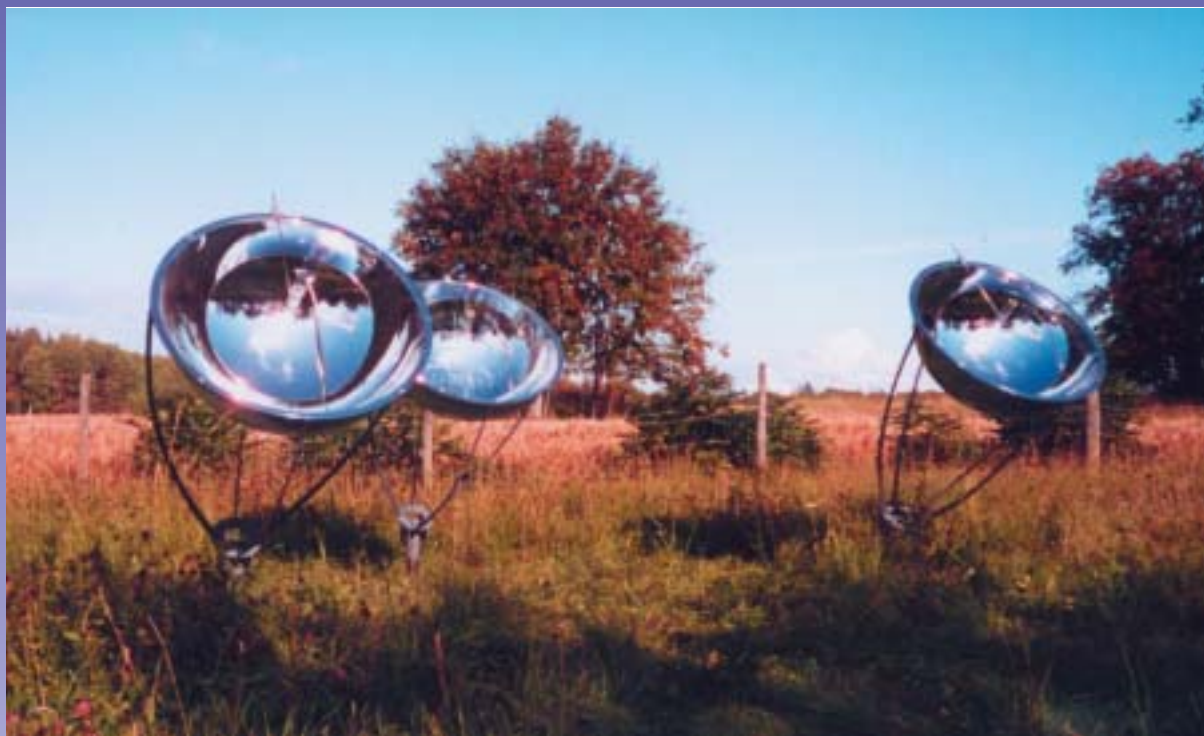


fysikaktuellt

NR 2 • MAJ 2004

Spegelbilder



"The Rijke Experiment"

Innehåll

Samfundet	2
Ledare	3
Samfundet	5
Chien-Shiung Wu	8
Svag magnetism	14
Akustik	19
Fysiktävlingen	20

Fyllnadsval till styrelsen för Svenska Fysikersamfundet.
Se sid 6

Manusstopp för nästa nummer:
15 augusti 2004

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: Se sid 6
 Sekreterare: Håkan Danared, Manne Siegbahnlaboratoriet
 Stockholms universitet, • danared@msi.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 950 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 • 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 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 fr o m 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>

Omslagsbilden:

På bilden visas konstverket The Rijke Experiment som är format runt tre stycken solarfoner. En solarfon är ett instrument som skapar toner av sol-ljus. Konstverket är tonsatt med ett eller flera ackord som spelas någon-gång under dagen då solen passerar instrumenten. Läs mer på <http://www.solarfon.com/>. Bilden publiceras med tillstånd av Solarfon.

Tryckeri: Munkebacksgymnasiet, Göteborg 2004

Aktuellt

- Fysiktävlingens final äger rum 14–15 maj i Göteborg. Fysikolympiaden 2004 äger rum 15–23 juli i Pohang, Sydkorea.
- Samfundets sektion för kärnfysik håller sitt årliga möte, Svenskt Kärnfysikermöte XXIV, den 11–12 november 2004 i Uppsala. Mer detaljerad information återfinns i kommande nummer av Fysikaktuellt samt på sektionens hemsida <http://www.ts.mah.se/forskn/fysik/SFS-Karnfysik/>
- Symposium on physics teaching in the 21st century: pedagogical ideas and adapting to a changing student population, Lunds universitet 3–4 juni, <http://fun.fysik.uu.se>
- Women in Physics in Sweden, WIPS-2004 27–28 Maj, Karlstad <http://www.ingvet.kau.se/fys/WIPS2004/>
- International Nuclear Physics Conference, INPC2004 äger rum i Göteborg, 27 juni–2 juli. <http://www.inpc2004.se>
- 8th European Conference on Atomic and Molecular Physics, 6–10 juli, Rennes, Frankrike, <http://www.ecamp8.org>
- Slagkraft – Matematik och Naturvetenskap på Liseberg som öppnar exklusivt för experimenterande skolklasser på Liseberg 23 september 12.30–16. Se <http://fy.chalmers.se/LISEBERG/>
- Kvalitetsgranskning av fysikutbildningar i Sverige äger rum under 2004, <http://www.hsv.se/>
- World Year of Physics, 2005, se <http://www.wyp2005.org/>

Stödjande medlemmar

Samfundet har för närvarande följande stödjande medlemmar:

- Alega Skolmaterial, 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>

Spegelbilder och symmetrier

Av Ann-Marie Pendrill

Finns det något sätt att förklara för någon annan vad som "vänster"?
 Man får säga vad man vill till åhörarna, be dem genomföra vilket experiment som helst, men på ett villkor: Det får inte finnas något asymmetriskt föremål eller struktur som både de och vi kan observera tillsammans. [1]

Martin Gardners bok "Skapelsens symmetri" var mitt första möte med "OZMA-problemet" som han valde att kalla det. Gardner berättar bl.a. om Pasteurs undersökningar av vinsyra och hur han associerade asymmetriska molekyler med liv. I sökandet efter livets hemlighet försökte Pasteur syntetisera molekyler i starka magnetfält. Ørstedes upptäckt av hur en kompassnål beter sig över en strömförande ledare kan tyckas vara att bra fenomen för att definiera höger och vänster. Resultatet för Pasteur var dock negativt. Varför? Trots "högerregeln" för elektromagnetisk växelverkan är denna spegelsymmetrisk - för varje fysikalisk effekt behöver vi använda två högerregler och kunde alltså precis lika gärna ha använt två vänsterregler. Symmetrin framgår också om vi betraktar vi kompassnålen som en elektromagnet. Jämför vi med spegelbilden inser vi att den röda färgen inte räcker för att bilda en nordpol. Magneter kan alltså inte användas för att lösa OZMA-problemet. Finns det någon annat fundamentalt fenomen som kan skilja höger från vänster?

I en artikel från 1950 [2] påpekar Norman Ramsey *The argument against electric dipoles raises directly from the question of parity. A nucleus with an electric dipole moment would show an asymmetry between left- and right-handed coordinate systems. In one system the dipole moment would be parallel to the angular momentum and in the other anti-parallel. ... the question of a possible existence of an electric dipole moment of a nucleus or of an elementary particle [...] becomes a purely experimental matter.*

Detta verkar vara det första publicerade arbetet som ifrågasatte att naturens alla fundamentala växelverkningar uppfyller paritetvillkoret. Norman Ramsey har berättat hur han skulle förbereda en föreläsning om elektromagnetiska moment. Plötsligt började han bli osäker på argumentet om spegelsymmetri, som utesluter t.ex. att neutronen kan ha ett elektriskt dipolmoment. Eftersom kollegan Ed Purcell ofta kom och lyssnade tyckte Norman Ramsey att det var bättre att fråga honom i förväg. Tillsammans började de gå igenom litteraturen och söka efter experiment som kunde visa att naturen var spegelsymmetrisk och upptäckte att de flesta experiment som utförts inte varit känsliga för avvikelser från spegelsymmetri. Att fundamentala växelverkningar skulle vara spegelsymmetriska var något som inte ifrågasatts. Norman Ramsey började redan då experiment för att sätta gränser för neutronens elektriska dipolmoment (EDM), även om resultaten inte publicerades [3] förrän i samband med "Paritetsrevolutionen" 1956-1957, som beskrivs i Stacey Sorensens och Indrek Martinssons artikel om Mme Wu och om det klassiska experimentet som visade att det radioaktiva sönderfallet i kobolt-60 skiljer sig från sin spegelbild. Axel Lindroth presenterar moderna experiment som studerar svag växelverkan och "svag magnetism".

Andra symmetrier

Pariteten var den första symmetrin som föll. Med den föll även symmetri under laddningskonjugering, C, medan symmetrin under CP föreföll bevarad: Spegelbilden av ett asymmetriskt experiment skulle svara mot utfallet av ett verkligt experiment med antipartiklar. Om symmetrin CPT skall vara bevarad, krävs då att naturen är symmetrisk under tidsinversion, T. (Det är lättare att tänka sig att vända alla rörelseriktningar.) Ett EDM hos en partikel skulle bryta mot såväl P som T. 1964 föll även CP [4] i sönderfallet av de neutrala K-mesonerna. Indirekt föll då även T. Trots att 40 år gått har CP brott bara observerats för detta system. Upptäckten av CP brott ledde till en intensiv utveckling av teorier som kunde förklara observationerna. Många av dem har efter hand fått överges under "Ramsey-trycket" - de allt lägre experimentella gränserna för bl.a. neutronens EDM. Jag frågade 1987 Norman Ramsey om han trodde att neutronen hade något EDM. Han svarade att det borde finnas "Unless Nature is malevolent against Norman Ramsey". Däremot såg han det som mer tveksamt om man skulle hitta det under hans livstid. Han fortsätter sökandet, tillsammans med en del av den stora generation yngre fysiker han fostrat.

Materia och antimateria

Bland forskare som söker efter olika slag av övre gränser finns också de som jämför materia och antimateria. Under våren gästades flera svenska universitet av Jerry Gabrielse som är "spokesperson" för ATRAP-kollaborationen [5]. Under många år har man arbetat för att kunna fånga in först positroner och sedan antiprotoner i fällor, sedan kyla ned dem och få dem att bilda antiväte. Antimateria fascinerar, liksom möjligheten att kunna studera antimateria i ett jordiskt laboratorium och inte bara i tankeexperiment.

I sin text om "Symmetry in Physical Laws" [6] diskuterar Richard Feynman Ozma-problemet och låter oss anta att vi beskrivit för en utomjording hur man genomför experiment för att skilja på höger och vänster, att vi också beskrivit vår vana att skaka hand och att vi bestämt träff i den tomma rymden halvvägs mellan våra hem. "If he puts out his left hand, watch out."

Men nu är det sommar. Snart blommar kaprifolen på vänsterskruvad stam. Njut!

Referenser

1. M. Gardner, *The New Ambidextrous Universe* (1990) (Freeman, New York), "Skapelsens symmetri" (1966)
2. E. M. Purcell och N. F. Ramsey, *Phys. Rev.* 78 807 (1950),
3. J. H. Smith, E. M. Purcell, and N. F. Ramsey *Phys. Rev.* 108, 120-122 (1957)
4. J. H. Christenson, J. W. Cronin, V. L. Fitch, and R. Turlay, *Phys. Rev.* 140, B74-B84 (1965) (Nobelpris i fysik 1980)
5. Antiproton trap, ATRAP, <http://hussle.harvard.edu/~atrap/>
6. "Symmetry in Physical Laws", Kapitel 52 i *Feynman Lectures in Physics I*, (Addison-Wesley Redwood City, Ca, 1963), även i "Six not-so-easy pieces" (Helix Books, Reading, Mass., 1997)

Ann-Marie Pendrill är professor i fysik vid Göteborgs universitet och redaktör för *Fysikaktuellt*. Hon utnämndes 1997 till Fellow i APS för "for her contributions to the development and use of atomic many-body methods to explore relativistic effects and parity non-conservation in heavy atoms"

Fysik i nya banor!

Orbit – en ny lärobok för gymnasieskolan som sätter snurr på fysikundervisningen!

Orbit är ett välkomponerat läromedel som närmar sig fysiken på ett nytt och roligt vis. Med en logisk och pedagogisk uppbyggnad ger Orbit eleverna en naturlig förståelse av fysik.

Orbit anknyter till vardagen med många spännande exempel och övningsuppgifter. Målet är att motivera och inspirera eleverna att verkligen förstå och tänka fysik. Orbit A är redan ute och Orbit B kommer inför hösten -04.

"Framställningen är logisk och lättbegriplig och kompletteras av ett mycket pedagogiskt och informativt illustrationsmaterial i färg samt ett heltäckande sakregister, allt i ändamålsenlig layout. [...] Orbit håller en hög pedagogisk kvalitet, jämbördig med de bästa andra." BTJ 2003:22

Studentlitteratur
Skola/Vuxenutbildning
Box 141, 221 00 Lund
Telefon 046-31 20 00

Ordertelefon 046-31 22 00
Orderfax 046-30 59 03
order.skolvux@studentlitteratur.se

www.studentlitteratur.se

Introduktionserbjudande!
Du får en
Physics Handbook

vid beställning av minst 25 ex. av Orbit A eller B



Köp en klassuppsättning (minst 25 ex.) före den 31 december 2004 av Orbit A eller B så får du ett exemplar av den senaste upplagan av Physics Handbook - en oundgänglig referensbok för dig som fysiklärare!



Jag vill beställa till F-pris:

- ex av Orbit A, art.nr 8096 à 249 kr
- Jag är ämnesansvarig i fysik och vill ha ett cirkulationsex. av Orbit A
- Jag är ämnesansvarig i fysik och vill ha ett cirkulationsex. av Orbit B (utkommer inför hösten -04)
- Ja tack, skicka katalog Gymnasium/Vuxenutbildning 2004/05

Skola: _____

Namn: _____

Adress: _____

Postnr och ort: _____

E-post: _____

Moms och frakt tillkommer. Kupongen gäller t.o.m. 31 dec 2004. Reservation för tryckfel.
Skicka kupongen till Studentlitteratur eller fäxa till 046-30 59 03.
E-post order: order.skolvux@studentlitteratur.se

Frankeras ej
Studentlitteratur
betalar portot

Studentlitteratur AB
Skola/Vuxenutbildning

Svarspost
Kundnummer 200011003
228 11 Lund

PL 01

Verksamhetsredogörelse för Fysikdagarna 2003

Av Bosse Lindgren

Svenska Fysikersamfundet har sedan 1985 vartannat år arrangerat "Fysikdagarna". Fysikdagarna är tänkta som en samlingspunkt för landets fysiker såväl aktiva forskare som lärare vid gymnasium och högskola. Fysikdagarna brukar inledas med en till två dagars möten inom samfundets olika sektioner, här ges möjligheter att presentera resultat från aktuell forskning där framför allt yngre forskare får tillfälle att vara aktiva. Sektionsmötena är också en möjlighet till planering och diskussion av gemensam strategi.

