

f Fysikaktuellt

NR 1 • FEB 2019

Ai

Artificiell intelligens – möjligheter och risker

Läs mer sid 12-17

ISSN 0283-9148

Ulf Danielsson:
Universums
mörka bubbla

Sid 9

Hur vet vi att exo-
planeter finns?

Sid 18

När vattnet
tystnar

Sid 28

Fysikaktuellt ges ut av Svenska Fysikersamfundet som 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: Jonathan Weidow, jonathan.weidow@chalmers.se
Sekreterare: Joakim Cederkäll, joakim.cederkall@nuclear.lu.se
Skattmästare: Lage Hedin, lage.hedin@physics.uu.se
Adress: Svenska Fysikersamfundet, Institutionen för fysik och astronomi, Uppsala universitet, Box 516, 751 20 Uppsala
Postgiro: 2683-1
E-post: styrelsen@fysikersamfundet.se
För medlemsfrågor, kontakta Lage Hedin, 076-231 01 37 eller medlemsregistret@fysikersamfundet.se

Sektioner
Inom Fysikersamfundet finns ett antal sektioner som bland annat ordnar möten och konferenser, se www.fysikersamfundet.se för mer information.

Kosmos
Fysikersamfundet ger ut årsskriften Kosmos. Redaktör är Sören Holst, holst@fysik.su.se.

Fysikaktuellt
Fysikaktuellt Vår medlemstidning utkommer med fyra nummer per år, och distribueras även till alla gymnasieskolor med naturvetenskapligt eller tekniskt program.
Redaktion: Margareta Kesselberg, samordning, Måns Henningson, Dan Kiselman, Johan Mauritsson, Anne-Sofie Mårtensson och Elisabeth Rachlew.
Ansvarig utgivare: Jonathan Weidow.
Kontakta redaktionen via: fysikaktuellt@fysikersamfundet.se
För insänt, ej beställt material ansvaras inte.
Utgivningsdatum 2019: 27/2, 29/5, 27/9, 13/12.

Medlemskap
Svenska Fysikersamfundet har ca 800 individuella medlemmar samt stödjande medlemmar (företag och organisationer) och stödjande institutioner. Årsavgiften är 400 kr, dock 250 kr för pensionärer och forskarstuderande, samt 100 kr för grundutbildningsstudenter. Stödjande medlemskap debiteras 4000 kr per år. Bli medlem genom ansökan på: <http://www.fysikersamfundet.se/formular.html> eller med qr-koden.

Medlemsförmåner

- Fysikaktuellt 4 nummer/år
- Europhysics News, 5 nummer/år
- KOSMOS
- Rabatt på utvalda boktitlar hos Fri Tanke förlag. Länk till erbjudanden: <http://fritanke.se/friends/fysikersamfundet/>
- Förmånsprenumeration på Forskning & Framsteg. Erbjudandet gäller 10 nr (20% rabatt). Länk till beställningssida är: <http://fof.prenservice.se/KodLandning/Index/?Internetkod=057-0571329>

Omslag: "Artificial Intelligence" från www.pexels.com.
Layout: Göran Durgé
Tryck: Trydells, Laholm 2019



Stödjande medlemmar

- Gamdata Instrument AB
www.gamdata.net
- Gleerups Utbildning AB
www.gleerups.se
- Laser 2000
www.laser2000.se
- Myfab
www.myfab.se
- Scanditronix Magnet AB
www.scanditronix-magnet.se

Stödjande institutioner

- Chalmers tekniska högskola – Institutionen för fysik
- Chalmers tekniska högskola – Institutionen för rymd- och geovetenskap
- Chalmers tekniska högskola – Institutionen för mikroteknologi och nanovetenskap – MC2
- Göteborgs universitet – Institutionen för fysik
- Högskolan i Halmstad – IDE-sektionen
- Institutet för rymdfysik, Kiruna
- Karlstads universitet – Institutionen för ingenjörsvetenskap och fysik
- Kungliga tekniska högskolan – Institutionen för fysik
- Kungliga tekniska högskolan – Institutionen för tillämpad fysik
- Linköpings universitet – Institutionen för fysik, kemi och biologi (IFM)
- Linköpings universitet – Institutionen för naturvetenskap och teknik (ITN)
- Lunds universitet – Fysiska institutionen
- Lunds universitet – Institutionen för astronomi och teoretisk fysik
- Nordita, Nordic Institute of Theoretical Physics
- Stockholms universitet – Fysikum
- Uppsala universitet – Institutionen för fysik och astronomi

Glöm inte att anmäla adressändring till medlemsregistret@fysikersamfundet.se

Innehåll

- 3 SIGNERAT
Jonathan Weidow
- 4 AKTUELLT/NOTISER
- 5 WALLENBERGPRISET 2019
"KVALIFICERINGSTÄVLINGEN"
Anne-Sofie Mårtensson
- 8 ANNONS
"FYSIKDAGARNA 2019"
Linköpings universitet
- 9 VÅRT UNIVERSUM
"PÅ RANDEN AV EN MÖRK BUBBLA"
Ulf Danielsson
- 10 AVHANDLINGEN
"ATOMKÄRNORS KVANTTILLSTÅND OCH DERAS SÖNDERFALL"
Christian Lorenz
- 12 INTERVJU CHRISTIAN LORENZ
Margareta Kesselberg
- 14 ARTIFICIELL INTELLIGENS
"STORA MÖJLIGHETER OCH STORA RISKER"
Olle Häggström
- 20 EXOPLANETER
"HUR VET VI ATT EXOPLANETER FINNS?"
Markus Janson
- 23 ANNONS CERN-KURS
Göteborgs universitet
- 24 SAMVERKAN
"VISUALISERING AV FYSIKALISKA FENOMEN"
Dag Hanstorp m.fl.
"BROBYGGARE"
Carolina Svensson
- 27 ANNONS "UNGA FORSKARE"
- 28 VARDAGENS FYSIK
"NÄR VATTNET TYSTNAR"
Max Kesselberg
- 30 LISE MEITNERDAGARNA 2018
"ADAM WARNERBRING OCH ERIK TEGLER BERÄTTAR"
Margareta Kesselberg
- 31 FYSIKALISKA LEKSAKER
"PASSIVA VANDRARE"
Per-Olof Nilsson
- 32 ANNONS NATUR & KULTUR

Tillsammans är vi Svenska Fysikersamfundet

Först och främst vill jag tacka för förtroendet! Jag ser fram emot att fortsätta att arbeta i styrelsen för Svenska Fysikersamfundet, nu i rollen som ordförande. Av erfarenhet vet jag att detta innebär många spännande aktiviteter, att etablera nya kontakter och en stor möjlighet att lära av dessa. Naturligtvis kommer det att bli en utmaning, inte minst att axla rollen efter Anne-Sofie som på ett formidabelt sätt har lett styrelsearbetet de senaste sex åren. Men det gäller att gilla utmaningen och att ta chansen att växa med denna.

Svenska Fysikersamfundet har många aktiviteter. Vi ger ut denna medlems-tidning fyra gånger per år och utöver det årsboken Kosmos, senast genom ett mycket intressant nummer med tema jorden. För ungdomar arrangeras Lise Meitnerdagarna, Wallenbergs Fysikpris och varje månad presenteras ett Månadens problem på hemsidan. Vi arrangerar Fysikdagarna vilket bland annat innebär populära föreläsningar, laborationer och studiebesök samt olika sektionsmöten. Närmast i höst kan vi alla se fram emot att få besöka Linköping av denna anledning. Nästa år arrangeras Nordiska Fysikdagarna i Uppsala vilket också sammanfaller med Svenska Fysikersamfundets 100-årsjubileum. Genom vår europeiska samarbetsorganisation EPS har vi verkat för olika "historic sites" där Tycho Brahes Ven och Uddmanska huset redan har invigts. Allt detta och mer därtill är sådant som vi tillsammans skapar. Jag vill här trycka på ordet "vi". Det är genom allas vårt engagemang och stöd som Svenska Fysikersamfundet kan fortsätta, och gärna utöka, sin roll som främjare av fysikalisk forskning och fysikens tillämpningar, som spridare av information om fysik och fysikutbildning samt för att öka samverkan mellan fysiker och andra grupper i samhället.

Det finns flera utmaningar jag vill att vi ska ta itu med omgående. Mitt



Foto: Helén Rosenfeldt

engagemang i Svenska Fysikersamfundet grundlades genom arbete med Wallenbergs fysikpris där jag bland annat under ett antal år har varit delaktig i att skapa en spännande vecka för de 18 finalisterna. Vid ett antal tillfällen har jag sedan långt senare återsett dessa finalister på mina egna föreläsningar och då känner jag att vi verkligen har lyckats! Det är ju naturligtvis roligt i sig om några av våra gymnasister presterar fina resultat på EuPhO och IPhO men för mig är det än viktigare att arrangemanget lockar till fortsatta fysikstudier. Frågan är då hur vi kan entusiasmera även de elever som inte lyckades att ta sig till finalveckan att fortsätta studera fysik? En annan punkt vi kommer att arbeta med är införandet av ett pris för bästa doktorsavhandling där priset kommer att namnges efter Carl Wilhelm Oseen, Svenska Fysikersamfundets förste ordförande. Vidare behöver vi titta på våra medlemstal. Vi är idag cirka 800 individuella medlemmar och därtill ett antal stödjande institutioner och medlemmar. Jag är glad och tacksam över detta och hoppas att du som läsare vill fortsätta som medlem. Samtidigt hoppas jag att vi kan bli fler som tillsammans kan vara Svenska Fysikersamfundet.

