. När högteknologin fungerar blir den ofta osynlig. Ett studiebesök i en nöjespark ger många tillfällen att lyfta fram matematik, fysik och teknik. [8] ■

Referenser

1. Ingenieurbüro Stengel, <http://www.rcs-stengel.com/>
2. Duane Marden, *Roller Coaster Data Base*
3. Mitch Hawker, The Internet Coaster Poll, <http://www.geocities.com/wcoasterpoll/>
4. Holiday Park, <http://www.holidaypark.de>
5. Michael Pantenburg, <http://schwarzkopf.coaster.net>
6. Jetline and Vilda Musen – Gröna Lund's dynamic duo, Coasters and More, <http://www.coastersandmore.de/rides/vildamusen/vildamusenmain.shtml>
7. Erik Westergaards Matematiksidor: Vejgeometri, <http://www.matematiksider.dk/vejgeometri.html>
8. Slagkraft – Matematik och Naturvetenskap på Liseberg, <http://fy.chalmers.se/LISEBERG/> och Fysik på Gröna Lund, <http://www.phys-to.se/gronalund/>



Boken kan beställas genom att skicka ett e-brev till samfundets ordförande Björn.Jonson@fy.chalmers.se, och samtidigt insända betalning till Fysikersamfundets postgiro 26 83-1 ????. Boken kostar 370 kronor inbunden, 270 kronor häftad. För porto och emballage tillkommer 50 kronor.



Nu blir **naturvetenskapen** lättare.

Vi har uppdaterat hela Spektrumserien från grunden. Den stora nyheten är att varje grundbok har fått en parallell Lightbok.

Lightboken har samma upplägg, utseende och kunskapsområden som grundboken, men den är bearbetad för att passa de elever som behöver en lite lättare kurs i naturvetenskap.

Nu blir det enklare för klassen att läsa i samma takt. Och det blir lättare för alla att lyckas på sin egen nivå. Böckerna finns färdiga att beställa i början av 2006. Men du kan redan nu söka upp **Spektrum Fysik** på www.liber.se och bläddra igenom ett smakprov på nyheterna.

Spektrum Fysik Light.
Hälften så tjock.

Vill du veta mer?

Kontakta vår läromedelsinformation
inga-lill.eklund@liber.se, tel 08-690 93 48
Fax 08-690 93 01/02
Postadress: Liber AB, 113 98 Stockholm

Beställ från vår kundtjänst

Liber Distribution, 162 89 Stockholm
Tel 08-690 93 30, fax 08-690 93 01/02
kundtjanst.liberab@liber.se
eller direkt på Internet: www.liber.se

LIBER