Svenska Fysikersamfundets styrelse utsåg våren 2002 Sven-Olov Holmgren SU och Ramon Wyss KTH att förbereda och genomföra 2003 års Fysikdagarna, att hållas i Stockholm i november 2003. Uppdraget överläts till Bosse Lindgren SU som kring sig samlade en arbetsgrupp bestående av förutom, Holmgren och Wyss, Christer Nilsson, SU och Vetenskapens Hus, Lars-Erik Berg KTH, Peder Royen, SU och K.-G. Rensfelt MSL, tillika Fysikersamfundets skattmästare.

Information om Fysikdagarna till samfundets medlemmar och övriga intresserade skedde genom meddelanden i Fysik-Aktuellt och LMNT-nytt. En hemsida för Fysikdagarna skapades och hölls aktuell genom Coldvision studio. Efter några initiala barnsjukdomar visade sig hemsidan hantera anmälningar och merparten av kontakter med deltagarna. Innehållet på hemsidorna bilägges.

Årets fysikdagarna följde det invanda mönstret med inledande sektionmöten. Sektionerna för Atom- och molekylfysik, Kärnfysik, Kondenserade materiens fysik, Matematisk fysik och Partikelfysik arrangerade egna sektionmöten, medan undervisningssektionen engagerade sig i utform-

ningen av huvudprogrammet. Huvudprogrammet bestod av sju plenarföredrag i Stockholms Universitets Aula Magna. då årets Nobelpris presenterades av Professor Anders Bárány. Övriga föredrag hade stark anknytning till fysikundervisningen bland annat accentuerat av huvudtalaren professor Paul Hewitt från Florida, USA författare till bästsäljaren "Conceptual Physics". Följande inhemska talare fanns bland föreläsarna Göran Grimvall KTH, Bengt Gustafsson UU, Jonte Bernhard LiU, Sören Holst SU och Hans-Uno Bengtsson LU.

Då Fysikdagarna i mycket vände sig till lärare innehöll programmet moment med undervisningsidéer, studie- och laboratoriebesök samt möjligheter till praktiska övningar. Bland studiebesöken märktes besök i Nobelmuseet och Observatoriemuseet. Till Fysikdagarna inbjöds också de företag som marknadsför undervisnings- och forskningsmateriel att presentera sina produkter. Tretton företag och två organisationer (Resurscentrum i Lund och LMNT) deltog. Några av företagen framförde att de gärna sett att mer tid anslags för utställningsbesök.

Till årets Fysikdagarna hade ca 350 deltagare anmält sig. Till detta kommer deltagarna i sektionmötena: Atom- och molekylfysik 59, partikelfysik 25, kärnfysik 45, matematisk fysik 14 och kondenserade materiens fysik 25, inalles 168 deltagare; låt vara att många av dessa också deltog i huvudprogrammet. Jämfört med tidigare år betyder detta en viss nedgång. Ca 150 deltagare samlades till fredagskvällens middag. Vid middagen underhöll vokalgruppen The adults och Anders Bárány höll ett uppskattat middagstal med fysik- och nobelpristagaranknytning. Från delta-

garhåll rapporteras att många kommuner med ansträngd ekonomi varit återhållsamma med medel för fortbildning vilket kan ha inverkat på deltagarantalet.

Fysikdagarna har fortsatt flera viktiga funktioner att fylla: De skall vara en mötesplats för de kategorier fysiker som alltför sällan träffas: lärare och forskare. Här presenteras nyheter inom både undervisning och forskning. Här ges möjligheter att pröva på nya produkter och idéer. Här ges incitament till den fortbildning varje fysiklärare kan behöva efter några års skolarbete - de första åren i yrket kräver hårt arbete samtidigt som de åren ofta sammanfaller med familjebildning. Deltagande i en konferens som Fysikdagarna är ett sätt för läraren att stärka sin professionalism samtidigt som den är en unik möjlighet att träffas, diskutera och samarbeta.

Fysikersamfundets styrelse bör diskutera hur deltagarantalet kan ökas: Är tidpunkten rätt vald? vid mittermidslovet bara 14 dagar tidigare inföll en hel del skol- och lärarakiviteter, några lärare påpekade att i slutet av året fanns inga fortbildningspengar kvar hos kommunerna. Är fysik enbart av intresse för gymnasie- och högskolelärare? Deltagandet från universitet och högskolor kunde vara mer mangrannt. Många av lärarna härifrån saknades av två skäl, schemata tillät inte intresserade lärare att vara borta från undervisningen, reserverade medel saknades för universitetsfolkets deltagande. Somliga av samfundets sektioner arrangerar sektionmöten vid andra tidpunkter. ■

Bosse Lindgren, BoL@physto.se

EFTERLYSNING, EFTERLYSNING!

I samband med PSSC-projektet (Physical Science Study Project) producerades ett antal filmer, först som 16 mm ljudfilmer, men senare överförda på video. Jag är på jakt efter filmen "Franck-Hertz experiment".

Om någon har tillgång till den (film eller video) vore jag tacksam att få låna en kopia någon vecka.

Bosse Lindgren. Tel: 08-6471390,
Adress: Svartlösavägen 68A, 125 33 Älvsjö

Årsmöte

Sammanträdesdatum: 12 mars 2004

Plats: Institutionen för ingenjörsvetenskap, fysik och matematik, Karlstads universitet

1. *Mötets öppnande*
Ordföranden hälsade de närvarande välkomna och öppnade årsmötesförhandlingarna.
2. *Dagordningens godkännande*
Dagordningen godkändes utan ändringar.
3. *Utseende av ordförande för förhandlingarna*
Björn Jonson utsågs till årsmötesförhandlingarnas ordförande
4. *Utseende av sekreterare för förhandlingarna*
Håkan Danared utsågs till årsmötesförhandlingarnas sekreterare
5. *Årsmötets stadgeenliga utlysande*
Mötet befanns stadgeenligt utlyst.
6. *Utseende av justeringspersoner*
Till justeringspersoner utsågs Anne L'Huillier och Peter Olsson.
7. *2003 års verksamhetsberättelse*
Verksamhetsberättelsen för år 2003, som finns tryckt i Fysikaktuellt nr. 1/04, godkändes och lades till handlingarna.
8. *2003 års förvaltnings- och revisionsberättelse*
Den avgående skattmästaren K.-G. Rensfelt presenterade Samfundets förvaltningsberättelse och revisionsberättelse för år 2003, liksom resultat- och balansräkning för Kosmos. Dessa godkändes och lades till handlingarna.
9. *Frågan om ansvarsfrihet för styrelsen*
Årsmötet beviljade styrelsen ansvarsfrihet för år 2003.
10. *Budget för 2004*
Avgående skattmästaren presenterade budgeten för år 2004 vilken godkändes av årsmötet. Ordföranden tackade K.-G. för sex års gediget arbete som skattmästare.
11. *Fastställande av årsavgiften för 2004*
Det beslutades att årsavgiften till samfundet skulle vara oförändrad för NSM- och IOM-medlemmar, liksom för stödjande medlemmar.
12. *Eventuella övriga frågor*
Ordföranden Björn Jonson berättade om ansträngningarna att hitta sponsorer till Fysiktävlingen. En ansökan på 200.000 kr har skickats in till Kjell och Märta Beijers Stiftelse. Det är osäkert om Erna och Viktor Hasselblads stiftelse vill fortsätta stödja oss. Däremot har Physica Scripta beviljat 50.000 kr per år under 2004–2006. Stephen Hwang nämner att vi också skulle kunna ansöka hos Ljungbergsfonden (Erik Johan Ljungbergs Utbildningsfond).
Ordföranden berättar också om att Alf Ölme och Lars Gislén arbetar med en bok som innehåller samlade uppgifter och kommenterade lösningar från de Fysiktävlingar som hittills ägt rum. Boken trycks i 1500 exemplar och kommer att vara färdig till ingången av 2005, Fysiken är.
13. *Årsmötesförhandlingarnas avslutande*
Ordföranden förklarade förhandlingarna avslutade. ■

Göteborg/Stockholm, den 7 april 2004

Björn Jonson Håkan Danared

Justeras:

Anne L'Huillier Peter Olsson

Fyllnadsval

till styrelsen för Svenska Fysikersamfundet för perioden 2004–2006

Ingrid Sandahl har meddelat att hon på grund av hög arbetsbelastning tvingas ställa sin plats i styrelsen för SFS till förfogande, och en efterträdare till henne behöver därför utses. Den av årsmötet i mars 2003 utsedda valberedningen lämnar härmed följande förslag till ny styrelsemedlem: *Hans Lundberg, Lunds universitet, atomfysik.*

Den nuvarande styrelsen för SFS har dessutom svårt att inom sig utse en efterträdare till K-G Rensfelt som skattmästare för samfundet, men Hans Lundberg meddelar att han också är beredd att åta sig denna uppgift. Samfundets medlemmar har nu möjlighet att fram till 10 juni 2004 till valberedningen inkomma med kompletterande förslag. För att processen skall kunna fortgå någorlunda

komplikeringsfritt bör slagsställaren förvissa sig om att föreslagen kandidat är villig att åta sig dels styrelseuppdraget och dels uppdraget som skattmästare. Valbara är medlemmar i samfundet. Samtliga förslag kommer att utsändas till medlemmarna för poströstning. ■

Uppsala i april 2004

Leif Karlsson (valberedningens ordförande)

Valberedning

Ragnar Hellborg, Leif Karlsson, Eva Lindroth, Eva Olsson, Lennart Stenflo

Förslag insändes till:

Leif Karlsson, Fysiska institutionen, Uppsala universitet, Box 530, 751 21 Uppsala

Tel: 018-471 1299 Fax: 018-471 3524

e-post: Leif.Karlsson@fysik.uu.se

Sektionen för undervisning

I sektionens styrelse ingår:

Mona Engberg, Hagagymnasiet och Högskolan Dalarna, Borlänge, ordf.

Andreas Redfors, Högskolan Kristianstad

Jonte Bernhard, Linköpings universitet

Christina Malmberg, Södra Latin, Stockholm

Per Malmström, Östrabogymnasiet, Uddevalla

Agneta Seidel, Uppsala universitet

Under 2003 har styrelsen haft tre sammanträden, samtliga vid AlbaNova, Stockholm.

Styrelsen har ställt sig bakom ett utredningsförslag innebärande att man inför särskilda ämnesprov vid antagning till högskola.

Styrelsen gav förslag till programpunkter vid Fysikdagarna 2003.

Vid Fysikdagarna föreläste Jonte Bernhard om "Fysikdidaktik – ett intressant forskningsområde för en fysiker?"

Jonte Bernhard är ledamot av styrelsen för SEF!s working group for Physics in Engineering Education samt ledamot av regeringens delegation för jämställdhet i förskolan – ett viktigt område att bevaka i sammanhanget eftersom det inom förskolan finns traditionella könsrollsmönster vilket påverkar synen på vetenskap och teknik.

Per Malmström har engagerat sig i Kommittén för vetenskap och skola vid KVA. ■

Mona Engberg, mona.engberg@edu.borlange.se

48 år med Elementa

Tidskriften ELEMENTA 1929–1976 överlätes



P g a flyttning från villa till lägenhet (boenskatten driver ut oss) kommer jag att överge ett stort antal böcker och tidskrifter efter mina föräldrar. Båda var mycket aktiva med att skriva och samla, min mor Greta Wilner som konstnär och bildlärare, min far Torsten Wilner som forskare och uppfinnare (huvudsakligen inom fysik och kemi) och föreläsare bl a vid Tekniska Museet (www.tekniskamuseet.se).

Han skapade bl a museets ATOMARIUM. Min far skrev 27 artiklar eller notiser i Elementa. Han avled 1977.

Bland tidskrifterna finns 48 årgångar av Elementa. De 32 första årgångarna är inbundna, de resterande finns i lösnummer med mappar. Tyvärr hittar jag inte för närvarande fem lösnummer. Det finns också innehållsregister och problemhäften.

Om Du är intresserad av att överta dessa äldre årgångar av tidskriften ELEMENTA, kontakta mig på epost:

Bertil.Wilner@alfvenlab.kth.se eller telefon: 08-758 90 28.

Bertil Wilner

Nyheter från Studentlitteratur

Atomkärnan En resa till materiens inre

av Åke Mäckin och, (in Åke Mäckin, Björn Jansson och Teresa Pofo) Boken ger en lättförståelig presentation av hur atomkärnornas hemlighetsfulla värld avslöjades och på vilket sätt kärnvetenskap spelar en viktig roll i vår vardag. De vetenskapliga pionjärerens begåvning och eleganta teorier har varit en inspirationskälla till den här berättelsen som riktar sig lika mycket till oinrövda som till studenter. Hårdband och storformat.

143 sidor • ISBN 9144029268 • Art.nr 31328 • www.studentlitteratur.se/31328

För mer information kontakta Monica Larsdotter, Naturvetenskap och Miljö, tel 046-31 22 52, e-post monica.larsdotter@studentlitteratur.se eller besök vår webbplats: www.studentlitteratur.se

Studentlitteratur AB • Box 141 • 221 00 Lund
Tel 046-31 20 00 • Fax 046-30 49 62 • www.studentlitteratur.se



Dynamisk simulering i fysik och teknik

av Göran Nilsson och Michael Österlund

För att förutsäga utvecklingen av dynamiska system konstruerar man ofta modeller med tidsberoende differentialekvationer varefter man genomför simuleringar. Med användning av numeriska verktyg underlättas lösningen av differentialekvationer och man kan koncentrera sig på att formulera problem, bygga modeller och utföra simuleringar. Med exempel hämtade från fysik och teknik beskrivs hur man med hjälp av programmen STELLA, Simulink och Interactive Physics bygger modeller och genomför simuleringar. Boken är avsedd för introduktionskurser i modellering/simulering på ingenjörsutbildningar men kan även användas i gymnasieskolan, Lex, som underlag för projektarbete.

344 sidor • ISBN 9144851356 • Art.nr 31465 • www.studentlitteratur.se/31465



Ja tack, jag beställer till introduktionspris

..... ex av Atomkärnan, art.nr 31328-01 à 297 kr inkl moms (ord.pris 407 kr)

..... ex av Dynamisk simulering, art.nr 31465-01 à 296 kr inkl moms (ord.pris 405 kr)

Namn:

Skola/org./avd.

Adress:

Postadress:

Frakt och exp.avgift tillkommer (min. 60 kr). Erbjudandet gäller endast hos Studentlitteratur mot denna kupong o.a.m. 2004-06-30. Ingen retur rätt. Privatpersoner har också rätt att ångtra köp inom 14 dagar.