Jonathan Weidow

JONATHAN WEIDOW
ORDFÖRANDE I SVENSKA FYSIKERSAMFUNDET



Svenska Fysikersamfundets nya styrelse 2019

Jonathan Weidow	Chalmers, ordförande
Nils Almqvist	Luleå tekniska universitet
Mattias Andersson	S:t Petri skola, Malmö
Kenneth Bodin	Algoryx, Umeå
Björgvin Hjörvarsson	Uppsala universitet (KVA)
Kerstin Jon-And	Stockholms universitet
Björn Jonson	Chalmers (KVA)
Eva Lindroth	Stockholms universitet (KVA)
Johan Mauritsson	Lunds universitet
Leslie Pendrill	RISE, Göteborg
Carla Puglia	Uppsala universitet
Johanna Rosen	Linköpings universitet
Sekreterare och ledamot	Joakim Cederkäll, Lunds universitet
Skattmästare	Lage Hedin, Uppsala universitet

Bli medlem! Medlemförmåner 2019:

- Fysikaktuellt 4 nummer/år
- Europhysics News, 5 nummer/år
- KOSMOS
- Rabatt på utvalda boktitlar hos Fri Tanke förlag.
Länk till erbjudanden: <http://fritanke.se/friends/fysikersamfundet/>
- Förmånsprenumeration på Forskning & Framsteg.
Erbjudandet gäller 10 nr (20% rabatt).
Länk till beställningssida är: <http://fof.prenservice.se/KodLandningIndex/?Internetkod=057-0571329>

Notera:

Nya ledamöter vid KVA-Klassen för fysik

Tünde Fülöp, Chalmers Tekniska Högskola och Stefan Kröll, Lunds universitet, är nya svenska ledamöter i klassen för fysik vid Kungl. Vetenskapsakademien. Klassen för fysik har också fått två nya utländska ledamöter i Richard Brenner, Uppsala universitet och Klaus Blaum, Max Planck Institute for Nuclear Physics i Heidelberg, Tyskland. Samtliga valdes in vid den ordinarie sammankomsten 16 januari i år.

Hur gör man strängteori, svarta hål och multiversum begripligt?

Öppen Akademiföreläsning med Professor Ulf Danielsson, Uppsala universitet

När: 8 maj 2019 kl 18:00–19:00

Var: Lilla Frescativägen 4A Stockholm, Beijersalen, Kungl. Vetenskapsakademien

Deltagandet är kostnadsfritt och öppet för allmänheten. Föranmälan krävs ej.

Läs mer: www.kva.se

Astronomins dag

Den 28 september 2019 firas Astronomins dag och natt för åttonde gången. Länk: www.astronominsdag.se/

Var med i massexperiment! Räkna stjärnor 2019. Länk: www.forskarfredag.se

ForskarFredag arrangeras 27–28 september 2019. Länk: www.forskarfredag.se

Använd QR-koden för att söka medlemskap



Minervalaget, från vänster: Gustaf Forsberg, Oliver Lindström och Gustav Jacobsson.

Minervagymnasiet i Umeå blev bästa skola

Efter flera år med skånsk dominans var det i år dags för ett rejält kliv norrut när förstapristagaren i skoltävlingen i Wallenbergs fysikpris skulle koras. Minervagymnasiet i Umeå kan nu se fram mot att få tiotusen kronor till skolans fysikinstitution och tretusen kronor var till de tre eleverna i laget, Gustaf Forsberg, Oliver Lindström och Gustav Jakobsson.

Wallenbergs fysikpris är dels en skoltävling där resultaten för de tre bästa eleverna på varje skola räknas samman, och dels en individuell tävling där de arton finalisterna som går vidare till Fysikveckan i Göteborg tas ut. I år var det hela 565 elever från 85 skolor som deltog i den fem timmar långa tävlingen och en riktigt

Vinnare i skoltävlingen 2019

1 Minervagymnasiet, Umeå	69 p
2 Danderyds gymnasium	66 p
3 Rosendalsgymnasiet, Uppsala	65 p
4 Katedralskolan, Lund	64 p
5 Hvitfeldtska, Göteborg	62 p
6 Polhemskolan, Lund	60 p
7 Södra Latin, Stockholm	58 p
8 Uddevalla gymnasium Östrabo	57 p
8 Pro Civitas, Malmö	57 p
10 Kitass, Göteborg	56 p

långväga deltagare fanns med: Edward Garemo från Brighton College i Abu Dhabi (som tyvärr missade finalen med en ynka poäng). Suveräne Hugo Eberhard från Lars-Erik Larsson gymnasiet i Lund fick full pott, 30 poäng, och gick därmed till final för andra året i rad.

Som vanligt hade den grupp som konstruerat tävlingsuppgifterna (Fredrik Olsson, Lage Hedin, Ulf Jonasson, Gunnar Ohlén och Susanne Tegler) gjort ett gediget jobb och tagit fram intressanta frågor från vitt skilda delar av fysiken. I en av uppgifterna skulle lysdioders prestanda bestämmas, i en annan temperaturen på den exoplanet som kretsar kring solens närmsta grannstjärna, Proxima Centauri (denna uppgift återfinns i sin helhet på



Nära trettio fysiklärare samlades på Hvitfeldtska gymnasiet i Göteborg för att rätta de inskickade elevlösningarna i Wallenbergs fysikpris.

Årets finalister

nästa sida tillsammans med ytterligare en uppgift).

Den uppgift som visade sig vara allra svårast att lösa handlade om de elstängsel som används för att inhägna djur. Här gällde det att uppskatta hur stor energimängd man kan få i sig om man råkar ta i stängseltråden när det är fuktigt ute. Endast fem av de tävlande lyckades få maximala fem poäng på denna uppgift. Extra klurig var också den sista uppgiften. Denna anknöt till förra årets nobelpris i fysik och uppfinningen av laserpincetten. Åtta av de tävlande fick full pott på denna uppgift där det gällde att utifrån givna figurer förklara hur laserstrålar kan flytta på en oljedroppe så att den kan ”hållas fast” i höjddled.

Stort tack till uppgiftsgruppen och det trettiofem lärare som samlades i Hvitfeldtska gymnasiet i Göteborg för att traditionsenligt ägna första lördagen i februari åt att rätta alla inkomna lösningar!

ANNE-SOFIE MÄRTENSSON

- Hugo Eberhard

Gustaf Forsberg

Oliver Lindström

Gustav Sundmark

Markus Swift

Anton Granlund

Gustafsson

Hugo Berg

Valter Schütz

Benjamin Verbeek

Linus Sköldberg

Carl Westerlund

Oskar Bolinder

Gustav Kalander

Mattias Acke

Marcus Hedhage

Lennart Künsner

Simon Ljungbeck

Murwan Al-Bardaji
- Lars-Erik Larsson gymnasiet, Lund

Minervagymnasiet, Umeå

Minervagymnasiet, Umeå

Östra Real, Stockholm

Pro Civitas, Malmö

Danderyds gymnasium

Hvitfeldtska, Göteborg

Katedralskolan, Lund

Rosendalsgymnasiet, Uppsala

Rosendalsgymnasiet, Uppsala

Danderyds gymnasium

Polhemskolan, Lund

Kitas, Göteborg

Katedralskolan, Lund

Rosendalsgymnasiet, Uppsala

Uddevalla gymnasium Östrabo

Polhemskolan, Lund

S:ta Ragnhildgymnasiet, Södertälje

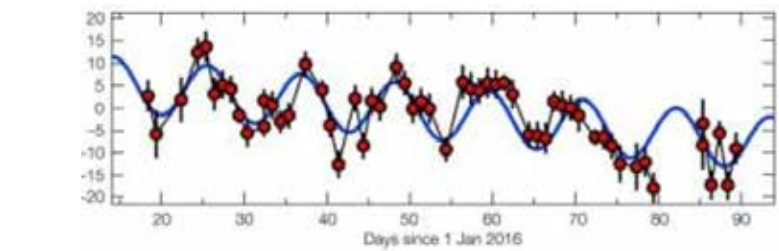


Det är inte så ofta det är någon som plockar hem alla poängen i uttagnings tävlingen, men i år hände det: Hugo Eberhart från Lars-Erik Larssongymnasiet i Lund fick full pott, 30 poäng.

Problem 5: Hur långt från Proxima Centauri kretsar exoplaneten, och vilken temperatur har den?

I augusti 2016 presenterades bevis för att det kretsar en planet runt vår närmsta grannstjärna, Proxima Centauri. Tabellen visar data för stjärnan (från Wikipedia) Solens massa är $M_{\odot} = 1,99 \cdot 10^{30}$ kg och solens radie är $R_{\odot} = 6,96 \cdot 10^8$ m. Diagrammet nedan visar stjärnans hastighet (RV) mot och från jorden under cirka 100 dagar, mätt med dopplereffekt, så kallad HARPS-spektrografi.

Mass	$0,1221 \pm 0,0022 M_{\odot}$
Radie	$0,1542 \pm 0,0045 R_{\odot}$
Surface gravity (log g)	$5,20 \pm 0,23$ cgs
Temperature	3042 ± 117 K
Metallicity	0,21 dex
Rotation	$82,6 \pm 0,1$ days
Rotational velocity	$< 0,1$ km/s
Age	4,85 Gyr

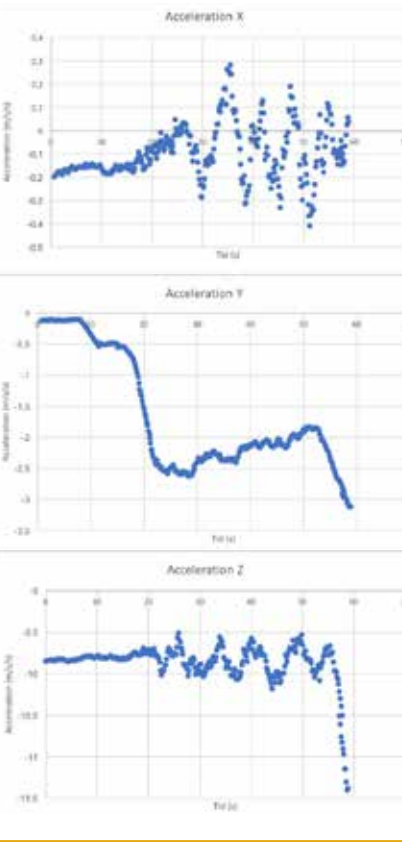


- a. Hur långt från stjärnan kretsar planeten?
b. Beräkna planetens jämviktstemperatur.

Problem 2: När lyfter planet, och vilken hastighet har det då?

Boeing 737 är ett vanligt förekommande flygplan i passagerartrafik. Om du har en mobiltelefon med accelerometer så kan du lägga den på armstödet vid start och mäta accelerationen i riktningarna framåt-bakåt, vänster-höger respektive uppåt-nedåt. De tre diagrammen nedan är skapade med hjälp av en gratis-app under en start från Kastrup i Köpenhamn. Vid tiden $t = 0$ är flygplanet i vila.

- a. Ange vilket diagram som beskriver flygplanets rörelse längs med startbanan.
b. Vid vilken tidpunkt lyfter planet?
c. Beräkna vid vilken hastighet som planet lyfter.



Per-Uno Ekholm i förgrunden och Jim Lindholm i bakgrunden organiserade som vanligt rättningsarbetet tillsammans med Lars Fraenkel och Lisbeth Ekholm. I år gick det ännu snabbare och smidigare än förra året trots att antalet deltagande skolor ökat från 65 till 85.