Fraktkost ej.
Studentlitteratur
betalar portot.

Studentlitteratur AB
Naturvetenskap och Miljö

Svarspost
Kundnr 200011003
228 11 LUND

Chien-Shiung Wu

– en suverän experimentalfysiker

Av Stacey Sörensen och Indrek Martinson

I en intressant bok "Nobel Prize Women in Science" presenterar Sharon Bertsch McGrayne [1] på ett medryckande sätt femton lysande kvinnliga forskare som har gjort viktiga upptäckter inom matematik, astronomi, fysik, kemi och biokemi. Tio av dessa kvinnor har tilldelats Nobelpriset i fysik, kemi, eller medicin med fysiologi. Det torde framgå av bokens titel att författarinnan finner att även de övriga kvinnorna hade förtjänat detta pris.

Fyra fysiker, Marie Curie (1867–1934), Lise Meitner (1878–1968), Maria Goeppert Mayer (1906–1972) och Chien-Shiung Wu (1912–1997) har ägnats var sitt kapitel i Sharons bok. Marie Curie och Maria Goeppert Mayer mottog som bekant Nobelpriset i fysik 1903 (Marie Curie erhöll år 1911 även kemipriset) resp. 1963, medan Lise Meitner och Chien-Shiung Wu, trots stora meriter, inte lyckades nå så långt. På senare tid har det skrivits en hel del om Lise Meitner, även i "Fysikaktuellt", där vi också publicerade en artikel om Maria Goeppert Mayer. Däremot tycks inte Wus liv och forskning ha belysts på sistone, åtminstone inte på svenska, vilket motiverar denna artikel. Vi kan redan här konstatera att hon var en oerhört skicklig och framgångsrik forskare.

Wus liv och karriär

Chien-Shiung Wu föddes 1912 i Liuhe, en liten stad 50 km från Shanghai. Det var en tid då kinesiska flickor kunde emotse en framtid med bundna fötter, medan utbildning utanför hemmet var ett okänt begrepp för dem. Hur kunde då Wu bli en fysiker av högsta interna-

tionella klass? Hennes främsta mentor var hennes far, Wu Zhonghyi, som arbetade aktivt för att dottern, vars namn betyder "Modig Hjärte", skulle kunna utvecklas och följa sina drömmar. Hans stöd var avgörande för hennes utveckling som barn och även hennes stora framgångar som forskare.

Hon visade tidigt både intellektuell begåvning och målmedvetenhet. Grundskolan nära hemmet blev möjlig tack vara hennes fars insatser, som inspirerades av demokrati och kvinnors rättigheter, grundade en skola där flickor i regionen kunde studera till nio års ålder. Andra familjer övertalades av Wus mor att låta döttrarna gå i skolan. I Suechow fanns en internatskola med kostnadsfri lärarutbildning, och där studerade Wu från 1922 fram till studentexamen 1930. Under denna tid var hon hemma hos familjen endast när det var skollov. Hon upptäckte att eleverna vid gymnasiet akademiska linje lärde sig andra ämnen än de som ingick i lärarutbildningen. Lösningen var enkel, medan elever som läste matematik, fysik och kemi sov, kunde Wu låna deras kursböcker och studera på egen hand. Här föddes hennes livslånga kärlek till fysiken.

Samtidigt rekryterades hon till en underjordisk studentrörelse och blev dess ledare. Motiveringen var, att även om hon var ledare skulle hennes höga betyg skydda henne från avstängning om verksamheten skulle upptäckas. Hon fortsatte med detta även under sina universitetsstudier i Nanjing. På den tiden var nationalismen förbjuden för att inte provocera Japan som hotade landet. Studentgrupperna krävde att Kina skulle

slåss mot fienden och förbli självständigt. Som representant för studenterna lyckades Wu träffa presidenten Chiang Kai-shek, som lyssnade på studenternas krav.

Wu studerade matematik och fysik i Nanjing vid National Central University. Trots sina tidigare lån av kamraternas kursböcker var hon endast behörig för lärarlinjen. Hon följde emellertid sin fars råd och läste in matematik, fysik och kemi på somrarna. Hennes arbete i Nanjing var så framgångsrikt att hon blev universitetets bästa student. Efter examen 1934 arbetade hon med en kvinnlig fysiker som hade doktorerat i USA och nu uppmuntrade Wu att resa dit. Planerna var att efter avslutade forskarstudier vid ett universitet i Michigan skulle hon återvända till Kina, men allt slutade annorlunda.

År 1936 tog hon båten från Shanghai till San Francisco där hon träffade vänner i stadens stora kinesiska koloni. Hon mötte också en ung doktorand, Yuan Chia-liu, som studerade vid Kaliforniainstitutet (UC) i Berkeley. På den tiden var Berkeley ett centrum för modern fysik, främst kärnfysik, och det stora cyklotronprojektet under ledning av Ernest O. Lawrence var i full gång. Denna spännande miljö lockade Wu och hon bestämde sig för att stanna kvar och avstå från Michigan. Emilio Segré (1959 års Nobelpristagare för upptäckten av antiprotonen), som forskade inom kärn- och partikelfysik, blev Wus handledare. Han betraktade henne som sin dotter och menade att Wus viljestyrka och målmedvetenhet påminde om Marie Curie, men att hon var mera

världslig, elegant och spirituell. Trots att både Wu och Yuan rekommenderades erhålla stipendier hade universitetets ledning fördomar mot asiater och avstyrkte ansökningarna. Yuan erhöll dock ett stipendium vid California Institute of Technology (Caltech) och Wu, som hade ekonomiskt stöd från familjen, stannade kvar i Berkeley när Yuan flyttade till Robert A. Millikans grupp i Pasadena.

Wu arbetade med kärnfysik och hennes doktorsavhandling behandlade radioaktiva Xe-isotoper som bildas när urankärnan klyvs i samband med fission. Hon fick sin PhD 1940 och stannade ytterligare två år vid UC som "Resident Fellow and Lecturer". Hon fördjupade sig framgångsrikt i kärnklyvning, och blev även uppmärksammas av berömda fysiker som Niels Bohr och Robert Oppenheimer. När Andra världskrigets stora forskningsprojekt drogs igång tömdes många amerikanska universitet på fysiker. Wu och Yuan som gifte sig 1942 i Kalifornien, drogs först inte in i Manhattan-projektet, men Wu kunde vikariera på en lärartjänst vid Smith College i Northampton, Massachusetts och därefter på en vakant tjänst vid Princeton-universitetet, nära företaget RCA där Yuan hade anställts. År 1944 knöts emellertid Wu till Columbia-universitet i New York för att inom Manhattan-projektet arbeta med kärnfysikaliska detektorer och neutronspektroskopi. Hon stannade vid Columbia under resten av sin karriär, till 1981. År 1947 föddes deras son, Vincent Weichen Yuan, numera fysiker i Los Alamos.

Med familjen samlad och en ordentlig forskartjänst kunde Wu lugnt fördjupa sig i kärnfysikaliska processer. Hon fokuserade på betasönderfall som hade teoretiskt beskrivits 1934 av Enrico Fermi [2]. Teorin var viktig för tolkning av experiment, men samtidigt upptäcktes stora problem. Spektroskopisterna detekterade nämligen stora mängder av lågenergielektroner medan teorin visade att högenergetiska elektroner skulle dominera. Wu bevisade med sina skickliga och mycket noggranna studier av tunna radioaktiva preparat att Fermis teori var riktig. Med mycket tunna preparat försvann nämligen se-

kundära spridningsprocesser hos elektroner och mätningarna återgav betapartiklarnas korrekta spektrum [3]. Detta experiment illustrerar Wus sätt att arbeta, noggrant genomtänkta försök för att testa viktiga teorier blev hennes vetenskapliga credo. Redan på 1950-talet betraktades Wu som en av största auktoriteterna inom betaspektroskopi. Hennes resultat befanns alltid vara korrekta och hon åtnjöt därför ett stort förtroende från kolleger. Hon nöjde sig endast med det absolut bästa resultatet och ställde lika höga krav på sina medarbetare. Hon krävde också att doktoranderna skulle arbeta på kvällar och helger, och semesterar kom oftast inte i fråga.

Efter 6 år som "research associate" blev Wu år 1952 till slut "associate professor" och 1958 "professor" vid Columbia. Hon fortsatte oförtrutet sin forskning inriktad på betaspektroskopi. Ett oväntat spännande problem blev aktuellt år 1956. Två unga fysiker av kinesisk börd, T. D. Lee (född 1928), Columbia, och C. N. Yang (född 1922), Princeton, började nämligen ifrågasätta om pariteten verkligen behövde bevaras vid svag växelverkan, och Lee inledde genast diskussioner med sin kollega Chien-Shiung Wu.

Paritet och paritetsbrott

Pariteten π är ett viktigt begrepp inom kvantmekaniken, men den har ingen motsvarighet i klassisk fysik. Den används vid kvantmekanisk beskrivning av ett fysikaliskt system och är relaterad till symmetrin hos systemets vågfunktion. En paritetstransformation (eller rumsspeglning) ersätter ett givet system med dess spegelbild, dvs rumskoordinaterna x, y, z , övergår till $-x, -y, -z$. Om systemet efter en sådan transformation är identiskt med det ursprungliga systemet då är dess paritet jämn, $\pi = +1$. Om det transformerade systemet är negativt jämfört med det ursprungliga systemet, är det fråga om udda paritet, $\pi = -1$. Pariteten hos ett komplext system utgör produkten av de olika komponenternas pariteter.

Paritetens bevarande upptäcktes redan 1924 av den tyske fysikern Otto Laporte (1902–1971), som under Arnold Sommerfelds ledning studerade

elektronstrukturen hos den neutrala järnatomen, Fe I [4]. Han fann att elektroners energitillstånd i denna komplexa atom kunde uppdelas i "gestrichene" och "ungestrichene" nivåer, numera skulle man säga jämna och udda nivåer. Övergångar mellan nivåer med emission eller absorption av en foton var alltid av typen "jämn-udda" eller "udda-jämn" (dvs de skedde mellan tillstånd av motsatt paritet). Fotonen med sin udda paritet ser till att systemets totala paritet bevaras, något som då kallades "Laportes lag".

År 1927 visade Wigner [5] att Laportes empiriska regel var en konsekvens av spegelinvariansen (höger-vänster symmetrin) hos de elektromagnetiska krafterna i en atom. Denna fundamentala idé, dvs paritetens bevarande, antogs gälla för elektromagnetisk växelverkan (inklusive γ – sönderfall) men även för stark växelverkan (t ex α – sönderfall samt produktion och spridning av nukleoner, mesoner och hyperoner) och svag växelverkan (alla kända icke-elektromagnetiska sönderfall hos elementarpartiklar, t ex β – sönderfall).

Ett mysterium uppstod inom elementarpartikelfysiken för närmare 50 år sedan! Man hade upptäckt två nya partiklar, som kallades tau (τ) och theta (θ). De hade korta livstider och sönderföll i pioner π (en pions paritet är -1) på följande sätt

$$\begin{aligned}\tau^+ &= \pi^+ + \pi^+ + \pi^- \\ \theta^+ &= \pi^+ + \pi^0\end{aligned}$$

Massan hos partiklarna var identisk 493,67 MeV liksom även spinnen, $1/2$ och livstiderna 12, 37 ns. Ett problem var emellertid att pariteterna var olika för τ^+ (udda, dvs -1) och för θ^+ (jämn, $+1$). Detta problem som hade noterats av Dalitz [6] diskuterades livligt vid en konferens i högenergifysik i Rochester som hölls 1956. Hur kunde det vara möjligt att två skilda partiklar hade allt gemensamt utom pariteten?

Lee och Yang föreslog nu en mycket djärv och originell förklaring, nämligen att τ^+ och θ^+ var en och samma partikel (numera kallad K^+) som hade två olika sönderfallskanaler. Detta skulle emellertid kräva att pariteten inte behöver bevaras vid svag växelverkan. Enligt Tor Ragnar Gerholm [7] kontaktade Lee

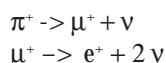
först Wu och ställde frågan om man hade utfört experiment som bekräftade att pariteten bevarades vid betasönderfall (svag växelverkan). Wu var inte säker och rekommenderade därför Kai Siegbahns utförliga monografi över beta- och gamma-sönderfall [8]. Efter en grundlig genomgång av boken kom Lee fram till att det inte fanns någon referens om detta problem. Gerholm konstaterade att "Det häpnadsväckande förhållandet tycktes gälla att trots 50 års experimentella studier över betasönderfallet hade man aldrig någonsin råkat arrangera experimenten så att paritetsproblemet tangerats" [7].

I sin artikel om paritetsbrott vid svag växelverkan framhöll Lee och Yang [9] också att denna möjlighet borde testas experimentellt och de föreslog t o m olika tänkbara experiment för detta syfte. Ett av dessa innebar studier av den radioaktiva ^{60}Co -kärnans sönderfall med betaemission till ^{60}Ni . Detta förslag var baserat på diskussioner mellan Lee och Wu. För att här detektera ett möjligt paritetsbrott måste man mäta vinkelfördelningen hos elektroner som kommer från betasönderfallet hos polariserade kärnor, dvs kärnor för vilka spinnen är upplinjerade längs samma axel. Det är kärnornas magnetiska moment μ som utnyttjas för att upplinjera kärnorna, och för detta krävs oerhört starka magnetiska fält, eftersom μ är en mycket liten storhet.

Vid National Bureau of Standards (NBS) i Washington, D.C. (numera kallad National Institute of Standards and Technology, NIST), fanns på 1950-talet ett ledande centrum för lågtemperaturfysik. Här arbetade Ernest Ambler (född 1923), en engelsk fysiker från Oxford som var expert på att upplinjera radioaktiva kärnor vid extremt låga temperaturer. Den 4 juni 1956 ringde Wu till Ambler som entusiastiskt accepterade hennes förslag att utföra experimentet vid NBS med utnyttjande av där befintlig kompetens och utrustning. Här inledde Wu, Ambler och tre amerikanska experter på lågtemperaturfysik, R.W. Hayward, R.P. Hudson och D.D. Hoppes, genast sina studier av radioaktiva ^{60}Co kärnor. För att kunna bestämma de emitterade elektronernas riktning måste kärnorna kylas till extremt låga

temperaturer och dessutom polariseras, dvs ordnas så att alla kärnspinnen pekade i samma riktning. Man lyckades först, med hjälp av flytande helium, kyla preparatet till 1,2 K, och därefter, med adiabatisk kylning nå 0,01 K. Så låg temperatur erfordras för att minimera kärnornas termiska rörelse och hålla de upplinjerade kärnorna på plats. Kärnorna var i en Ce-Mg-nitrat kristall som via adiabatisk demagnetisering kunde kylas till den extremt låga temperaturen. Mätningarna var oerhört krävande (det var mycket svårare att detektera elektroner än gammakvanta) och först i december, sex månader efter den första telefonkontakten hade övertygande resultat erhållits. Experimentet visade att det förelåg en asymmetri hos betapartiklarna, dessas emission skedde i en riktning som var motsatt kärnspinnens riktning. Man kunde således se skillnaden mellan höger och vänster, och den enda förklaringen var att pariteten ej blev bevarad! Gammastrålning som härrörde från exciterade tillstånd i ^{60}Ni detekterades också, men denna strålning var spegelsymmetrisk! Detta unika experiment var fö det första i världen i vilket lågtemperaturfysik kombinerades med betasönderfall!. Artikeln, "Experimental Test of Parity Conservation in Beta Decay" av Wu *et al.* [10] nådde tidskriften *Physical Review* den 15. januari 1957. Detta viktiga arbete har ändrat den grundläggande synen på symmetri i fysik och därmed på universum. Plötsligt blev paritetsbrott populärvetenskap och Wu, tillsammans med Yang och Lee, utsattes för ett stort medieuppbåd. *New York Post* hävdade bl a: "Denna lilla, anspråkslösa kvinna har lyckats där arméer står hjälplösa – hon har lyckats fälla en naturlag".

Samma dag, den 15 januari 1957, anlände också ett annat manuscript till *Physical Review*: "Observations of the Failure of Conservation of Parity and Charge Conjugation in Meson Decays: the Magnetic Moment of the Free Muon" [11], där en av förtattarna var Leon Lederman (Nobelpristagare i fysik, 1988). De hade undersökt kedjeproces-



vilket hade rekommenderats av Lee och Yang [9]. Om pariteten inte bevaras vid π^+ sönderfallet skulle myonen μ^+ vara longitudinellt polariserad och vinkelfördelningen hos positronerna e^+ uppvisa asymmetri. Även detta – jämfört med Wus och Amblers arbete – jämförelsevis enkla experiment, visade att paritetsbrott förelåg. Gösta Ekspong [12] påpekar att "Initiativtagaren Leon Lederman såg till att resultatet inte publicerades förrän Mme Wu och medarbetare hade sitt pionjärexperiment på β^- -sönderfallet av ^{60}Co kärnan klart för samtidig publicering. Detta mera mödosamma experiment hade krävt flera månaders arbete och när positiva resultat visade sig, fick kollegan Lederman veta detta, eftersom både han och Mme Wu vid denna tid vistades vid Columbia universitetet." Ett tredje arbete, som anlände till *Physical Review* två dagar senare, den 17 januari 1957, var utfört i Chicago av Friedman och Telegdi [13] som också hade studerat sönderfallskedjan $\pi^+ \rightarrow \mu^+ \rightarrow e^+$ genom att bestråla emulsioner med pioner, och därvid bekräftat paritetsbrottet.

Innan Wus och Ledermans resultat hade blivit kända hävdade Wolfgang Pauli att han var beredd att slå vad och satsa ett stort belopp på att paritetsbrott inte kunde existera. Richard Feynman var nästan lika säker men han försökte hitta en teoretisk beskrivning som tillät brytning av spegelsymmetrin vid svag växelverkan men med bevarad paritet. Upptäckten av paritetsbrottet resulterade också i en explosion av vetenskapliga artiklar. Mellan 1950 och 1972 publicerades nämligen ca 1000 experimentella och 3500 teoretiska arbeten vilka behandlade svag växelverkan [14].

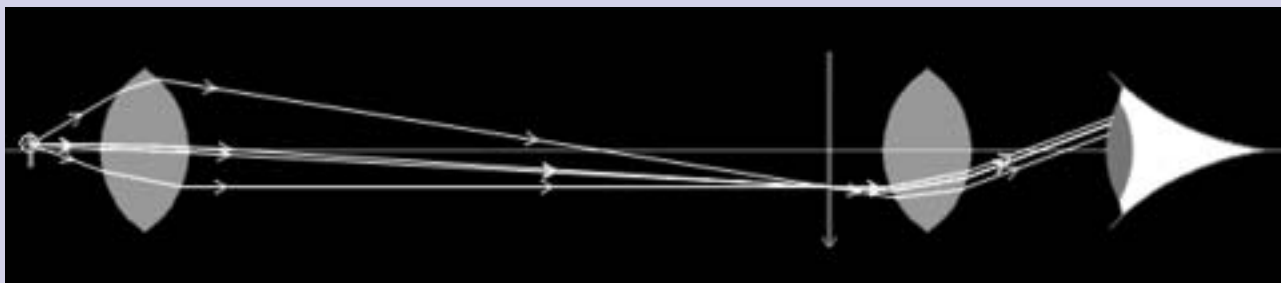
Wus övriga arbeten

Wu fortsatte att arbeta med fundamentala frågor och fundamental växelverkan. Ett mycket intressant problem var att myonens μ^- sönderfall till en elektron och ett neutrino par påminde om neutronens sönderfall (via svag växelverkan till en proton, electron och anti-neutrino). Feynman och Gell-Mann införde en teori CVC (conserved vector current, bevarad vektorström) som kopplade betasönderfallet inte bara till

Experimentera med Gammadata

Använd Crocodile Physics för att simulera olika fysikaliska förlopp.

Plocka komponenter och tillbehör ur ”verktygslådan” och drag in dem på arbetsytan.



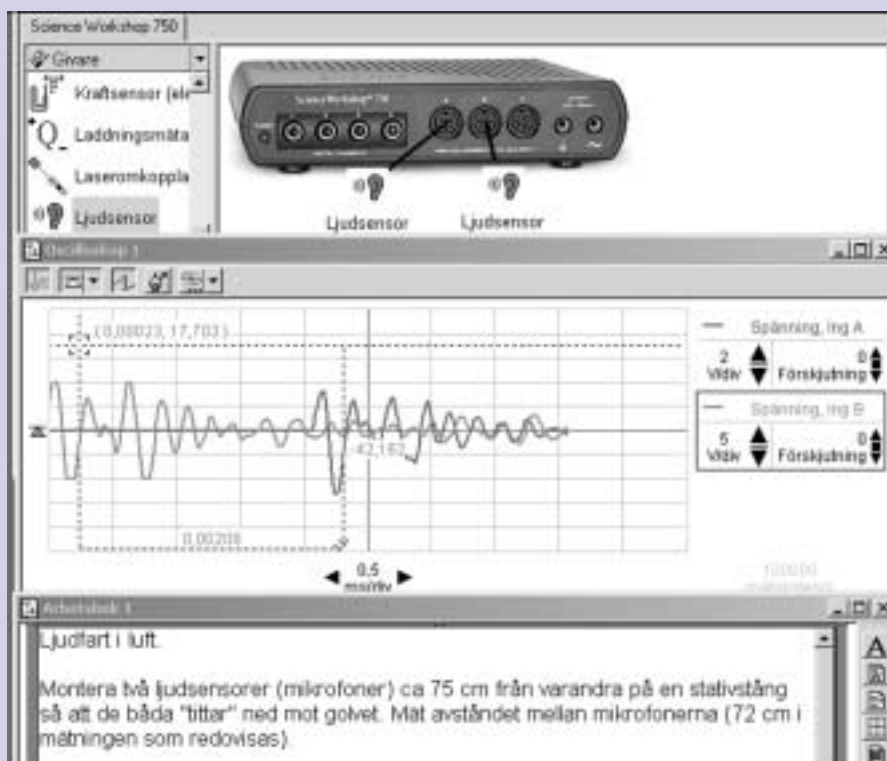
Strålgången ovan visar objektivlinsens reella mellanbild av föremålet och okularet använt som lupp. Ändra brännvidder och avstånd och du ser resultatet direkt.

[Kontakta oss för mer information.](#)

Bestäm ljudets fart i luft med PASCOs datorbaserade mätutrustning (mätinterface + två mikrofoner).

Alstra en ljudpuls framför den ena mikrofonen. Mät med interfacets oscilloskop tiden som ljudpulsen tar för att gå sträckan mellan mikrofonerna. Med kännedom om avståndet mellan mikrofonerna (72 cm) bestämmer du lätt ljudets fart. Upprepa försöket med andra avstånd mellan mikrofonerna.

Arbetsboken kan förutom att användas till labinstruktioner även användas för grafer och labredogörelser.



nukleonen utan även till virtuella pioner. Det var givetvis viktigt att testa denna teori. och flera experiment inleddes i all hast. Wu och medarbetare [15] undersökte betaspektra av sönderfallen från de radioaktiva kärnorna ^{12}B och ^{12}N till ^{12}C som är stabil. Deras resultat som – inte oväntat – kom före data från andra grupper, bekräftade teorin, d v s symmetrin mellan svaga och elektromagnetiska strömmar. Detta arbete betraktas som en hörnsten för fortsatta undersökningar av den elektrosvaga kraften. Mme Wu undersökte också en rad andra problem när det gällde betasönderfall, leptonbevarande, dubbelt betasönderfall och tidsinvarianta processer. Tillsammans med sin make Luke Yuan, skrev hon en uppskattad bok om betasönderfallet [16] och självständigt flera betydelsefulla översiktsartiklar. På 1960-talet intresserade hon sig för s k exotiska atomer, där elektroner har ersatts av negativa myoner, pioner eller t o m antiprotoner [17]. På detta sätt får man information om kärnors laddningsfördelning, hyperfinstruktur mm.

Under sin sista aktiva period som forskare riktade Wu blicken mot biomolekyler. Hon menade att "even the most sophisticated and seemingly remote basic nuclear physics research has implications beneficial to human welfare". Hennes noggranna metoder kunde med hjälp av Mössbauerspektroskopi tillämpas på hemoglobin. Hon kunde jämföra Mössbauerspektra för normalt hemoglobin (HbA) med hemoglobin från patienter med den ärftliga blodsjukdomen sickle-cell-anemi, dvs HbS. Här har en av aminosyremolekylerna bytts ut mot en annan. Hon visade att trots att HbA och HbS skiljer sig strukturellt, binds syret till hemoglobin på samma sätt.

Om Nobelpriset

Redan i slutet av 1957 fick Lee och Yang åka till Stockholm för att ur Gustaf VI Adolfs hand motta Nobelpriset i fysik "för deras djupgående undersökning av de s.k paritetslagarna, vilken har lett till viktiga upptäckter rörande elementarpartiklarna". I Stockholms konserthus presenterades deras resultat av Oskar Klein. Kravet i Alfred Nobels testamente, nämligen att priset skall utdelas "åt dem som under

det förlupna året hafva gjort menskligheten den största nytta" uppfylldes denna gång. I sina Nobelföreläsningar hyllade Lee och Yang lyriskt Mme Wus avgörande insatser [18]. Yang konstaterade beträffande Wu, Ambler m fl att "To their courage and their skill physicists owe the exciting and clarifying developments concerning parity conservation in the past year".

Det måste dock ha varit en besvikelser för Wu att hon inte fick dela priset med sina yngre landsman. Det finns många fysiker som finner att Wu hade förtjänat Nobelpriset, men vi vet tyvärr inte hur KVA resonerade för drygt 46 år sedan. I det berömda experimentet vid NBS hade Wu högt kvalificerade medarbetare med Ambler i spetsen, och till detta kommer att nästan samtidigt med arbetet vid NBS [10] publicerades två andra artiklar [11,13] som också experimentellt bekräftade teorin [9]. Det bör nämnas att Lederers Nobelpreis, som han delade med Melvin Schwartz och Jack Steinberger, inte gällde paritetsbrott utan "metoden med neutrinostrålar och påvisandet av leptonernas dubblettstruktur genom upptäckten av myonneutronen". I boken "The Nobel Prize" konstaterar Burton Feldman [19] att Wu visserligen utförde det "officiella" experimentet, men missade Nobelpriset eftersom "too many cooks can spoil the broth".

Den 10 april 1978 mottog emellertid Wu som första fysiker Wolf-priset, som delades ut vid en ceremoni i Israels Knesset. "The Prize is awarded in recognition of the achievements of those scientists who have made great contributions on behalf of humanity". Wu erhöll priset för sina undersökningar av betasönderfall, svag växelverkan, instrumentering och biologi. Hon erhöll en mängd andra priser och utmärkelser, bl a Achievement Award, American Association of University Women (1960), Comstock Award (1964), Chi-Tsin Achievement Award (1965), Scientist of the Year Award (1974) och National Medal of Science (1975). Tillsammans med Ambler, Hoppes och Hudson erhöll hon 1962 Benjamin-Franklin medaljen för "Experimental proof of nonconservation of parity". Hon invaldes 1958 i den

amerikanska National Academy of Sciences och blev hedersdoktor vid drygt 10 amerikanska universitet, inklusive Harvard, Princeton (universitetets första kvinnliga hedersdoktor!) och Yale. Hon var rådgivare till National Institute of Health (1975–1982) och var den första kvinnan som blev ordförande för American Physical Society (1975). Hennes rapport "The State of US Physics – 1976" indikerar en imponerande kunskap om den moderna fysikens många delområden [20].

Wu som person

Wus familj var viktig för hennes utveckling och för att hon lyckades komma till USA på 1930-talet. Hon träffade tyvärr aldrig familjen efter 1936 då hon lämnade Shanghai. Kriget mot Japan, Andra världskriget och den kommunistiska revolutionen gjorde det omöjligt för henne att återvända. Först 1973, när de diplomatiska relationerna mellan Nixons USA och Maos Kina hade förbättrats, kunde hon återvända men då hade hennes föräldrar och syskon avlidit. Trots att hon tillbringade en stor del av sitt liv i USA, och blev amerikansk medborgare år 1954, förblev hon kinesiska. Hon var känd för sina exotiska klänningar i sidan, och hon levde efter en stor förebild, som var hennes far. Hon var känd som en varm människa som arbetade med en djup intuition vilket ledde henne till betasönderfallet som det viktigaste ämnet. Hon hade dock en påtaglig entusiasm för hela fysiken och imponerade på många under sin tid som APS president. Hon fascinerades av naturen och av vetenskapen.

Wus noggrannhet och målmedvetenhet har vi redan nämnt. Hon lär också ha varit en mycket trevlig människa som uppskattades av sina kollegor, trots hennes stränga arbetssätt. Hennes arbetsdagar var långa, och hon förväntade sig samma insatser av sina kollegor. Hennes närmaste kolleger och doktorander insåg dock, att hennes stränghet kunde tolkas som ett uttryck för hennes respekt mot dem. Hon kände ett stort ansvar för sina vänner och studenter och ville att de skulle utvecklas så mycket som möjligt. Hon kände sig hemma i laboratoriet, och kollegerna spelade

samma roll som en familj skulle spela. En kollega Joseph Sucher reflekterade över Madame Wu som han träffade vid Columbia. Wu var den enda kvinnliga fysikprofessorn vid Columbia, men hon respekterades av alla studenter på grund av sin integritet och ställning. Att kalla henne för Madame Wu återspeglade denna respekt. Hon var en tävlingsmänniska och kvinna och lär ha sagt: *"There is only one thing worse than coming home from the lab to a sink full of dirty dishes, and that is not going to the lab at all"*.