Fysikdagarna 2019

3-5 oktober 2019, Linköping

Tema: Material

För ytterligare information och
registrering, besök

www.fysikdagarna2019.se

Programmet innehåller:

- inbjudna huvudtalare på tema material
- föredrag öppna för allmänheten
- sektionsmöten och sessioner
- utställningar
- företagsbesök
- visning av Visualiseringscenter
- gemensam middag

Arrangeras av Linköpings universitet.

Vårt universum rider på randen av en mörk bubbla

I populärvetenskapliga sammanhang är det vanligt att likna universums expansion vid en växande ballong. Tanken är att vi lever i ytan av ballongen utan något begrepp om att det finns en extra riktning i rummet i vilket ballongen växer. Detta är förstås bara en liknelse. Vårt universum har tre rumsdimensioner medan ballongens yta bara har två, och den extra riktning i vilket universum växer måste alltså vara en fjärde rumsriktning.

Fast tanken har ju aldrig riktigt varit att man skulle ta bilden helt på allvar. Vad jag tillsammans med mina kollegor Souvik Banerjee, Giuseppe Dibitetto, Suwendu Giri och Marjorie Schillo visat är att den kan vara bokstavligt talat sann. Resultaten publicerades i julas i tidskriften *Physical Review Letters* [1].

Enligt vår modell rider alltså vårt universum på randen av en bubbla som expanderar i en extra dimension. Det ser ut ungefär som på bilden till höger.

Vårt universums tre rumsdimensioner svarar mot randen av bubblan, medan radien av den växande bubblan är en fjärde extra rumsdimension. Av strängteorins nio rumsdimensioner måste fem vara riktigt små och ihoprullade medan fyra hyfsat stora för att det skall fungera. Den fyrdimensionella (eller femdimensionella om man räknar in tiden) rymden är instabil och här och var bildas bubblor som börjar växa. Ungefär som när man kokar vatten. Detta svarar mot ett universum som föds.

Det märkliga med vår modell, som gör den så intressant, är att bubblorna expanderar allt snabbare med tiden vilket gör att den som rider på randen upplever en accelererande expansion och får för sig att det finns en mörk energi. Egentligen handlar det bara om en effekt av den extra dimensionen.

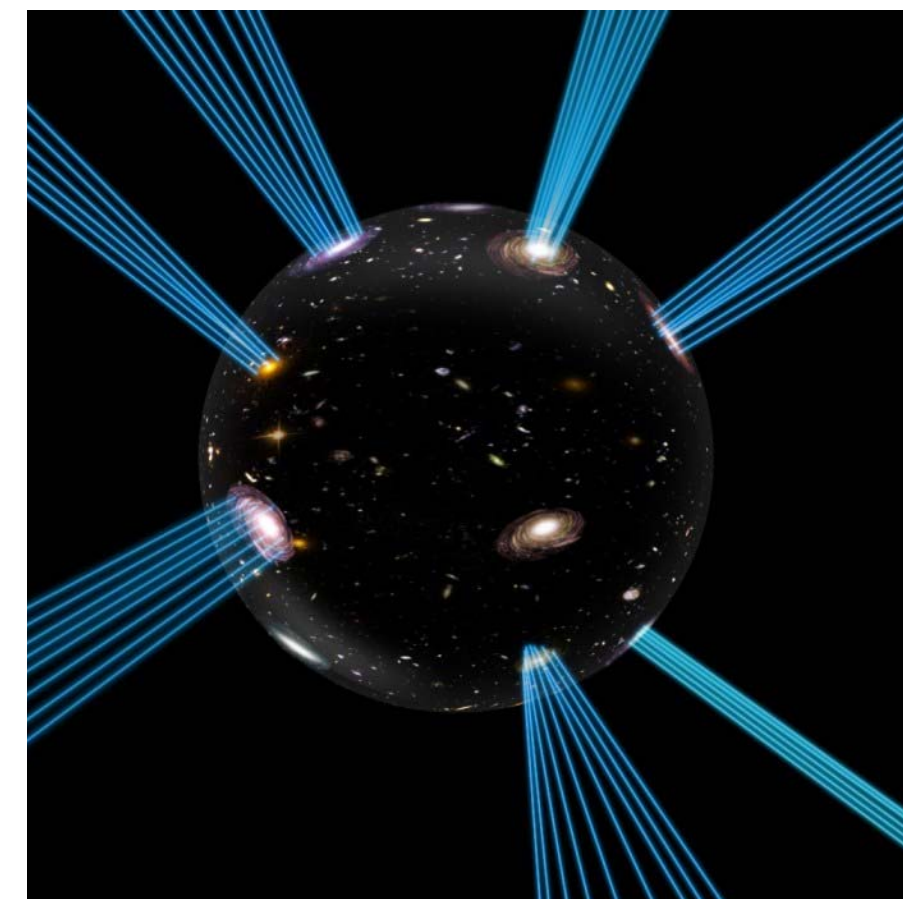


Bild: Suwendu Giri

Men hur är det med de underliga dödsstjärneliknande strålarna på bilden? För att allt skall fungera måste den materia som du, jag och stjärnorna består av utgöras av strängar som sträcker sig ut i den extra dimensionen. Deras ändpunkter på bubblan tolkar vi som fundamentala partiklar typ kvarkar och elektroner.

Och varför skall man tro på detta? För att det ser ut att fungera och att andra alternativ inom strängteorin inte längre verkar hålla ihop. Att hitta lösningar till strängteorins ekvationer som beskriver mörk energi har visat sig svårare än vad man först trott [2]. Det här är goda ny-

heter eftersom det på så sätt också kan bli lättare att testa om strängteorin verkligen stämmer.

ULF DANIELSSON,
UPPSALA UNIVERSITET

[1] <https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.121.261301>
<https://arxiv.org/abs/1807.01570>

[2] <https://www.scientificamerican.com/article/string-theory-may-create-far-fewer-universes-than-thought/>

Selektion av atomkärnors kvant- tillstånd och deras sönderfall

Eftersom de flesta intressanta isotoper inte finns i naturen samt har korta livstider måste de framställas artificiellt. Detta

kan göras genom att en stråle av stabila atomkärnor skjuts på en tunn folie. När atomkärnor i strålen träffar atomkärnor i folien kan kärnreaktioner ske och nya atomkärnor produceras. De skapade atomkärnorna är av många olika slag, och ofta utgör de atomkärnorna man vill studera endast en mycket liten andel. Därför måste man separera de intressanta isotoperna från alla andra. I mitt avhandlingsarbete utnyttjades en Penningfälla (eng. Penning trap) för att göra precis det. Penningfällor är den mest precisa forskningsutrustning som finns för att mäta atomkärnors massa. Eftersom alla olika isotoper har olika massor, kan Penningfällor användas för att välja ut de önskade atomkärnorna. Under vissa omständigheter kan de även användas för att välja ut bara de atomkärnor som befinner sig i ett visst kvanttillstånd. Hur liten skillnad man kan mäta med en Penningfälla kan förklaras med ett exempel: genom att väga sin bil skulle man kunna testa om man har glömt sitt USB-minne med musik i bilen eller inte.

Möjligheten att välja ut ett bestämt

kvantillstånd möjliggör nya experiment och analysmetoder. I mitt första delprojekt som doktorand studerade jag grundtillståndet hos radiumisotopen ^{213}Ra i ett experiment vid Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GSI i Darmstadt, Tyskland. Sönderfallet av ^{213}Ra visas i figur 3. Det finns flera olika möjligheter för hur ^{213}Ra kan sönderfalla. Figur 3 visar de olika möjliga sönderfallen och vilken strålning som sänds ut beroende på vilket sönderfall som sker. Under analysen av experimentet jämfördes mätdata med detaljerade simuleringar av hela sönderfalls- och detektionsprocessen i ett ”virtuellt experiment”. En grundförutsättning för att kunna göra en precis och meningsfull simulering var renheten av ^{213}Ra -strålen. I simuleringen är det relativt enkelt att ta hänsyn till korrelationer i sönderfalls- och detektionsprocessen som annars är svåra att uppskatta. Genom att modifiera de olika sönderfallssannolikhe-

terna i sönderfallskedjan var det möjligt att reproducera experimentets resultat väldigt bra.

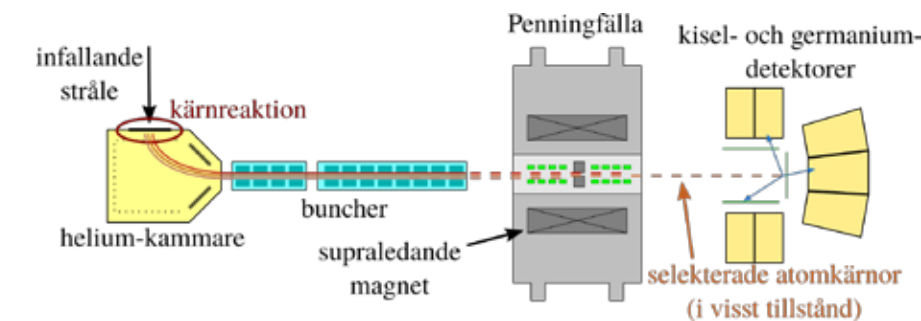
Efter att ha lyckats bra med ett experiment kände vi att vi kunde lita på metoden och gick vidare med ytterligare experiment vid universitet i Jyväskylä, Finland, där vi studerade koboltisotopen ^{53}Co med hjälp av deras Penningfälla. Redan år 1970 upptäckte man att det finns ett speciellt långlivat exciterat tillstånd i denna isotop. Just detta tillstånd sönderfaller genom att sända ut en proton. Även om sönderfallet var känt, var det omöjligt att bestämma dess sannolikhet. Genom att välja ut och studera grundtillståndet och det exciterade tillståndet av ^{53}Co var för sig, kunde vi slutligen – nästan 50 år

efter sönderfallets upptäckt – bestämma dess sannolikhet.