Wu avled efter ett slaganfall den 16 februari 1997 i New York. Hon efterlämnade maken Luke Yuan och sonen Vincent. I hennes dödsruna konstaterar R.L. Garwin och T.-D. Lee bl a *"Wu and the NBS group were the first to establish non-conservation of parity and the violation of particle-antiparticle conjugation symmetry in physics, forever altering our view of the universe"* och *"Wu was also a person of great humanity whose vivacity and concern endeared her to many students and colleges"* [21]. I augusti 1997

hölls en internationell konferens till Wus minne i Nanjing [22]. ■

Vi tackar professorerna Gösta Ekspong, Tor Ragnar Gerholm och Kai Siegbahn för värdefulla diskussioner och goda råd samt Dr. Wolfgang Wiese, NIST, för intressant material om Wus experiment vid NBS.

Referenser

- 1 S. Bertsch, Nobel Prize Women in Science (Joseph Henry Press, Washington, D.C. 1998).
- 2 E. Fermi, Z. Physik **88**, 161 (1934).
- 3 C.S. Wu, Revs. Mod. Phys. **22**, 386 (1950).
- 4 O. Laporte, Z. Physik, **23**, 10 (1924).
- 5 E. Wigner, Z. Physik **43**, 624 (1927).
- 6 R. H. Dalitz, Phil. Mag. **44**, 1968 (1953).
- 7 T.R. Gerholm, Fysiken och människan (Aldus/Bonniers, Stockholm, 1966).
- 8 K. Siegbahn, Beta- and gamma-ray spectroscopy (North-Holland, Amsterdam, 1955).
- 9 T.D. Lee, Y.N. Yang, Phys. Rev. **104**, 254 (1956).
- 10 C.S. Wu, E. Ambler, R.W. Hayward, D.D. Hoppes, R.P. Hudson, Phys. Rev. **105**, 1413 (1957).
- 11 R. L. Garwin, L.M. Lederman, M. Weinrich, Phys. Rev. **105**, 1415 (1957).
- 12 G. Ekspong, Kosmos 1989, sid.7.
- 13 J.L. Friedman, V.L. Telegdi, Phys. Rev. **105**, 1681 (1957); **106**, 1290 (1957).
- 14 A. Pais, Revs. Mod. Phys. **71**, S16 (1999).
- 15 C.S. Wu, Y.K. Lee, L.W. Mo, Phys. Rev. Letters **10**, 253 (1963).
- 16 C.S. Wu, :L.Yuan, Nuclear Physics (Academic Press, New York, 1961).
- 17 C.S. Wu, L. Wilets, Ann. Rev. Nucl. Sci. **19**, 527 (1969).
- 18 T. D. Lee, C.N. Yang, Les Prix Nobel (P.A. Norstedt & Söner, Stockholm 1958), 95-105, 106-118.
- 19 B. Feldman, The Nobel Prize(Arcade Publishing, New York, 2000).
- 20 C.S. Wu, Physics Today, april 1976, 23.
- 21 R.I. Garwin, T-D. Lee, Physics Today, oktober 1997, 120.
- 22 International Conference on Physics Since Parity Symmetry Breaking. In Memory of Professor C.S. Wu,. (World Scientific, Singapore, 1997). I boken finns intressant material om Wu och hennes forskning.

Stacey Sörensen är professor i synkrotronljusfysik vid Lunds universitet

Indrek Martinson är professor emeritus i fysik, ssk atomfysik, vid Lunds universitet.

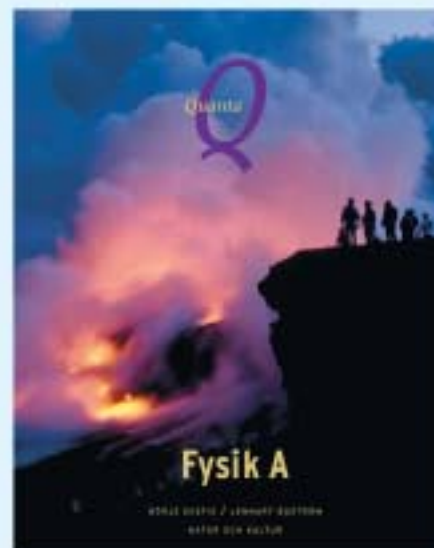


SPRAKANDE och LIVFULL

Nu finns den nya upplagan av *Quanta Fysik A*! Boken är kraftigt omarbetad och förbättrad efter synpunkter från användarna. Texten är nyskriven, layouten är ny och helt i fyrfärg.

I *Quanta* följs text och bild nära åt och språket är livfullt. Du kan lätt växla mellan lärarledda genomgångar och självstudier och det går bra att samordna med gymnasie matematiken. Du finner intressanta historiska inslag, många lösta exempel och rikligt med övningar. Speciella ledtrådar ger tankearbetet en kick framåt och i miniprojekten görs experiment där fysiken hämtas från vardagslivet.

För mer information, besök www.quanta.nu där du också kan ladda ner smakprov från några kapitel.



Quanta från **NATUR och KULTUR**
Fysik för gymnasieskolan

Den svaga Kraftens Magnetism

och den

Elektrosvaga Föreningen

Av Axel Lindroth

Av de fyra krafterna har alla sina särdrag som gör dem intressanta ur olika perspektiv. Man kan exempelvis nämna gravitationens svaghet och att den påverkar alla partiklar, elektromagnetismens alltså närvarande inflytande på världen vi ser i vår absoluta närhet, den starka kraftens (inte förvånande) styrka, samt att den svaga kraften är den enda som inte ger upphov till bundna tillstånd. Här skall jag däremot beskriva en likhet, nämligen mellan den svaga växelverkan och elektromagnetismen.

Fermi beskrev ursprungligen betasönderfallet som en process som i en punkt kopplar ihop de fyra inblandade partiklarna; n, p, β , ν . Detta visade sig vara en bra approximation eftersom växelverkanspartiklarna W^+ & W^- är mycket tunga, och därmed tilläts existera virtuellt endast korta ögonblick. Denna beskrivning är fullt adekvat för just betasönderfall, till skillnad från andra svaga processer. I Fig. 1 visas två diagram som beskriver hur det "riktiga" sönderfallet ser ut, och hur det approximeras med Fermis teori.

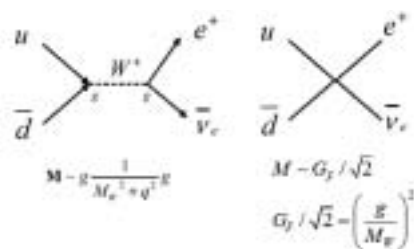


Fig. 1 Detta diagram visar hur den svaga växelverkan utövas genom utbyte av W-bosoner. Den så kallade propagatorn beskriver hur W-bosonerna, vilka har en massa på 80 GeV/c², representerar en kraft. Från propagatorns matematiska form är det uppenbart att för betasönderfall, då den frigjorda energin är några MeV, kommer den q-beroende delen av propagatorn vara försumbar.

Att fysikaliska teorier måste vara invarianta under Lorentz-transformationer är ett krav från den speciella relativitetsteorin. Praktiskt innebär det att termer i en teori måste tillhöra en av de fem typer av Lorentz-invarianter som finns: skalär (S), pseudo-skalär (P), vektor (V), axiell vektor (A), och tensor (T). Banbrytande kärnfysikaliska experiment visade redan 1959 att den svaga kraften beskrivs av en ekvation som endast innehåller kombinationen V-A. (Se artikel i Fysikaktuellt (Ref. 2) för en beskrivning av en helt ny metod med vilken man väntas kunna

En likhet som när den upptäcktes, inom kärnfysiken (betasönderfall), bidrog till föreningen av de svaga och elektromagnetiska krafterna. Det handlar om en term i ekvationen som beskriver övergångssannolikheten för β -sönderfall, och att denna term (som kallas *svaga magnetism*-termen) är nästan identisk med termen som beskriver det motsvarande magnetiska bidraget till elektromagnetiska övergångssannolikheter. Denna term är temat för artikeln i du nu läser.

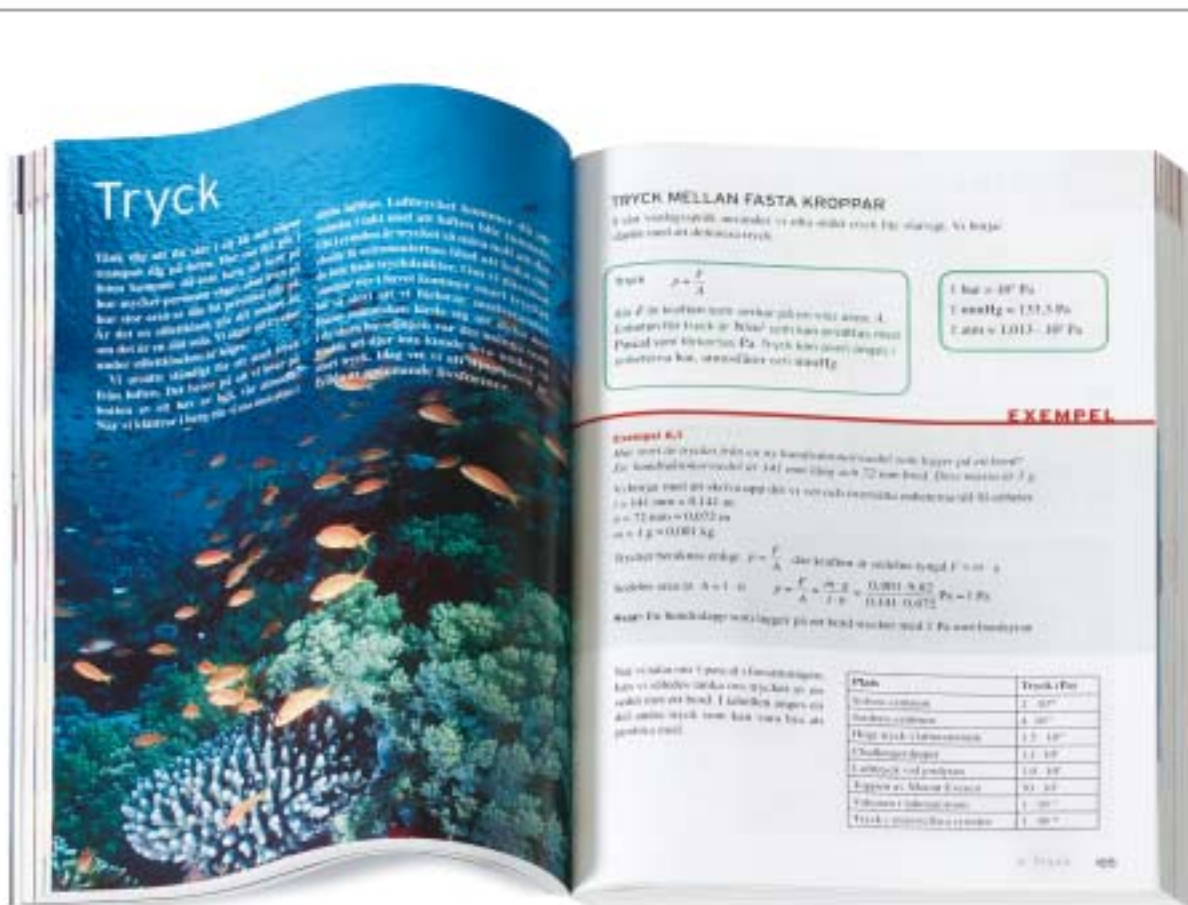
leta med hög precision efter möjliga bidrag från termer av typen S och T.) En axiell vektor är en vektor som får "fel" tecken, dvs motsatt till en vektor V, då systemet speglas. Ett exempel är kryssprodukten av två vektorer. V byter tecken vid spegling, medan A inte ändrar tecken, och alltså V-A \rightarrow -V-A. Därmed kommer den totala växelverkan vara olika i de två spegelvärldarna! Uttrycket V-A visar att speglingsymmetrin bryts maximalt i den svaga växelverkan, vilket är relevant för andra texter i denna utgåva av Fysikaktuellt. (Om uttrycket hade varit exempelvis V-0.99*A hade brottet inte varit maximalt.) I denna artikel är det viktiga däremot att komma ihåg att det finns två termer som bidrar till den svaga kraften. Den *svaga magnetismen* dyker upp som ett delbidrag till V-termen.

Varför är myoners och nukleoners betasönderfall lika starka?

Den klädda nukleonen är lika oskyddad som den nakna!

Precis som elektromagnetiska kraften utövas av fotonutbyte så utövas den starka kraften mellan nukleoner av pionutbyte (en slags residualkraft från den mer grundläggande nivån med gluonutbyte). Det betyder att en nukleon existerar inte endast som *naken* nukleon, utan eftersom den är omgiven av ett virtuellt pionfält kommer exempelvis en neutron en väsentlig del av sin tid att existera som en proton omgiven av ett negativt pionfält (en proton är ibland neutron plus positiv pion), och nukleonen är *klädd* i piondräkt. Men den totala laddningen måste bevaras, och därför kan exempelvis neutronen kläs på följande vis; $n \leftrightarrow n + \pi^0 \leftrightarrow p + \pi^- \leftrightarrow n + \pi^+ + \pi^- \dots$. I Fig. 2 visas exempel på sådana kopplingar, fast på kvarknivån.





Lärarna kopplade direkt



A-boken lanserades under rubriken "Upplev känslan att klassen kopplar". Och något hände verkligen. **NEXUS** har fått ett strålande mottagande. Och nu kommer 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 Lärarpärmen. 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 boken så förstår du varför.

Fysik för gymnasieskolan och komvux

Författarna: Daniel Gotthidsson, Ulf Jonasson, Tommy Lindfors och Ingvar Pettersen
 Läromedelsutvecklare: Per-Olof Bergmark tel: 040-20 99 07
 e-post: per-olof.bergmark@gleerups.se

Information och beställning: 020-999 333
 info@gleerups.se • www.gleerups.se



Lärare emellan

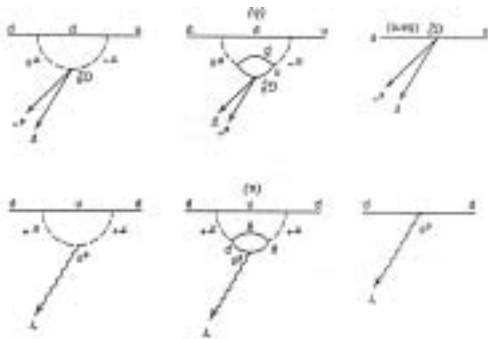


Fig. 2 Olika korrektioner till Fermi-teorin. Dessa korrektioner uppkommer genom nukleonernas koppling till pionfältet. Översta raden visar motsvarande korrektioner för den elektromagnetiska kraften. Första kolumnen visar hur nakna partiklar kopplar, och den andra kolumnen visar klädda partiklar.