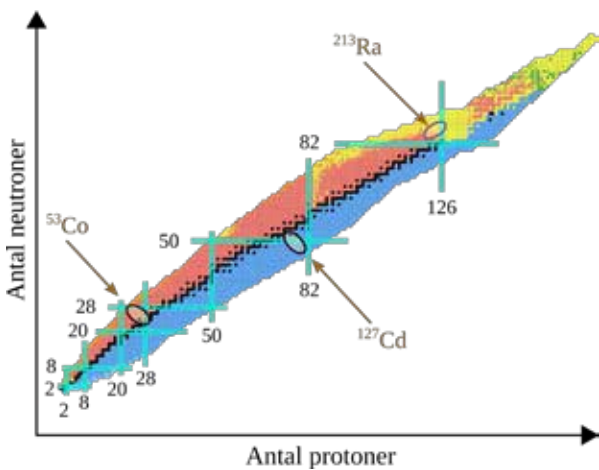
Det sista experimentet som jag behandlar i min avhandling handlar om sönderfallet av ^{127}Cd till ^{127}In . Isotopen ^{127}Cd har två långlivade tillstånd, vars sönderfall jag studerade genom att välja ut dem med Penningfällan i Jyväskylä. Vid analysen upptäckte vi flera tidigare okända tillstånd i ^{127}In , och vi gjorde teoretiska beräkningar för att försöka beskriva dem. Så kallade skalmodellräkningar visade sig överensstämma utmärkt väl med våra experimentella upptäckter, vilket betyder att man kan använda sådana beräkningar för att extrapolera till isotoper i närheten som i dagsläget är mycket svåra att studera experimentellt.

Några av dessa spelar en stor roll i den så kallade astrofysikaliska r-processen. R-processen är en mekanism som förklarar varför det finns olika mängder av olika grundämnen i vårt universum.

CHRISTIAN LORENZ
LUNDS UNIVERSITET



Figur 2: Förenklad översikt av experimentuppställningen. Många olika atomkärnor produceras i kärnreaktionerna. De producerade atomkärnorna samlas upp i heliumkammaren och transporteras därefter till Penningfällan, där de önskade atomkärnorna separeras från övriga produkter. Därefter studerar vi deras sönderfall med kisel- och germaniumdetektorer. Detektoruppställningen vi använder kallas TASISpec.



Figur 1: Karta över alla kända isotoper. Isotoper som behandlas i min avhandling är markerade. Eftersom de befinner sig i olika regioner av kartan har de olika egenskaper. De olika färgerna indikerar de huvudsakliga sönderfallsprocesserna hos atomkärnornas grundtillstånd.

- Disputation: 2019-01-25
- Titel: Quantum-state Selective Nuclear Decay Spectroscopy
- Länk till avhandlingen: http://portal.research.lu.se/portal/files/55469955/Christian_Lorenz_avhandling_pub_Kappa.pdf
- ISBN: 978-91-7753-942-1
- Handledare: Prof. Dirk Rudolph, Dr. Pavel Golubev, Dr. Luis G. Sarmiento Pico, Avdelningen för kärnfysik, Lunds Universitet
- Opponent: Dr. Augusto O. Macchiavelli, Nuclear Science Division, Lawrence Berkeley National Laboratory Berkeley, USA

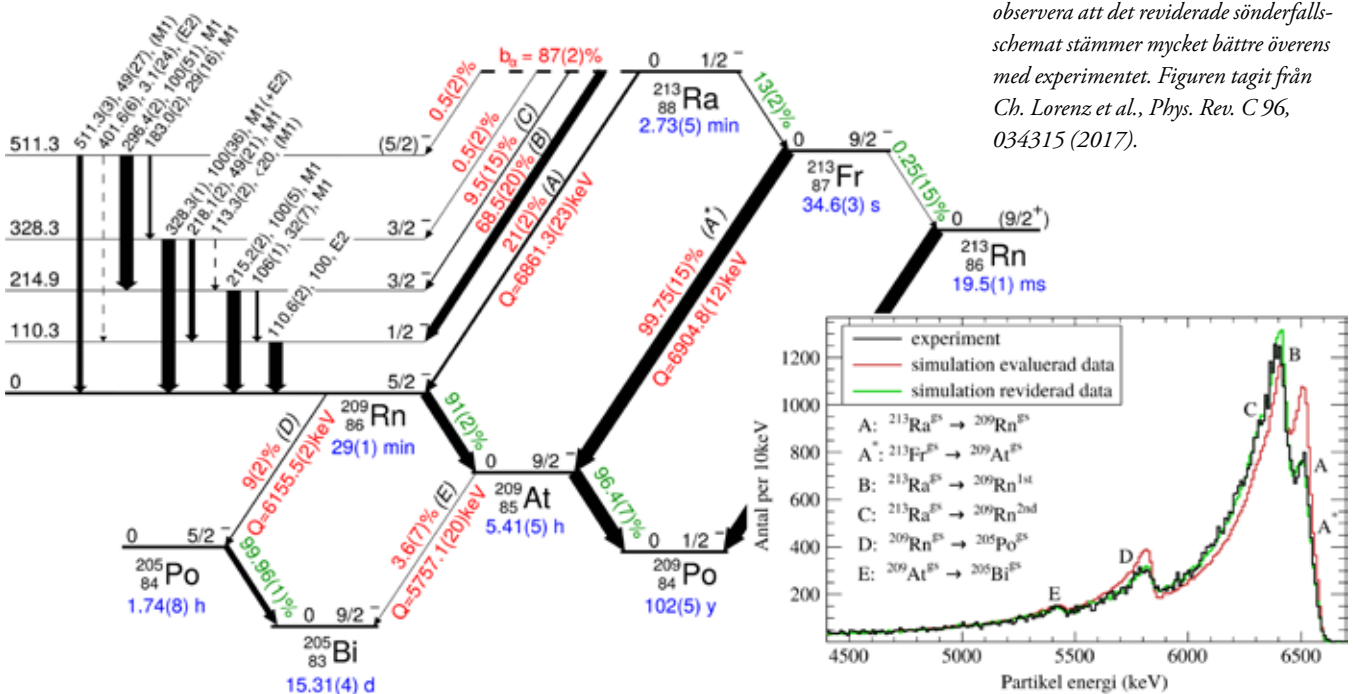


Figure 3: Schematisk bild över sönderfall av ^{213}Ra till de långlivade isotoperna ^{205}Bi och ^{209}Po . Bredvid visas partikel-spektra från vårt experimentella mät-data, från en simulering där en tidigare version av sönderfallsschemat antagits (evaluerad data) och från en simulering där vi reviderade sönderfallsschemat till det som visas i bilden. Man kan tydligt observera att det reviderade sönderfallsschemat stämmer mycket bättre överens med experimentet. Figuren tagit från Ch. Lorenz et al., Phys. Rev. C 96, 034315 (2017).

Christian föredrar nära vänner framför ytliga via sociala medier

Christian Lorenz, ursprungligen från Dresden, har haft några hektiska veckor i januari-februari. Han har sålt lägenheten i Lund och flyttat åter till Tyskland och söker jobb med ljus och lycka. Mitt i uppdraget har han dessutom skrivit den populärvetenskapliga avhandlingsartikeln för Fysikaktuellt. Se tidigare uppslag.

Vad är det som lockar dig åter till Tyskland?

– Min fru har precis börjat jobba på ett forskningsinstitut i Braunschweig bara tre timmars resa från Dresden där jag har min släkt. Jag flyttade från Lund direkt efter min disputation, berättar Christian. Vi har ännu inget ordnat boende, men det får lösa sig efter hand, hälsar han med stor tillförsikt.

Vad är det för jobb du söker i Tyskland?

– Jag söker ganska brett, men helst vill jag ha ett forskarjobb. Det finns dessutom många intressanta utvecklingsprojekt inom den medicinska kärnfysiken som lockar mig. Känslan av att göra nytta relativt snabbt för andra människor är viktig, tycker Christian. Men konstaterar i samma andetag också vikten av den grundläggande forskningen.

– Vi får se vad det blir för jobb, säger han.



Christian Lorenz, 29 år

Född och uppvuxen i Dresden, Tyskland

Bor: I Braunschweig (Tyskland) med fru

Familj: Föräldrar i Dresden (Tyskland), bror i München (Tyskland) och svärföräldrar i Podgorica (Montenegro)

Utbildning: Gymnasium Dresden Klotzsche, naturvetenskaplig profil (2008)

Bachelor- (2012) och Masterexamen (2014) i Fysik vid Technische Universität Dresden,

Doktorsexamen i kärnfysik vid Lunds Universitet, 2019

Intressen: sport, badminton, innebandy, fotboll, språk, musik (gitarr, piano), programmering, historia, läsa böcker.

Vad är du nyfiken på att fördjupa dig i inom fysiken?

– Jag vill lära mig mer programmering och utveckla mjukvara, berättar han och fortsätter.

– Jag har märkt att något som kanske från början är måttligt intressant kan bli otroligt spännande och intressant när man fördjupar kunskaperna inom området.

– Om något från början känns måttligt intressant kan en fördjupad inläsning inom området förändra intresset väsentligt, har jag märkt flera gånger, berättar han.

Vad var det som lockade dig till Lund?

Christian berättar att det var hans fru, som kommer från Montenegro, som hade fått en doktorandtjänst i Lund och han sökte något motsvarande inom fysik. Jag hade tur när det fanns en perfekt doktorandtjänst som jag kunde söka.

Hur länge har du bott i Sverige?

– Det är fyra år ganska precis, berättar Christian.

När FA intervjuar Christian inför avhandlingsartikeln så använder vi svenska. Han använder svenska obehindrat och uttalet är betydligt bättre än de flesta som bott fler år i landet.

Du måste ha lätt för att lära språk. Kan du många språk?

– Jag har faktiskt lärt mig serbiska, avslöjar Christian. Jag vill kunna få bra kontakt och prata med min frus släktingar på deras modersmål. Samtidigt kan man njuta av och uppleva kulturen mycket bättre. Min fru är bra på att korrigera uttal och fel, så att det blir rätt.

– Men jag använder mitt modersmål tyska och engelska främst när jag träffar vänner och jobbar.

Många som har lätt för språk är också musikaliska. Spelar du några instrument?

– Ja, faktiskt spelar jag både gitarr och piano, berättar Christian och fortsätter. Musiken betyder mycket för mig. När jag var i 15-16 årsåldern startade jag och några vänner en musikgrupp. Vi spelade tillsammans under tre år och det blev musikaler och konserter i skolan. Det var några otroligt viktiga och roliga år med möjligheter att utvecklas som individ.

När vi talas vid så förstår man att personliga möten betyder mycket för Christian och ett socialt umgänge via Facebook eller motsvarande är ingenting han prioriterar.

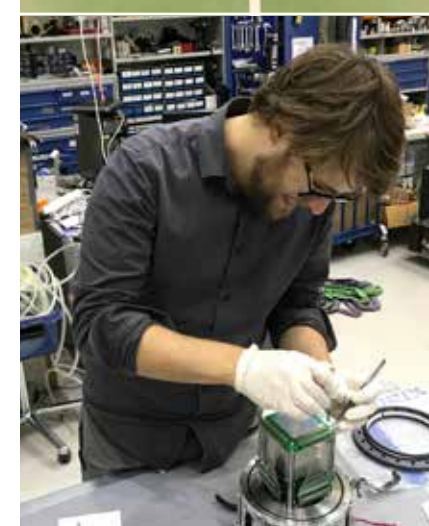
Värmen och riktiga möten mellan människor är viktiga. Kanske är det därför han föredrar en mer sydeuropeisk kultur. Människor tar mer spontant kontakt med varandra söderut.

Föredrar du att jobba i projekt med många deltagare?

– Ja, så är det nog. Men samtidigt behöver man egen tid för att fundera och tänka parallellt. När man doktorerar är det förstås lite speciellt, konstaterar han.

När vi rundar av vårt samtal framgår mellan raderna att Christian känner sig hemma i flera länder. Det känns bra att flytta till Tyskland och möta nya utmaningar på ett nytt jobb, även om det i skrivande stund är osäkert vad det blir för jobb.

Christian verkar vara en människa som vill odla och hålla djupa kontakter levande.



Vad är din viktigaste egenskap som forskare tycker du?

– Jag har tålamod och är bra på att strukturera och följa en plan för att nå mitt mål, konstaterar Christian. Det har jag haft nytta av.

Hur blev du intresserad av fysik?

– Fysikintresset finns omedvetet sedan barnsben. Båda mina mor- och farföräldrarna var ingenjörer, något som säkert har påverkat. Jag tycker om teknik och fysik, men ingen har aktivt försökt att styra mina val i livet. Möjligen har de stöttat mig indirekt, berättar Christian för FA.

Tyskar brukar gilla den svenska naturen. Är du ute i naturen ofta?

– Jag har ett stort behov av att röra på mig, svarar Christian. Ett par gånger i veckan spelar jag badminton och tränar innebandy. Men nu innan disputationen har det inte blivit tid till speciellt mycket utöver avhandlingsarbetet, konstaterar han.

Vad kommer du INTE att sakna när du lämnar Sverige?

– Det ofta väldigt gråa vädret, svarar Christian, men naturen och skogen i Sverige är en fantastisk tillgång.

FA tackar för ett lärorikt och spännande samtal och önskar lycka till med jobbsökande och framtiden i Tyskland!

(Kanske har Christian redan ett jobb och bostad när läsarna nås av denna artikel 2019-02-27)

MARGARETA KESSELBERG
FYSIKAKTUELLT

Vår framtid med artificiell intelligens innebär stora möjligheter och stora risker

För ett par år sedan satt jag i SVT:s *Vetenskapsstudion* tillsammans med datalogerna Danica Kragic och Daniel Gillblad och diskuterade framtiden för artificiell intelligens (AI) och vad den kan betyda för människor och samhälle. Både möjligheter och risker dryftades, men mot slutet av programmet kände Gillblad att balansen behövde korrigeras, och avslutade med att framhålla att AI-utvecklingens positiva möjligheter väger klart tyngre än riskerna.

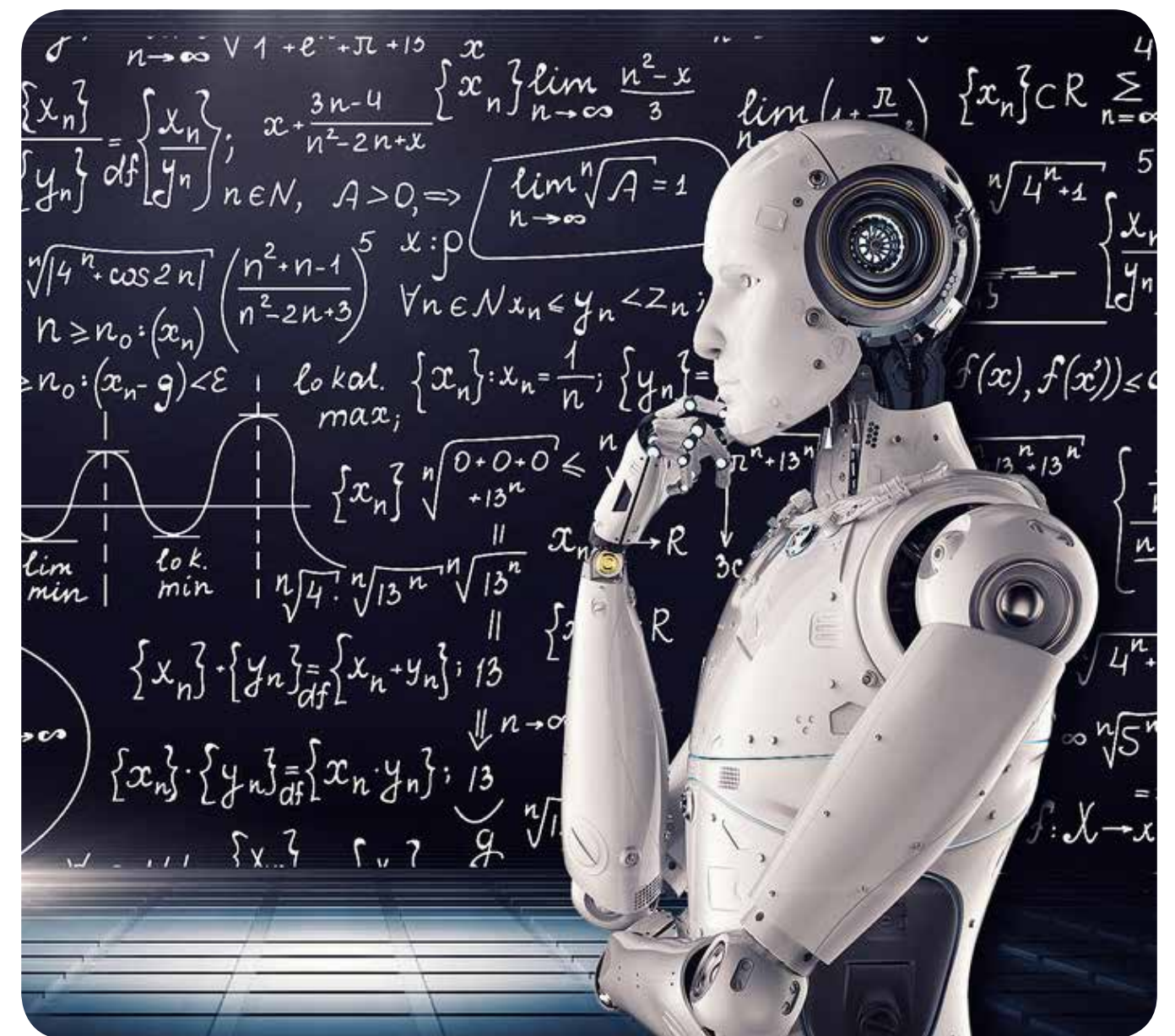
Det påståendet har jag sedan dess mött då och då, nu senast i ett utkast till det som är tänkt att bli EU-kommissionens officiella *Ethics Guidelines for Trustworthy AI*. Där heter det att "on the whole, AI's benefits outweigh its risks". Någon systematisk genomgång av och avvägning mellan AI-utvecklingens möjligheter och risker som landar i en sådan bedömning verkar dock inte stå att finna. Hur en korrekt genomförd avvägning landar har jag inget säkert svar på, men min avsikt med denna text är att ge perspektiv på frågan.

Att ringa in exakt vad som menas med AI är svårt, inte minst då allt fler

aktörer på senare år velat räkna sina egna system till begreppet, i syfte att hoppa på AI-tåget för att dra till sig publicitet och finansiering. Föreslagna definitioner är ofta i termer av "automatiserat beslutsfattande" och/eller "effektiv optimering", och det kan också vara rimligt att kräva ett visst mått av komplexitet för att inte exempelvis en enkel termostat skall inkluderas i AI-begreppet. Jag avstår här från att binda mig vid någon precis definition.

Idén om tänkande maskiner har gamla rötter – den judiska legenden om Golem, Mary Shelleys *Frankenstein*, och Ada Lovelaces tankar kring Charles Babbages analytiska maskin är blott några av exemplen. Själva begreppet AI myntades dock först av matematikern John McCarthy i samband med den legendariska Dartmouth-konferensen sommaren 1956, som blev ett slags startskott för forskningen inom AI. Sedan dess har utvecklingen gått i vågor, med bland annat två perioder av så kallad AI-vinter, vilka brukar dateras till 1974-1980 och 1987-1993, då överoptimistiska prediktioner kommit på skam, med avsvallat intresse och sinande finansiering som följd.

Sedan en bit in på 2010-talet befin-



ner sig emellertid AI-forskningen i starkare expansion än någonsin, och har uppvisat häpnadsväckande framgångar inom en rad skilda områden, som brädspel, bildigenkänning, talsyntes, översättning mellan mänskliga språk, och bilkörning. Eventuellt står vi också på randen till ett allt mer genomgripande inslag av AI-teknik i olika vetenskaper. En försmak av det är hur ett program från DeepMind (samma Googleägda AI-företag som 2017 slog världen med häpnad med det självlärande brädspelsprogram AlphaZero som sopade banan med både

mänskligt och artificiellt motstånd i Go och schack) i december 2018 vann den prestigeladdade biennala tävlingen CASP, vars mål är att förutse 3D-strukturen hos proteiner från deras aminosyrasekvenser.

Alla dessa exempel faller inom ramen för vad som ibland kallas *snäv AI* – AI-algoritmer inriktade på att lösa någon välavgränsad specifik uppgift. Detta kan kontrasteras mot idén om *artificiell generell intelligens* (AGI) – en maskin vars intelligens matchar eller överstiger människans över hela spektret av relevanta kognitiva förmågor inklusive kreativitet

och förmåga att tänka utanför boxen. Merparten av all AI-forskning idag handlar om snäv AI, men vid sidan om det finns också en rad projekt vars långsiktiga syfte är att skapa AGI. Till AGI skall jag återkomma mot slutet av denna text.