Detta är i full likhet med elektroner för vilkas processer små så kallade radiativa korrektioner ingår i teorin. Dessa bör leda till modifiering av växelverkans styrka, genom att värdet på kopplingskonstanten renormaliseras. I tidiga försök att beräkna detta uppskattade man den tid som en nukleon tillbringade som den andra sortens nukleon plus omgivande pion, och antog att motsvarande del av betasönderfallsstyrkan skulle dras bort. (Notera att när tex en neutron betasönderfaller; $n \rightarrow p + e + \nu$, så kan den naturligtvis inte göra det från ett *klätt* tillstånd då den är $p + \pi$, i alla fall inte från protodelen eftersom laddningen endast ändras med en enhet i betasönderfall.) Här bör också nämnas att det ju egentligen är en av de tre kvarkarna i nukleonen som sönderfaller. Kvarkar i nukleoner är inte fria partiklar, och därför bör kopplingskonstanten renormaliseras även ur detta perspektiv.

Inte bara nukleoner betasönderfaller, utan även till exempel myoner. Myoner är emellertid leptoner och kopplar inte med den starka växelverkan till pionfältet, därmed bör kopplingskonstanten för myoner vara opåverkad av detta fält. Problemet var det att nukleoner och myoner visade sig ha precis samma kopplingskonstant i betasönderfall! (Bortsett från den lilla Cabibbo-effekten på cirka 2%) Frågan ställde sig själv: varför behövs ingen renormalisering av den *nakna* växelverkan för att beskriva den *effektiva* växelverkan för nukleoner? Feynman och Gell-Mann tolkade detta som att pionerna *tog med sig* betasönderfallsstyrkan då de emitteras virtuellt från nukleonerna.

Nukleoner och leptoner är lika oskyddade från elektromagnetismen också!

Samma situation råder för dessa partiklar och deras elektromagnetiska växelverkan: protonen och myonen (eller elektronen naturligtvis) har exakt samma koppling till det elektromagnetiska fältet (motsvarar det svaga fältet ovan), men helt olika kopplingar till pionfältet. Den förra kopplingsstyrkan beskrivs av den elektriska laddningen e , vilken är identisk för de två partiklarna. Man kan misstänka att om man skapar en teori för svaga växelverkan på samma formella bas som för elektromagnetismen så kommer myonens och nukleonens svaga koppling per automatik bli identiska. Likheten med situationen för elektromagnetismen är egentligen slående. Elektronen är en punktpartikel utan laddningsfördelning, medan protonen är ett komplicerat objekt med kvarkar, gluoner, mesonfält. Ändå är den elektriska laddning som man mäter vid låga energier exakt samma för de två. Hur blir det så för elektromagnetiska kraften? Man kan först

notera att $p \leftrightarrow n + \pi^+$ bevarar totala laddningen, alltså när protonen existerar i det dissocierade tillståndet som neutron plus pion. För det andra, i detta dissocierade tillstånd är pionens växelverkan med det elektromagnetiska fältet samma som protonens. Matematiskt beskrivs detta genom att vektorpotentialen A_μ kopplar till den *bevarade laddningsströmmen* , vilken består av summan av proton- och pionströmmarna. När nukleonens laddning ändras i en övergång till det dissocierade tillståndet bevaras den totala laddningen, och därmed förblir växelverkans styrka opåverkad. Vi behöver alltså en "svag laddning", och den måste också bevaras i det dissocierade tillståndet.

Hypotesen om den bevarade vektorströmmen

Grundbulten i elektrodynamiken är alltså laddningens bevarande, vilken kan beskrivas av en kontinuitetsekvation. Den svaga strömmen bör då också uppfylla en sådan ekvation. Men denna ström består av två delar, en vektorterm (V) och en axiell vektorterm (A) (pga att den svaga växelverkan bryter mot paritetsbevarandet behövs båda dessa termer för att beskriva betasönderfall). Man postulerar att V skall uppfylla en kontinuitetsekvation, men inte A . (Utan att gå in på detaljer kan vi nämna att om man skulle låta även A uppfylla en kontinuitetsekvation så skulle sönderfallet $\pi \rightarrow \mu + \nu$ vara förbjudet, men detta sönderfall har observerats experimentellt.) Denna ekvation relaterar strömmen och laddningen till varandra, och den senare är en rörelsekonstant. Men vektorströmmen är redan given av Fermis teori, så man kan postulera vad man vill, men V kommer inte uppfylla någon kontinuitetsekvation ändå utan att man gör någon förändring av strömmen. Postulatet kan ses som ett sätt att se hur förändringen av strömmen skall göras för att man skall få det önskade resultatet: att växelverkans styrka inte renormaliseras av att nukleonen är klädd och att den sönderfallande kvarken bara är en inbakad del av nukleonen. Man kommer fram till att den korrekta förändringen av nukleonströmmen är att lägga till en term som beror av pionfältet, och man kan visa exakt vilket beroende termen skall ha av pionfältet.

Konsekvensen av den införda kontinuitetsekvationen blir att förhållandet mellan myonens och nukleonens svaga kopplingar är samma som om man ignorerade pionfältets inverkan på den senare. Detta kan beskrivas av formeln $g_{C_V} = G_\mu \cos\theta_c$. Här är g_{C_V} den observerade kopplingskonstanten för nukleon-sönderfall, medan G_μ är motsvarande för myonen, och $\cos\theta_c$ är den cirka två procents modifiering av nukleonernas koppling som krävs pga att kvarkarna inte är egentillstånd till svaga växelverkan. Detta är CVC-hypotesen ("Conserved Vector Current") i dess *svaga* form. Den säger att kopplingen är lika stark oavsett om den sönderfallande partikeln kan koppla till pionfältet eller ej. Men det finns alltså en *stark* form också. Den erhålles genom att jämföra *nukleonens* V -ström med nukleonens elektromagnetiska ström (i stället för myonens/elektronens). Utan att gå in på detaljer formulerar vi resultatet: "Hadroners vektorström i svaga växelverkan är relaterad till isovektor-komponenten av den elektromagnetiska strömmen via en rotation i isospin-rummet." Detta resultat håller för alla elektromagnetiska strömmar. Matematiskt bildas en isospin-triplet av strömmar; $j_\mu^+, j_\mu^0, j_\mu^-$. Den mittersta är den bevarade elektromagnetiska nukleonströmmen, medan den första och

den sista strömmen hör till V-delen av β^- - respektive β^+ -sönderfall. Som ett explicit exempel på en av dessa strömmar gäller för fallet β^- :

$$j_{\mu}^+ = \frac{1}{\sqrt{2}} \psi_N \gamma_{\mu} \tau_+ \psi_N + \left(\pi \times \frac{\delta \pi}{\delta \lambda_{\mu}} \right)$$

Här är π pionfältet, ψ är nukleonfältet, och τ är en isospinoperator.

CVC leder till långtgående konsekvenser för vissa grupper av tillstånd i olika kärnor, nämligen de som ingår i en och samma isospinmultiplett. Anledningen till detta är att de isospinrotationer som ingår i den starka versionen av CVC transformerar dessa tillstånd mellan varandra. Resultatet, som vi kommer se, är att elektromagnetiska övergångssannolikheten mellan olika exciterade tillstånd i en kärna kan användas för att beräkna β -sönderfallssannolikheten i en annan! Trolleri! Två krafter som i princip inte borde ha med varandra att göra har länkats samman.

Den svaga magnetismen

Nästa steg i vår diskussion är att beskriva de tre så kallade formfaktorerna i betasönderfall. Dessa används för att fenomenologiskt beskriva matriselementet av V eftersom man inte kan härleda det exakta uttrycket från flerkropparsteorin. Genom att endast göra grundläggande antaganden av typen Lorentz-invarians, rummets homogenitet och dylikt kan man visa att de två nukleoner (en före och en efter sönderfallet) som ingår i nukleonströmmen endast kan ge upphov till en vektor V på tre sätt, vilket motsvaras av tre termer i formeln för $\langle V \rangle$. Dessa kallas *vektortermen*, *svaga magnetism*-termen, och *inducerade skalär*-termen. De två senare innehåller rörelsemängdsöverföringen (q_{μ}) mellan nukleonerna, vilken är mycket liten i beta-sönderfall pga den lilla mängden energi som frigörs. Inducerade skalärtermen är dessutom frånvarande i Standardmodellen för elektrosvaga föreningen. (Denna term beskriver en så kallad *second class current*. Sådana strömmar är inte renormaliserbara, och om något av de kärnfysikexperiment där man letar efter dem skulle få positivt resultat vore det en kris för Standardmodellen.) Det finns även formfaktorer för den elektromagnetiska nukleonströmmen, och genom att jämföra dem med de svaga formfaktorerna får man ett uttryck för de senare. I gränsen vid noll rörelsemängdsöverföring blir då vektortermens koppling lika med 1, och *svag magnetism*-termens koppling lika med skillnaden i magnetiskt moment mellan protonen och neutronen. Dessa är de två utsagor som CVC gör. På ett förvånande sätt kopplas olika delar av naturen ihop via matematiken!

Ett litet förtydligande: Det är de så kallade *anomala* magnetiska momenten för nukleonerna som är relaterade till *svaga magnetismen*. Dessa uppkommer genom pionfältets koppling till nukleonerna, vilket förändrar nukleonernas magnetiska moment från det värde de skulle ha om det inte fanns ett pionfält som kopplade till nukleonerna. Nu övergår vi till att beskriva de experimentella konsekvenserna av teorin.

Historiska och framtida experiment

Att vektortermens koppling blir lika med 1 då $q \rightarrow 0$ har testats i många experiment. Detta görs bäst i de nio så kallade supertillättna betasönderfallen (^{10}C , ^{14}O , $^{26\text{m}}\text{Al}$, ^{34}Cl , $^{38\text{m}}\text{K}$, ^{42}Sc , ^{46}V , ^{50}Mn , ^{54}Co). (Ytterligare exempel på sådana sönderfall finns,

Den ström V, som ingår i den svaga kraftens form "V-A", innehåller tre termer: $V_{\mu} = g_V \gamma_{\mu} + g_W \sigma_{\mu\nu} q_{\nu} + g_S q_{\mu}$. (Indexet "μ" används här för att numrera komponenterna hos en vektor, medan kombinationen "μν" gäller komponenterna hos en matris.) De tre termerna erhålles på följande vis. Först konstaterar man att det finns ett mycket begränsat antal fysikaliska vektorer för systemet som består av

- 1) den sönderfallande nukleonen,
- 2) den nukleon som just har sönderfallit,
- 3) en neutrino och
- 4) en elektron/positron.

Dessa vektorer är rörelsemängdsvektorerna för de två nukleonerna (leptonerna i punkt 3 och 4 kopplar ju inte till pionfältet). Men dessa två vektorer kan reduceras till en, nämligen rörelsemängdsöverföringen (" q_{μ} " i formeln ovan) mellan de två nukleonerna, genom att man väljer ett lämpligt koordinatsystem. Med denna fysikaliska vektor kan man skriva " V_{μ} " som en summa av de tre termerna; den första termen är en "vektorkonstant" som inte beror av variabeln " q_{μ} ", i den andra transformeras " q_{μ} " till en ny vektor som också beror av " q_{μ} " men på ett annat sätt, och den tredje termen är " q_{μ} " själv. I Standardmodellen är $g_V = 1$, $g_W = \mu_p - \mu_n$, och $g_S = 0$. Här är $\mu_p - \mu_n$ skillnaden i anomal magnetiskt moment mellan protonen och neutronen.

men de är inte lika välstuderade. Detaljerade spektroskopiska mätningar av dessa "nya" supertillättna övergångar är möjliga i nya anläggningar för produktion av exotiska, kortlivade nuklider.) I dessa hamnar den omvandlade nukleonen (tex protonen) i exakt samma kärn-orbital efter att den sönderfallit till andra nukleonsorten (neutron). Tack vare detta behöver man inte hålla i åtanke överlappet mellan de två orbitalerna, vilket är svårt att beräkna med tillräckligt hög precision, utan mäter direkt endast svaga växelverkans styrka. Man har därför under lång tid fokuserat på dessa mätningar, och nått hög precision. Man har sålunda kunnat bekräfta denna första av de två förutsägelseerna av CVC hypotesen. Rent experimentellt måste man mäta två observabler: den maximala energin hos beta-partikeln och halveringstiden för betasönderfallet. Om sönderfallet dessutom kan gå till andra nivåer i dotterkärnan än den supertillättna så måste man veta med vilken relativ sannolikhet de två nivåerna populeras i sönderfallet. Dessutom ingår vissa små teoretiska korrektionstermer. Framsteg sker inom både dessa korrektioner och mätmetoderna och tillåter att man i kärnor söker efter brott mot CVC med högre och högre precision, vilket är möjligt bla tack vare den stora mängden data man kan samla in inom kärnfysiken till skillnad från högenergifysiken. I de "nya" supertillättna sönderfallen är korrektionerna, vilka är av elektromagnetisk natur, större på grund av att kärnorna innehåller fler protoner, vilket gör att studier av dessa kärnor fungerar som testfall för de teoretiska beräkningarna av korrektionerna.

Något som gör *svaga magnetismen* extra intressant är att det är en specifik förutsägelse av CVC hypotesen i vilken inga obestämda konstanter ingår. ALLT är bestämt av de teoretiska bygget! Det magiska är att man ändå experimentellt lyckats påvisa att teorin är korrekt! Mätning av *svaga magnetism*-termen har visat sig vara svårare än för vektortermen, och man har inte nått samma precision i bekräftelserna. Dessutom har god information endast kunnat uppmätas i en enda grupp av isospin-relaterade nivåer, vilket är olyckligt eftersom den detaljerade teorin innehåller komponenter som beror vilket antal neutroner och protoner en studerad kärna har. Nivåerna i

fråga är grundtillstånden hos ^{12}B och ^{12}N , vilka betasönderfall till grundtillståndet hos ^{12}C , samt ett exciterat tillstånd i ^{12}C som gammasönderfaller med en magnetisk dipol-övergång till grundtillståndet. Fig 3.

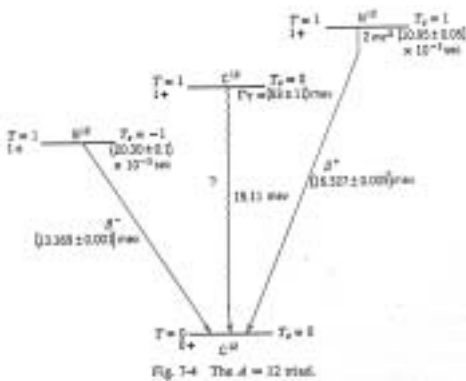


Fig. 3 De tre kärntillstånden ^{12}B , ^{12}C , och ^{12}N ingår i en så kallad isospinmultiplett. Sådana tillstånd har liknande inneboende symmetrier för vågfunktionerna som beskriver nukleonerna i kärnan.