En rad olika metoder för att skapa AI har provats genom åren, som neurala nätverk, algoritmer inspirerade av biologisk evolution, och det slags handkodning av begrepp och logiska sammanhang som kommit att kallas GOFAI – *good old-fashioned AI*. Den metod som till största delen ligger bakom 2010-talets AI-revo-



lution kallas *deep learning*, och bygger i grunden inte på någon ny idé, utan på gamla neurala nätverksidéer vilkas resultat tidigare varit relativt måttfulla men som nu plötsligt, tack vare den drastiskt ökade tillgången på datorkraft och på gigantiska datamängder som kan användas för att träna nätverken, kommit att bära frukt.

Den nu pågående AI-utvecklingens enorma potential att berika samhället och våra liv står bortom rimlig tvivel. Förutom tusentals nya och allt bättre appar till våra mobiltelefoner, och kraftfulla beslutsstöd inom medicinsk diagnostisering och många andra områden, kan den också komma att leda till en automatiseringsvåg som revolutionerar bransch efter bransch. Ekonomiska bedömare sätter stor och berättigad tillit till att AI-innovationer under det närmaste årtiondet skall komma att generera en betydande del av den förväntade ekonomiska tillväxten.

Så ser, i mycket kort sammanfatt-

ning, den ena vågskålen ut. I den andra har vi riskerna. Den vågskålen bagatellerats ofta i politisk och akademisk mainstreamretorik kring AI-frågor; ovan nämnda EU-utkast, hädanefter kallat *Ethics Guidelines*, är i vissa delar ett exempel på detta. Därför tillåter jag mig att lägga ut texten lite längre i följande svep över AI-relaterade risker.

Tidsskalorna för de olika riskerna varierar, men en kategori risker som i princip redan är här är de som hänger samman med utvecklingen av AI-baserade så kallade autonoma vapen. I *Ethics Guidelines* heter det att "it can lead to an uncontrollable arms race on a historically unprecedented level", något som kan komma att öka risken för ett tredje världskrig, vilket dock inte nämns och därför inte heller kvantifieras, men redan här kan vi börja känna på oss att inte allt står rätt till vad gäller den tvärsäkerhet med vilken *Ethics Guidelines* proklamerar att "on the whole, AI's benefits

outweigh its risks". Ett särskilt problem med autonoma vapen är att de riskerar att sänka tröskeln för att gå i krig, då de möjliggör krigföring utan att behöva utsätta soldater för livsfara genom att skicka dem in i fiendeterritorium. Ett annat bekymmer är att, jämfört med kärnvapen, förhindrandet av spridning av autonoma massförstörelsevapen är avsevärt svårare. Risken att vapnen hamnar i händerna på terrorister är mycket stor. Dessa saker nämns inte i *Ethics Guidelines*, vars författare istället i något slags missriktad balanssträvan framhåller att "on the other hand, [autonomous weapon systems] can be used to reduce collateral damage, e.g. saving selectively children", till synes utan minsta tanke på hur makaber meningen skulle låta om "children" byttes mot (de måhända lika plausibla) "Christians" eller "whites".

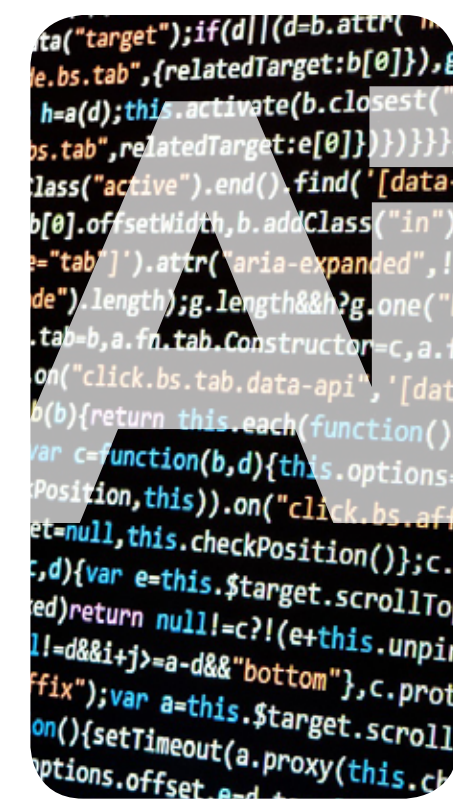
Ännu flagrantare nedtoning av riskerna med detta slags militär AI-teknologi förekommer. I en paneldiskussion i

AI-baserad bildbehandling och videomanipulation, och allt mer förföriskt trovärdiga chatbots, att göra med vår förmåga att skilja mellan *fake news* och verkliga nyheter? Kommer Internetgiganter som Google eller Facebook med hjälp av de enorma mängder data om våra beteenden de samlar in att hitta nya effektivare sätt att manipulera oss – för egna syften eller för sina annonsörers eller andra uppdragsgivares? Vad blir i så fall konsekvenserna av en sådan aldrig tidigare skådad icke-statlig maktkoncentration? Relevant i sammanhanget är hur lättsinnigt vi beter oss på Internet när det gäller att dela med oss av personliga data till AI-system.

I Kina pågår uppbyggnaden av ett *social credit rating*-system som med en kombination av AI-teknik och massövervakning poängsätter och belönar/bestrafvar människors beteende, och det råder ingen tvekan om att en avsikt är att förtrycka dissidenter och andra oliktkänkande. Att ett sådant system implementeras i Kina är illa nog, med vad finns det som hindrar utbyggnaden av något liknande, antingen i statlig eller i privat regi, i väst? Frågorna hopar sig.

Bryssel 2017 som jag deltog i tillsammans med den kände kognitionsvetaren Steven Pinker framhöll denne att det skulle krävas en galning för att konstruera något så hemskt som "en svärm av robotinsekter avsedd att attackera enskilda människor baserat på ansiktigenkänning", och att det idag inte längre finns utrymme för sådana enstaka galningar, då ju alla betydande ingenjörprojekt numera genomförs i stora samarbeten. Hans optimism här är dessvärre grundlös, då den ju helt ignorerar den inre logiken i kapprustningar och det militärindustriella komplexet, och därtill förbiser att minst lika hemiska massförstörelsevapen har utvecklats i över 70 års tid – inte av ensamma galningar, utan just i stora samarbetsprojekt (varav Manhattanprojektet är det mest kända). Tanken att allt sådant utvecklingsarbete plötsligt skulle upphöra av sig självt är naiv, och faran med en militär AI-kapprustning är verklig.

En rad andra AI-risker står för dörren. Vad kommer allt mer sofistikerad



Ett problemområde som troligen är av aningen mer långsiktig karaktär rör AI-utvecklingens konsekvenser för arbetsmarknad och ekonomisk ojämlikhet. En stor del av de AI-framsteg som kan väntas handlar om att skapa maskiner som kan ta över arbetsuppgifter från oss människor och utföra dem snabbare, bättre och billigare än vi själva förmår. Därmed kommer löneinkomster (för den som tidigare gjorde arbetet) att ersättas med avkastning på kapital (för den som äger maskinen), och då ju kapitalinkomster är ojämnare fördelade än löneinkomster driver detta på den ekonomiska ojämlikheten.

Ekonomer tvistar om huruvida automatiseringen även kan väntas leda till eskalerande massarbetslöshet, eller om nya arbetsstillfällen (likt tidigare i historien) kommer att skapas i ungefär samma takt som de gamla försvinner. Själva har jag svårt att se vare sig att någon enda mänsklig arbetsuppgift skulle vara immun mot automatisering, eller att vi i längden, med allt kraftfullare AI-teknik, skulle förmå hitta på nya meningsfulla arbetsuppgifter åt oss själva som ersättning för dem vi automatiserat bort. Vi gör hur som helst klokt i att betrakta denna fråga som öppen, och börja fundera på hur ett samhälle med väsentligt lägre grad av förvärvsarbete än idag kan organiseras. Utan en genomtänkt plan finns risken att ökade sociala och ekonomiska klyftor leder till potentiellt samhällsomstörtande sociala spänningar. Ofta tänker man sig att sönderfallet kommer underifrån, men här förtjänar påpekas att samhällseliten alltid tidigare varit beroende av de arbetande massorna, och att en ny och eventuellt farlig situation uppstår då massorna ur elitens synvinkel inte längre behövs.

Som avslutning på detta (långt ifrån fullständiga) svep över AI-risker vill jag ta upp den ultimata och samtidigt mest spekulativa risken, nämligen den som hänger samman med drömmen om att skapa AGI. Oenigheten bland AI-forskare angående när – om någonsin – ett AGI-genombrott kan väntas är stor, och de enkätundersökningar som gjorts visar att de sprider sina uppskattningar relativt jämnt över hela det innevarande århund-



radet, och att en betydande minoritet tror att det kommer att dröja ännu längre eller inte gå alls. Som sammanfattning på det ytterst oklara kunskapsläget är påståendet i *Ethics Guidelines* att det eventuella genombrottet "seem[s] to belong to the very distant future" gravt vilseledande.

Istället gör vi klokt i att bereda oss på alla möjligheter. Oenigheten är stor också vad gäller följderna av ett AGI-genombrott, men en ganska vanlig uppfattning bland AI-futurologer är att det snabbt kan trigga igång en accelererande självförbättringsspiral som raskt leder till en AGI med *superintelligens*, i betydelsen en intelligens som lämnat människans långt bakom sig i fråga om samtliga relevanta kognitiva förmågor. Denna snabba (men än så länge hypotetiska) dynamik har omväxlande benämnts *Singularitet* och *intelligensexlosion*.

Redan datalogins fader Alan Turing diskuterade på fullt allvar i en uppsats från 1951 möjligheten av en framtida superintelligent maskin. Det skulle dock dröja ända till 2005 och Ray Kurzweils bok *The Singularity is Near* innan tanken vann någorlunda brett intresse annat än som science fiction-tema. Kurzweil beskriver skapandet av superintelligens som det avgörande steg som skall hjälpa oss människor att befria oss från våra skröpliga kroppar och ge oss allt vi kan önska, inklusive erövrandet av världsrymden. Därefter har diskussionen till stor del kommit att skifta karaktär – bort från Kurzweils evangeliska tonfall och mot en mer balanserad syn och ökad medvetenhet om att ett AI-genombrott även kan ha betydande risker, inklusive risk för total utplåning av mänskligheten. Till dem som gjort mest för denna tillnyktring hör den svenske Oxfordfilosofen Nick Bostrom, vars bok *Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies* från 2014 hör till det viktigaste som skrivits på området. En annan svensk som haft betydande inflytande, bland annat med sin bok *Life 3.0* från 2017, är MIT-fysikern Max Tegmark. Jag rekommenderar båda böckerna varmt.

En insikt Turing hade 1951, och som tenderar att bekräftas i Bostroms och andras arbeten, är att när väl en superintel-

lignent AGI är på plats, och vi människor alltså inte längre är planetens intelligenta varelser, så kan vi inte räkna med att kunna behålla kontrollen. Allt hänger då på vilka drivkrafter och mål maskinerna har. Ett lite karikatyrartat men ofta citerat exempel på hur saker kan gå fel är det så kallade *Paperclip Armageddon*, där det stora AGI-genombrott som triggar intelligensexlosionen sker med en maskin satt att sköta en gemfabrik, med maximering av gemproduktion som mål. När maskinen nått superintelligensnivå skriker den raskt till verket med att omvandla all materia på vår planet – inklusive oss människor – till en jättelik hög med gem.

Hur kan vi säkerställa att ett AGI-genombrott får konsekvenser av mer önskvärt slag? Ett huvudspår i den gryende forskningen på detta område är se till att den första superintelligenta maskinen har värderingar och mål som prioriterar mänsklig välfärd och även i övrigt är i samklang med goda mänskliga värderingar – vad som nu menas med sådana. Detta projekt benämns *AI Alignment*, och anses av flera skäl vara mycket svårt. Ett av skälen är något som alla programmerare känner till: när vi programmerar tenderar vi att göra fel, och när en diskrepans föreligger mellan vad vi programmerat och vad vi egentligen menade så blir det förstnämnda styrande. Ett annat skäl ligger i ett slags grundläggande instabilitet, där till synes små avvikelser från de mål vi avser kan ha katastrofala konsekvenser. Det gäller också att välja mål med omsorg: ett förmånligt klingande mål som "maximera mängden välbefinnande minus lidande i världen" skulle måhända få i någon mening gynnsamma konsekvenser för universum, men troligen också leda till mänsklighetens utplåning, då ju våra kroppar och hjärnor rimligtvis är mycket långt ifrån optimala när det gäller att maximera mängden välbefinnande per kilogram materia.

Ännu en komplicerande faktor när det gäller att lösa AI Alignment är den kapplöpningmentalitet som allmänt råder inom AI-området, och som vi exempelvis kan träffa på i den svenska AI-diskurs som ofta anlägger ett snävt nationellt perspektiv och hävdar att det nu är dags

att storsatsa på allvar om vi skall hänga med jättarna i USA och Kina. Faran ligger i att om två eller flera intressenter (företag eller nationer) tävlar om att bli först med att skapa en superintelligens, så kommer den som väljer att försöka lösa *både* superintelligens- och AI Alignment-problemen att stå inför en svårare uppgift än den som nöjer sig med att *enbart* skapa en superintelligens, och kan därför hamna på efterkälken. Denna logik riskerar därmed att leda till att AI Alignment nedprioriteras, och till en ökad risk att ett AGI-genombrott resulterar i global katastrof. En liknande problematik föreligger också för de mer jordnära AI-risker jag diskuterat ovan.

Låt mig summera. Det kan givetvis hända att något eller några av exemplen i mitt svep över AI-risker vid närmare analys visa sig illusoriska, men även om så skulle ske så räcker de övriga för att påvisa det förhastade i *Ethics Guidelines*-bedömningen att "on the whole, AI's benefits outweigh its risks". Förhoppningsvis kommer denna och andra tivelaktiga formuleringar att vara korrigerade i nästa version av rapporten. Jag påstår inte att balansen går åt motsatt håll, utan konstaterar att vi i dagsläget helt enkelt inte vet. Ändå upprepas gång på gång samma ogrundat optimistiska bedömning som, särskilt i kombination med nämnda kapplöpningsmentalitet, uppmuntrar till ett alltför obekymrat och vårdslöst framåtskridande i blindo. Jag pläderar givetvis inte för att stoppa utvecklingen, men den behöver ske med långt högre grad av framsynthet och nykter konsekvensanalys än vad fallet är idag.

OLLE HÄGGSTRÖM
CHALMERS OCH INSTITUTET
FÖR FRAMTIDSSUDIER



Några av de böcker och rapporter som direkt eller indirekt legat till grund för denna artikel

Det EU-utkast som kritiseras i texten

The European Commission's High-Level Expert Group on Artificial Intelligence, *Draft Ethics Guidelines for Trustworthy AI*, December 18, 2018, <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/draft-ethics-guidelines-trustworthy-ai>

Populär och lättläst allmän introduktion till AI-risk

Tegmark, Max, *Life 3.0: Being Human in the Age of Artificial Intelligence*, Vintage, New York, 2017.

Något mer detaljerat om följder av ett eventuellt AGI-genombrott

Bostrom, Nick, *Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies*, Oxford University Press, Oxford, 2014.

Häggström, O. Thinking in advance about the last algorithm we ever need to invent, in *29th International Conference on Probabilistic, Combinatorial and Asymptotic Methods for the Analysis of Algorithms (AofA 2018)* (ed. J. Fill och M. Ward), Leibniz International Proceedings in Informatics 110, 5:1-5:12, 2018, <http://drops.dagstuhl.de/opus/volltexte/2018/8898/pdf/LIPIcs-AofA-2018-5.pdf>

Hur vet vi att exoplaneter finns?

Planeter kring andra stjärnor, s.k. "exoplaneter", började upptäckas först för cirka 25 år sedan. Med tanke på att existensen av andra världar utöver jorden har debatterats filosofiskt sedan åtminstone antiken, är detta mer eller mindre en blinkning i ett vetenskapshistoriskt perspektiv. Under denna blinkning har dock vår förståelse av andra världar i universum växt monumentalt. Numera känner vi till hundratal säkra och tusentals sannolika exoplaneter av olika slag, från små sten/metallplaneter mindre än Merkurius till väldiga gasjättar som i vissa fall väger mångdubbelt mer än alla solsystemets planeter tillsammans. Ändå ligger de här planeterna ofta hundratalars ljusår bort, och är så ljussvaga att de i allmänhet inte kan särskiljas från sin mycket ljusstarkare moderstjärna. Så hur vet vi att de finns?

Lite förenklat kan man säga att det hittills har funnits två huvudsakliga metoder för att upptäcka exoplaneter. För det första kan man använda dynamiska metoder. När en planet rör sig i en bana kring en stjärna på grund av stjärnans tyngdkraft, så rör sig även stjärnan lite som svar på planetens tyngdkraft. Om en planet har en banperiod på ett år, kommer därför även stjärnan svänga lite fram och tillbaka med en period på ett år. Med tillräckligt precisa instrument går den här rörelsen att mäta. På så sätt kan man med hjälp av cykliska stjärnrörelser sluta sig till att det bör finnas planeter kring stjärnan, utan att se planeterna själva.

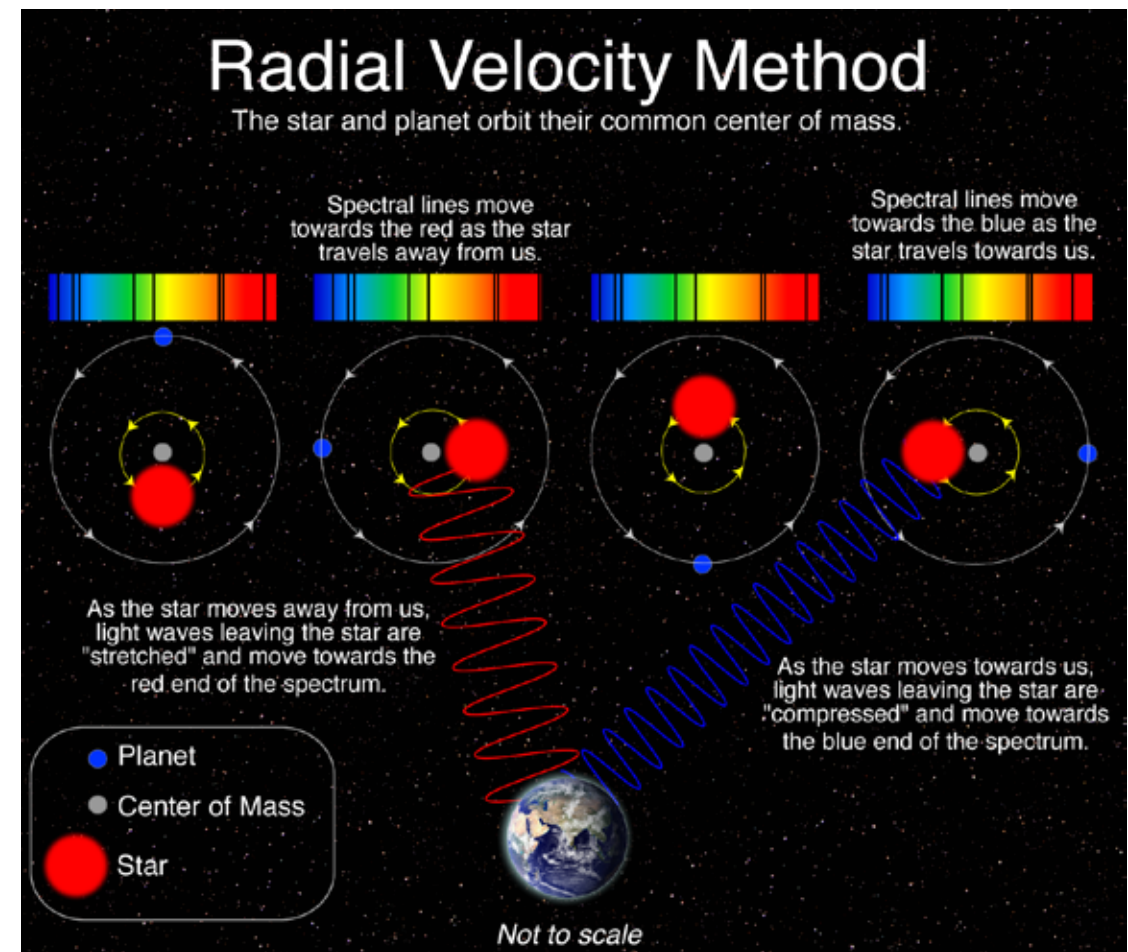
För det andra kan man använda den så kallade transit-metoden. Om en planet råkar passera emellan sin stjärna och en

observatör på jorden, kommer planeten blockera ut lite av det ljuset från stjärnan som annars hade nått observatören. Stjärnan ser då lite mörkare ut, tills dess att planeten passerat. När planeten har gått ett helt varv kring stjärnan kommer den tillbaka till samma plats igen, och stjärnan ser återigen lite mörkare ut. Om en stjärna uppvisar sådana här periodiska förmörkelser kan man alltså återigen komma fram till att det antagligen finns en planet kring stjärnan, utan att ha sett planeten själv.