Svaga magnetism-termen orsakar att betapartikelns energispektrum får förändrad form. Denna förändring förutsägs ha motsatt tecken i β^+ och β^- sönderfall. Från den förändring i magnetiskt dipolmoment som sker i och med gamma-sönderfallet kan man beräkna hur mycket formen på de två betaspektra skall ändras för att bekräfta CVCs speciella förutsägelse *svaga magnetismen*. Fig. 4 visar en jämförelse av experimentella data och teorin. Perfekt! Denna mätning, som gjordes på 60-talet, gav en strålande bekräftelse av förutsägelse. Men ännu idag har den experimentella informationen, i form av precision i mätningarna, samt mer vidspännande tester av teorin, inte ökat mycket från den tiden.

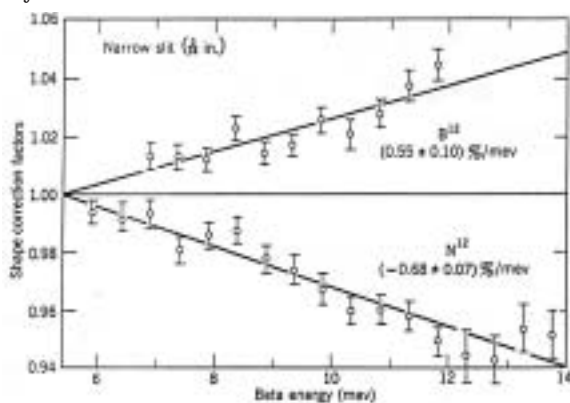


Fig. 4 Korrektionstermen för β^+ och β^- sönderfall. Linjerna visar hur termen förutsägs av teorin för den svaga magnetismen. Denna teori som alltså utifrån information om elektromagnetiska egenskaper hos g-sönderfallet från den exciterade nivån i ^{12}C tillåter att man förutsäger egenskaper hos β^- sönderfallet från ^{12}B och ^{12}N . Eftersom β^- sönderfallet orsakas av den svaga kraften pekade detta experiment med rak arm mot förening av de svaga och elektromagnetiska krafterna.

Pionens betasönderfall är en av CVCs *förutsägelser*. Enligt CVC har ju pionerna begåvats med beta-styrka, och dessutom kan denna styrka beräknas utifrån teorin. En av CVC-teoris triumfer är att livstiden för pionens betasönderfall

($\pi^+ \rightarrow \pi^0 + e^+ + \nu$) kunde förutsägas. Nyligen har ett modernare experiment på Paul Scherrer Institutet i Schweiz avslutats, där man har undersökt pionens betasönderfall och fått intressanta resultat. Detta sönderfall sker med en sannolikhet runt 10^{-8} jämfört med det dominerande $\pi^+ \rightarrow e^+ + \nu$, men har så karaktäristiska sönderfallsprodukter (två fotoner med 70MeV och praktiskt taget samtidigt två med 0.5MeV, vilka emitteras med 180 graders vinkel mellan varandra) att det kan identifieras väl ändå, trots hög bakgrund. I de preliminära resultaten erhåller man styrkan för betasönderfallsgrenen ($\pi\beta$) med hög precision, och resultaten bekräftar CVC. Det är första gången CVC hypotesen bekräftar experimentellt i en meson! (Även om även tidigare mätningar av denna, $\pi\beta$ -grenens, styrka varit kompatibla med CVC.)

Man har också undersökt CVC-hypotesens korrekthet i α - β vinkelkorrelationsexperiment, samt i korrelationer mellan betapartiklar och gamma-fotoner. Den senare typen av experiment är intressant inte minst för svenska kärnfysiker, vilka har en internationellt sett mycket stark tradition inom gammaspektroskopi av exotiska atomkärnor. Just nu pågår ett högintressant utvecklingsprojekt av den så kallade AGATA-detektorn. Med den kommer man nå en helt ny kvalitet på de spektroskopiska resultaten. Denna detektor är under utveckling i ett Europeiskt samarbete där flera svenska universitet ingår, och det första delsegmentet av detektorn beräknas vara klart för testexperiment 2007. Förutom det primära målet att förstå hur starka växelverkan bygger upp kärnor av nukleonerna så kommer man med denna detektor dessutom kunna bedriva högintressanta studier av den svaga växelverkan, via betasönderfall av kärnorna. Inte minst CVC och *svaga magnetismen* kan studeras. Bland annat med hjälp av moderna metoder för produktion av exotiska kärnor kommer man kunna få tillgång till nya kärnsystem med annorlunda villkor än tidigare. Exempelvis kan man genom att undersöka tyngre system förstärka effekterna av elektromagnetiska korrektioner, vilket gör det möjligt att med hög precision jämföra beräkningar av dessa korrektioner med experimentella resultat. Man kommer också kunna undersöka den lättaste kärnan av intresse, nämligen ^{10}C . AGATA kommer här möjliggöra drastiskt förbättrad noggrannhet i mätningar av korrektioner som är viktiga för test av den svaga kraften i kärnors betasönderfall. ■

Referenser och rekommenderad litteratur för den nyfikna

1. *Theoretical nuclear physics Volume I*, A. deShalit & H. Feshbach, Wiley Interscience 1990, SBN 0-471-52366-6.
2. *Jonfällor – testar Standardmodellen*, A. Lindroth, Fysikaktuellt nr 2, 2003.
3. *Beta decay*, C. S.Wu & S. A. Moszkowski, New York, Interscience, 1966.
4. *Fundamentals of Electroweak Theory*, J. Horejsi, The Karolinium Press, 2002, ISBN: 80-246-0639-9.
5. *Gauge Theory of Weak interactions*, W. Greiner & B. Müller, Springer, 1996, ISBN: 3-540-60227-5.
6. *Versuch einer Theorie der beta-Strahlen I*, E. Fermi, 1934, *Zeitschrift für Physik* 88; S. Gershtein and Ia. Zel'dovitch, 1955 *JETP (USSR)* 29, p698; R. Feynman and M. Gell-Mann, 1958, *Phys. Rev.* 109, p193.
7. *Determination of the Beta-Decay interaction from Electron-Neutrino Angular Correlation Measurements*, Allen et al, 1959, *Phys. Rev.* 116, p134.

Akustik

för öron, ögon och händer



En av presentationerna i den svenska montern på Physics on Stage 3 kom från Komvux i Borås där Kerstin Ahlström och kolleger arbetar med okonventionella musikinstrument.

Vi försöker knyta an fysiken till praktiska tillämpningarna och fenomen. Ett av sätten är att eleverna får bygga en panflöjt av elrör, billigt material. Eleverna får uppgiften: Med

hjälp av beräkningar ska ni konstruera en panflöjt som kan spela de fyra första takterna i en känd barnvisa. Ni har plaströr som ni kan säga till. Ni har också tillgång till plastlock, gummi-korkar, tejp och kartong. Uppgiftsbladet innehöll också en frekvenstabell för tonerna i ettstrukna oktaven. Förutom redovisning av beräkningarna skulle den valda melodin spelas upp.

Vi använder också våra avslutningar för att göra reklam för naturvetenskap genom att visa lite kul försök och prata om dem på ett lättfattligt sätt. I jul spelade vi "Nu tändas tusen juleljus" på dammsugarrör. Melodin var transponerad så att den högsta tonens rör var minst 50 cm. Det blir för dåligt ljud om rören är kortare. Ett nät sätts på en 1/4 längd och så värms röret över gasolbrännare. När man lyfter röret från brännaren så får man en ton. Det krävs lika många "Musiker" som det finns toner i melodin, samt en som dirigerar (se bilden) Vi funderar på att utöka vår repertoar till en sommarmelodi också. Det gäller bara att hitta en tillräckligt långsam melodi. ■

Kerstin Ahlström, fysiklärare vid Komvux i Borås.



INSIKT och FASCINATION

Heureka! Arkimedes utrop av insikt och fascination har fått ge namn åt vårt nya fysikläromedel. *Heureka* har rötterna i välrenommerade *Fysik för gymnasieskolan* av Alphonse m fl.

Heureka har en ton som redan från början engagerar eleverna med ett lugnt och berättande språk. Strukturen är noga genomtänkt med klargörande övningsuppgifter, lösta exempel och enkla kontrolluppgifter.

Heureka är till för alla elever och fysiken är huvudsaken. Därför hålls matematiken på enklast tänkbara nivå och uppdelningen mellan fysikens grundläggande och svårare stoff är tydlig.

Heureka kurs A är först ut i ett läromedelspaket med läroböcker, webbstöd och lärarhandledningar för kurs A och B.

För mer information, besök www.heureka.nu. Där kan du också ladda ner smakprov från några kapitler. Vill du få nyheter via e-post om vår utgivning i fysik? Gå in på www.nok.se/laromedel och anmäl dig. Klicka på nyhetsbrev.



Heureka från **NATUR och KULTUR**
Fysik för gymnasieskolan

Fysiktävlingen



Kvalificerings- och lagtävling

5 februari 2004

Svenska Fysikersamfundet

Uppgift 1

Bildsekvensen nedan visar tre olika situationer.



Bild 1



Bild 2



Bild 3

I Bild 1 ser vi en bägare med vatten på en väg. Vågen visar 821 g.

I Bild 2 håller en person en metallstav med en tråd så att cylindern hänger fritt i vattnet. Vågen visar 831 g.

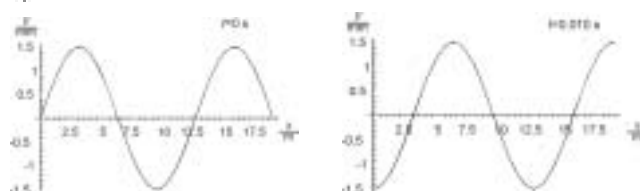
I Bild 3 har metallstaven placerats på bägarens botten. Vågen visar 897 g.

Bestäm med hjälp av bilderna metallstavens densitet och rita en skalenlig figur som visar de krafter som verkar på metallstaven då den hänger i vattnet och en skalenlig figur som visar krafterna på staven då den står på bägarens botten.

Uppgift 2

En vågrörelse beskrivs av vågekvationen. $y = A \sin\left(\frac{2\pi}{\lambda} \cdot x - \frac{2\pi}{T} \cdot t\right)$

Diagrammen till höger visar vågens läge vid två olika tidpunkter $t = 0$ s och $t = 0,010$ s. Ingen vågtopp har passerat origo mellan de båda ögonblicksbilderna av vågen.

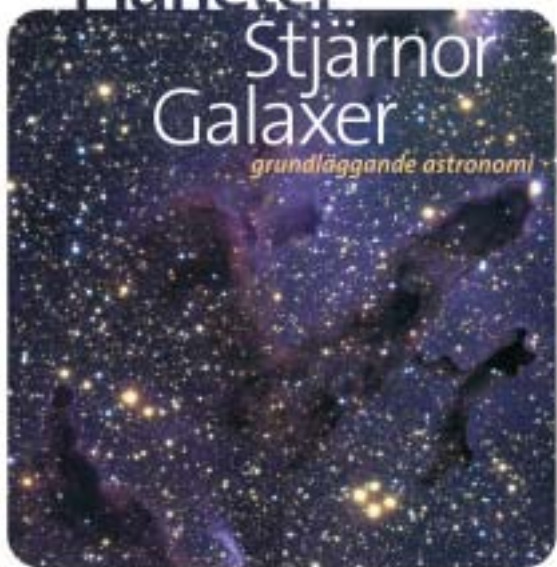


Planeter Stjärnor Galaxer

CLAES-INGVAR LAGERKVIST · KERSTIN LODÉN

Planeter Stjärnor Galaxer

grundläggande astronomi



LIBER

Jordens plats i universum, Vårt sätt att indela tiden, Astronomiska observationer, Vårt planetsystem, Stjärnornas fysik, Vintergatan, Galaxer och kosmologi, Andra planetsystem.

Ny!



varit koncentrerad till norra halvklotet. Något annat som man kan urskilja tydligt på bilder av Mars är den enorma dalgingen Valles Marineris som sträcker sig mer än 5 000 km längs Marsytan. Utseendet av vulkaner och dalgångar på Mars tyder på att några tektoniska rörelser knappast har förekommit. Även Marsytan är översädd av kratrar orsakade av nedslagen av tiotusentals asteroider och meteoriter.

Med Mariner 9 upptäckte man också att vissa områden på Mars såg ut som uttorkade flodbäddar. Hur kan detta komma sig när Mars är så otroligt torr? Det vatten som finns i Marsatmosfären är inte alls tillräckligt för att kunna åstadkomma något sådant. Sonden Viking 1 och 2 gav

(Höjningen av atmosfären vid Mars) 2014. Galaxerna i bakgrunden befinner sig på ett avstånd av cirka 3 kilometer. (Källa: ESA/NASA)

4.26 (Nedan i v) En del av Valles Marineris fotografier från sonden Mars Express. (Sida 106 i boken)

4.28 (Nedan) Två bilder som tyder på att det funnits vatten på Marsytan. (Sida 106)



82 PLANETER STJÄRNOR GALAXER

4.27 Marsmånen Phobos (Svensk). Närbild av Phobos (underst) nässe.



också resultat som tyder på att vattenerosion har förekommit på Mars. Det verkade som om vid sällsynta tillfällen stora mängder vatten plöslig har svept över delar av Marsytan. Möjligen finns vattnet på Mars bundet som permafrost under ytan. Det har sedan kunnat frigöras genom vulkanisk aktivitet. Några tecken på liv kunde ingen av dessa sonder hitta.

Utöver vattenerosion förekommer också vinderosion på Marsytan. Vissa kratrar är mer eller mindre fyllda med vindburet stoft, och sandöknar och regelbundna dynmönster förekommer i del regioner.

Tabell 4.4 Data om Phobos och Deimos

satellit	avstånd	siderisk period	excentricitet	storlek	densitet
Phobos	9 380 km	0,319 dygn	0,01	28x22x19 km	1 900 kg/m ³
Deimos	23 460	1,260	0,00	15x12x11	1 800

Phobos och Deimos Mars har två små, intressanta månar, Phobos och Deimos. De är oregelbundna och översädda av små kratrar (bild 4.27). Både Phobos och Deimos har bunden rotation, dvs. de vänder hela tiden samma sida mot Mars. Hur Marsmånaerna har bildats är fortfarande en öppen fråga. Det troligaste är att månarna från början är asteroider som har fångats in av planeten. Densiteten av månarna stämmer ganska bra med vad motsvarande typ av asteroider har. Även månarnas oregelbundna form talar mera för att de är infångade asteroider. Någon enkel mekanism som kan förklara en sådan infångning känner vi dock inte till för närvarande.

4 · VÅRT PLANETSISTEM 83

Planeter Stjärnor Galaxer vänder sig till alla som är intresserade av att lära sig mer om astronomins grunder och nyare forskningsresultat.

Kunskapen om vår närmaste omgivning i planetsystemet, och om universum som helhet, har ökat de senaste åren. Bakom denna nya kunskap ligger nya observationer som gjorts med hjälp av olika rymdsonder och rymdteleskop.

I och med att större och större teleskop har kunnat byggas har även de markbundna observationerna förbättrats.

Den nya upplagan har nytt bildmaterial, fyrfärg rakt igenom, ny layout och uppdaterade illustrationer. Alla bilder är utförligt kommenterade. En del av bokens fotografier, bl.a. från Mars, är tagna så sent som i början av 2004.

Best. nr. 47-01825-9, 180 sid, f-pris 240,-. Exp. avgift, moms och porto tillkommer.

Vill du veta mer?

Kontakta vår läromedelsinformation
Tel: 08-690 93 38, fax: 08-690 93 36
e-post: kristina.tornbom@liber.se
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
e-post kundtjanst.liberab@liber.se
eller direkt på Internet: www.liber.se

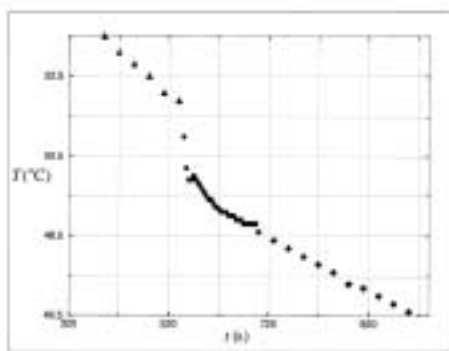
LIBER



- a) Bestäm med hjälp av diagrammen vågrörelsens amplitud, våglängd, frekvens och utbredningshastighet.
 b) Rita ett nytt diagram som visar $y(t)$ för $x = 12,5$ m i intervallet $0 \text{ s} \leq t \leq 0,05$ s.

Uppgift 3

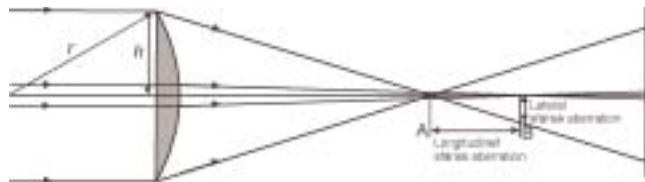
En bägare innehåller 400 g vatten med en temperatur på cirka 60°C . Avsvälningen av vattnet registreras med en temperaturgivare som är kopplad till en mätdator. Efter en stund stoppas en aluminiumstav med massan 145 g ner i bägaren och det fortsatta temperatur-förloppet registreras som tidigare fast med kortare tidsintervall mellan mätningarna. Aluminiumstaven hade temperaturen, $26,5^\circ\text{C}$ då den stoppades ner i vattnet. Bestäm med hjälp av diagrammet nedan ett värde på den specifika värmekapaciteten för aluminium.



Uppgift 4

Vid experimentella studier av avbildningar inom stråloptiken upptäcker man att den teori som byggs upp med hjälp av en linsformel inte fullständig kan beskriva verkligheten. Denna brist kallas något ologiskt för avbildningsfel. Det ologiska består i att kalla verklighetens avvikelse från en enkel teori för "fel". Det finns flera olika typer av avbildningsfel. Den sfäriska aberrationen är det enda man behöver ta hänsyn till för ett med den optiska axeln infallande parallellt strålnippe. Det utgående strålnippets konvergenspunkt blir inte entydigt bestämt utan beror av strålarnas avstånd h till den optiska axeln vid genomgången av linsen. Konvergenspunkten för centrala strålar, B, ligger längre från linsen än konvergenspunkten för randstrålarna, A. Avståndet mellan dessa båda konvergenspunkter kallas för den longitudinella sfäriska aberrationen. Den laterala sfäriska aberrationen definieras av randstråleknippets radie vid de centrala strålarnas konvergenspunkt.

I figuren ovan till höger har den sfäriska ytan i den plankonvexa glaslinsen radien $r = 40$ mm och linsens bländarradie $h = 20$ mm. Linsen har alltså formen av en sfärisk kalott – se figur.



- a) Bestäm den longitudinella sfäriska aberrationen.
 b) Bestäm den laterala sfäriska aberrationen.

För att testa kvaliteten på linser och sfäriska speglar används ibland Foucaults kniveggstest. Vid denna test förs ett rakblad in vinkelrätt mot den optiska axeln till höger om linsen (se figur). Då rakbladet precis när den optiska axeln får man skuggbilder på skärmen enligt bilderna nedan. De två bilderna svarar mot olika placering av rakbladet längs linjen mellan linsen och skärmen.



- c) Utred vilken placering av rakbladet som hör ihop med respektive bild.

Uppgift 5

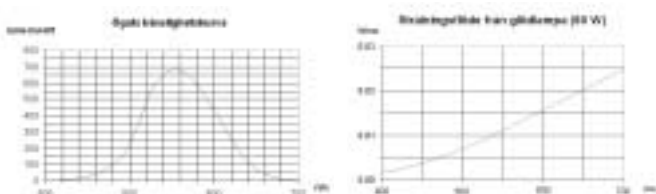
Grundenheten candela får inte så stor uppmärksamhet i gymnasiets fysikkurs. Det är den enda av de sju grundenheterna som är beroende av människans uppfattningsförmåga. Populärt uttryckt kan vi säga att enheten candela används för att beskriva intensiteten av den för människan synliga delen av det elektromagnetiska spektrat. En candela motsvarar ungefär ljusstyrkan av en sterinljusläga.

Då monokromatiskt ljus med en bestämd effekt uttryckt i watt träffar ögat uppfattas det motsvarande ljusflödet olika beroende på ljusets våglängd. Det är ögats känslighet för de olika våglängderna som avgör synintrycket. Människans öga har maximal känslighet vid våglängden 555 nm. Vid denna våglängd motsvaras strålningsflödet 1 W av ljusflödet 683 lumen. Enheten lumen för ljusflödet motsvarar alltså enheten watt för strålningsflödet. Ett av diagrammen nedan visar ögats spektrala känslighet, $V(\lambda)$, uttryckt i lumen/watt som funktion av våglängden λ .

En ljuskällas ljusutbyte definieras av hur många lumen per watt som ljuskällan ger. Det andra diagrammet nedan visar den utstrålade effekten i W/nm inom det synliga området för en lampa med effekten 60 W.

Lampan har en glödtråd av wolfram som har temperaturen $2\,800\text{ K}$ då lampan lyser. Strålningskurvan har maximum i det infraröda våglängdsområdet långt utanför ögats känslighetsområde.

Bestäm med hjälp av de båda diagrammen ett värde på glödlampans ljusutbyte om dess totala effekt är 60 W .



Uppgift 6

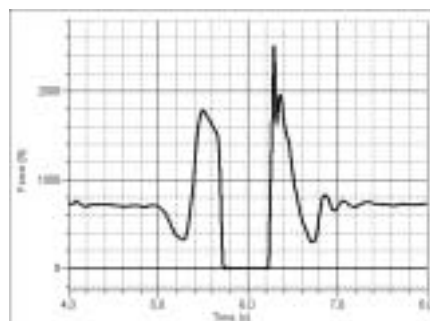
Den 12 januari 1832 utförde den kände engelske fysikern, Michael Faraday, följande försök vid Waterloo Bridge i London:

Vid brons båda ändar nedsänktes likadana kopparplattor i Themsen. De båda kopparplattorna som befann sig 300 m från varandra anslöts till en voltmeter med hjälp av isolerade kablar. Faraday uppmätte en spänning mellan kopparplattorna som "ändrade riktning" då vattenströmmen i Themsen ändrade riktning. (Tidvattnet gör att vattenströmmen i Themsen ändrar riktning.)

Vid ett tillfälle uppmätte Faraday spänningen till $20\text{ }\mu\text{V}$. Det jordmagnetiska fältets vertikala komponent i London är $40\text{ }\mu\text{T}$. Bestäm vattnets strömningshastighet.

Uppgift 7

Diagrammet nedan visar kraften mot underlaget vid ett hopp. Försökspersonen har stått upprätt på en väg (badrumsväg), tagit sats, hoppat upp och landat på vägen igen. Vägen har fungerat som givare till en mät dator.



- Hur mycket höjde försökspersonen sin tyngdpunkt under hoppet - räknat från utgångsläget?
- En person med massan m och längden h hoppar från hukande ställning lodrät uppåt. Tyngdpunktens högsta läge över marken under hoppet är $0,75 h$.

Bestäm medelvärdet av kraften mot golvet under upphoppet. Du får utgå från att personens tyngdpunkt befinner sig på höjden $0,50 h$ då personen står upprätt och att tyngdpunkten befinner sig $0,25 h$ över marknivån då personen hukar sig ner inför upphoppet. Jämför ditt resultat med diagrammet ovan och kommentera jämförelsen.

Uppgift 8

En proton (m, e) och en alfapartikel ($4m, 2e$) närmar sig varandra från ett stort avstånd längs en linje. De har då samma fart. Beskriv vad som händer då partiklarna närmar sig varandra och bestäm det minsta avståndet mellan dem. ■

Resultatet av kvalificeringstävlingen

Finalister

Elevnamn	Skola	Ort	Summa
Fredrik Svensson	Borgarskolan	Malmö	28
Erik Månsson	Katedralskolan	Lund	27
Ulf Lundström	Norra Real	Stockholm	25
Filip Claesson	Finnvedens gymnasium	Värnamo	25
Andreas Stolt	Allvar Gullstrandgymnasiet	Landskrona	24
Mattias Eriksson	Östrabogymnasiet	Uddevalla	24
Erik Edlund	Sundsta-Älvkullgymnasiet	Karlstad	24
Fredrik Hellman	Rudbeckianska gymnasiet	Västerås	24
Anders Olsson	Kongahällgymnasiet	Kungälv	23
Max Stenmark	Bergagymnasiet	Eslöv	23
Elin Svensson	Hvitfeldtska gymnasiet	Göteborg	23
Anders Kjellson	Östrabogymnasie	Uddevalla	23
Johan Bredberg	Borgarskolan	Malmö	22

Lagtävlingen

Skola	Ort	Summa
Östrabogymnasiet	Uddevalla	68
Finnvedens gymnasium	Värnamo	67
Borgarskolan	Malmö	66
Katedralskolan	Lund	64
Rudbeckianska gymnasiet	Västerås	61
Hvitfeldtska gymnasiet	Göteborg	59

Lösningarna till uppgifterna, liksom resultat från finaltävlingen, finns på fysiktävlingens hemsida, se <http://www.fysikersamfundet.se/>

GYMNASIET

Specialerbjudande!

Ny
upplaga

Innehåll

- Fysikens värld • Fysikerns sätt att se
- Rörelse • Newtons lagar • Energi • Termofysik
- Elektricitet • Ljus • Makrokosmos
och mikrokosmos

Ergo Fysik A

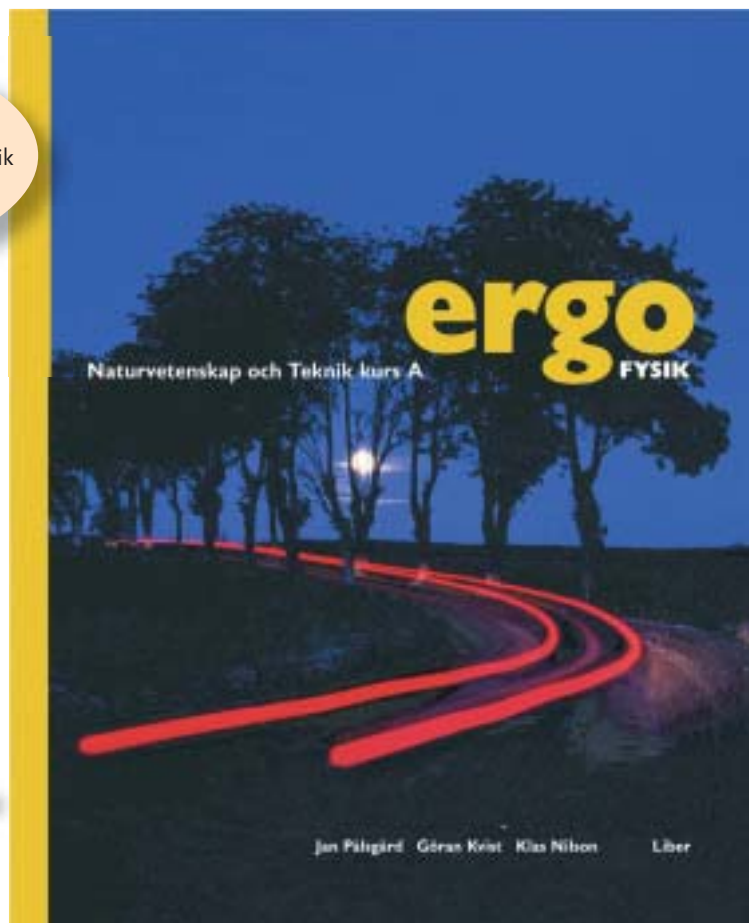
Bokens exempel är klargörande och innehållet överskådligt. Det raka och tydliga språket med noggranna förklaringar underlättar självstudier. Varje kapitel innehåller dessutom sammanfattningar, kontrollfrågor och övningsuppgifter, samt särskilda diskussions- och resonemangsuppgifter.

Nu 249:-

Best.nr. 47-01830-5, 348 sid.

Ordinarie f-pris 275:- (gäller t.o.m. 30 juni 2004)

Moms och porto tillkommer.



LIBER ÄR ETT FÖRLAGSNAMN I LIBER AB

Alla kapitel har omarbetats och fräschats upp efter önskemål från lärare som använder boken. Nyheterna och översynen omfattar bland annat:

- Ny layout och nytt bildmaterial.
- Översyn av alla beteckningar.
- Översyn av svårighetsgraden på uppgifterna.
- Fler diskuterande och resonerande exempel.
- Fler öppna kontextrika uppgifter.

- Nytt avsnitt om mätningar och observationer i början av boken.
- Avsnittet om krafter behandlar nu även komposantuppdelning.
- Fermi Questions – uppskattningar av världen – finns nu i varje kapitel.
- "Hem-laborationer" till varje kapitel.
- Mer moderna tillämpningar.
- Nya spännande fördjupningsavsnitt (Fysikforum).

Vill du veta mer?

Kontakta vår läromedelsinformation
Tel: 08-690 93 38, fax: 08-690 93 36
e-post: kristina.tornbom@liber.se
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
e-post kundtjanst.liberab@liber.se
eller direkt på Internet: www.liber.se

LIBER