Båda de här metoderna är dock förknippade med vissa risker. Variabla effekter hos stjärnor, som solfläckar eller andra yteffekter på stjärnan, kan till exempel lätt förväxlas med de signaler man letar efter för att identifiera exoplanetsystem. Och skall man leta efter små förändringar över tid, som är fallet för båda de här metoderna, är det säkrast att man ser till att ha väldigt stabila och kalibrerbara instrument. I början av den här artikeln daterade jag de första upptäckterna av exoplaneter till tidigt 90-tal. Men redan under 1960-talet publicerades upptäckter av först en och så småningom två planeter kring den närlägnade röda dvärgstjärnan "Barnard's Star". Den dåvarande direktören för Sproul-observatoriet i Swarthmore (USA) hade gjort noggranna mätningar av Barnard's Star under flera decennier, och kommit fram till att den rörde sig på ett sådant sätt att den måste ha planeter kring sig. Under 1970-talet gjordes dock noggrannare mätningar vid andra observatorier som inte kunde bekräfta resultaten. Dessutom genomfördes en omgranskning av Sproul-resultaten av andra forskare, som kom fram till att

stjärnans synbara rörelse var ett resultat av ändringar i det optiska instrument som användes för mätningarna; framförallt genom de regelbundna rengöringarna av teleskopets lens. Direktören vidhöll till sin död att mätningarna var korrekta, men idag har vi mätningar som är tusentals gånger noggrannare än vad som var möjligt på 1960-talet, så vi kan konstatera med fullständig säkerhet att de rapporterade planeterna aldrig existerade.

Numera är exoplanetinstrument byggda för extrem stabilitet, och för att kunna kontinuerligt kalibreras för att undvika systematiska effekter. Detta undviker många svårigheter, men andra kvarstår. GJ 581 är en närliggande stjärna som har flera rapporterade planeter omkring sig, upptäckta med dynamiska metoder. Den dynamiska signalen från systemet domineras av de tyngsta planeterna, men om man modellerar och subtraherar deras signaler, kan signaler från mindre planeter träda fram ur dataserien. Om man i sin tur subtraherar dessa kan eventuellt ännu mindre planeter urskiljas, o.s.v. En astronom vid Lick-observatoriet i Kalifornien drog detta till sin spets genom att successivt subtrahera fram nya planeter ur sina data över GJ 581-systemet tills han fått fram en svag sjätte planetsignal. Den här planeten visade sig ligga inom systemets så kallade "beboeliga zon" – d.v.s., den del av området i systemet som varken är för långt eller för kort ifrån stjärnan för att vatten skulle kunna existera i flytande form på en planets yta. Flytande vatten tros i sin tur vara en av de viktigaste aspekterna för att liv skall kunna uppkomma och leva vidare på en planet. Att en planet befinner sig i den beboeliga



zonen betyder naturligtvis inte att det nödvändigtvis finns liv på planeten, eller ens att där finns vatten, men det är ändå en spännande aspekt, eftersom det iallafall utgör någon slags grundförutsättning för att liv skulle kunna trivas där. Signalen som hade identifierats i Lick-observatoriets data var den första som uppfyllde det här kriteriet.

Uppenbart exalterad över sin upptäckt skrev astronomen ihop en snabb artikel om planeten i den beboeliga zonen, och dedikerade den i artikelns slutnoter till sin flickvän. Eftersom den här typen av upptäckter har stort publikt genomslag anordnades en presskonferens där astronomen deltog. Vid konferensen frågade en journalist vad sannolikheten var för att det skulle kunna finnas liv på den nya planeten. Med huvudet fortfarande bland molnen (får man förmoda) svarade astronomen att enligt hans uppfattning var sannolikheten 100%. Rubrikerna da-

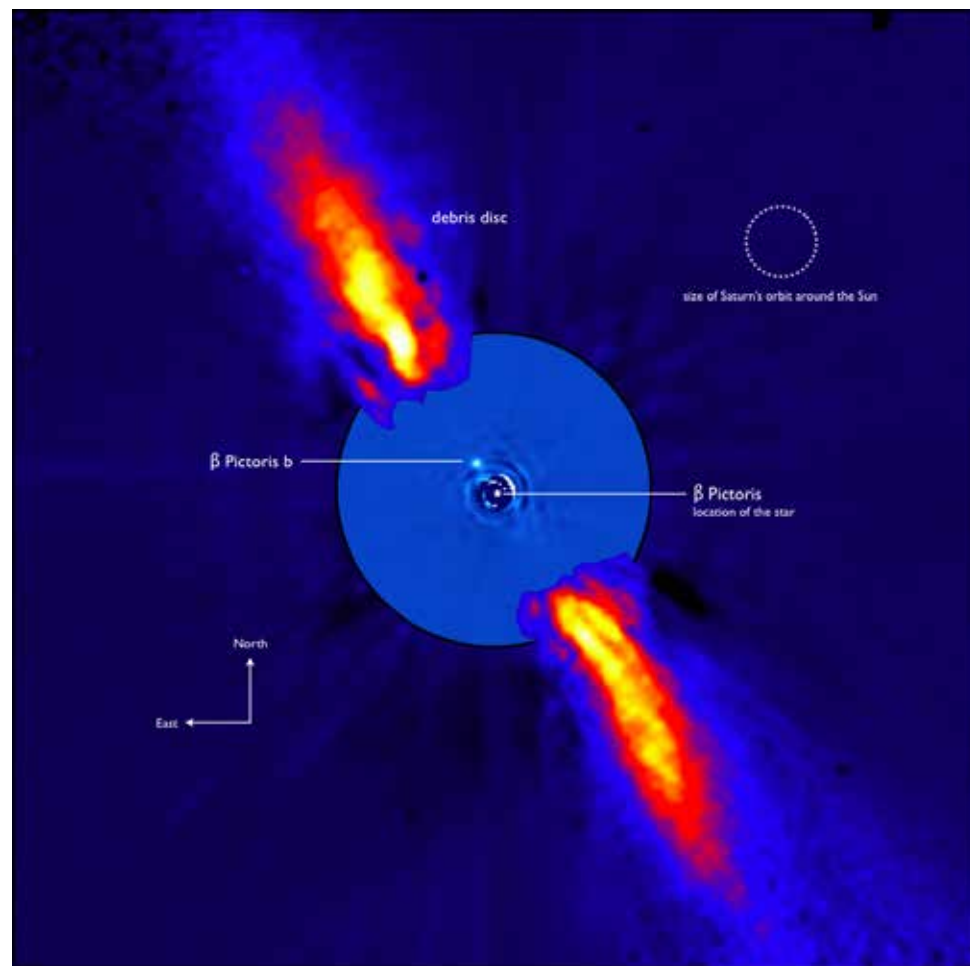
gen efter blev ungefär som man kan förvänta sig. "Probability for life on newfound planet 100%, says astronomer".

Den snabbtränkte läsaren har nog sedan länge förutsett problemet: Planeten finns kanske inte överhuvudtaget. Andra forskargrupper har analyserat data för systemet med bättre instrument, längre tidsserier, och mer sofistikerade analysmetoder, och ser inga tecken för planetens existens. Ett av problemen i analysen av sådana här multipla planetsystem är att när man modellerar och subtraherar bort en signal för att hitta svagare signaler kommer modellen att ha vissa fel som har återverkningar i den subtraherade signalen. När man subtraherar bort signal efter signal för att hitta allt svagare signaler, kan de olika felen fortplanta sig och samverka för att t.ex. i vissa fall skapa falska signaler som liknar vad man skulle vänta sig av en planet.

De här olika exemplen visar på vik-

ten i frågan om hur vi vet att exoplaneter faktiskt finns. Hur kan vi vara säkra, och hur säkra kan vi vara? Exemplet visar på svårigheter som kan uppkomma, men de är valda just för detta avseende, och representerar inte exoplanetforskningen i stort. De flesta (inte alla) studier som publiceras är redan från början seriösa och väl kontrollerade. Om man har intressanta indikationer på en planet, men det kvarstår vissa oklarheter, brukar man vara noggrann med att referera till upptäckten som en "planetkandidat" för att markera att mer studier kommer att behövas för att befästa resultaten.

Även en seriös studie kan dock ge missvisande resultat, och därför är den klassiska vetenskapsmodellen, där upptäckterna ses som hypoteser som ständigt kan vara subjekt för korrigeringar och förfining, helt väsentlig i sammanhanget. En särskilt viktig aspekt i detta är att det finns oberoende forskningsteam som



kan göra alternativa analyser med andra instrument eller andra metoder. Denna kontrollmekanism är mycket effektiv för att undvika den typ av upptäckarhybris som kännetecknar de exemplen jag gav ovan, och som nog är en fälla som de allra flesta skulle kunna riskera att fastna i, även om man är vältränad forskare.

Ett ännu mer effektivt sätt att bekräfta exoplaneters existens är om man kan upptäcka samma planet med två helt olika metoder. I början nämnde jag dynamiska metoder och transit-metoder. Båda har sina olika felkällor och sin potential för falska upptäckter. Men om man kan hitta samma planet med båda metoderna, har man en riktig jackpot. Det vore extremt svårt att förklara en sådan kombination med något annat än just en exoplanet. Antalet exoplaneter där så är fallet har vuxit snabbt det senaste decenniet, och idag finns det hundratals planeter som dubbel-bekräftats på detta

sätt. Alltså kan vi idag vara synnerligen säkra på att exoplaneter inte bara existerar, utan är mycket vanliga och sannolikt finns kring nästan alla stjärnor.

Ännu en särskilt effektiv metod att bekräfta om en planet finns vore ju naturligtvis att ta bilder av planeten själv. Alltså inte att använda indirekta metoder som ovan, utan att faktiskt få direkta bilder av planeten. Ett mycket mer konkret bevis av planetens existens går ju knappast att få. Direkt avbildning av planeter är den forskningsinriktning som jag själv huvudsakligen jobbar med. Det är en ganska ny gren av exoplanetforskningen, trots att det är en uppenbar metod, på grund av att det helt enkelt har varit för svårt med den tekniska kapacitet som har funnits under 90- och 00-talen. Men utvecklingen går snabbt framåt, och idag har vi kunnat avbilda något dussin exoplaneter. Så här långt kan vi bara avbilda jätteplaneter, eftersom de är enklast att upptäcka,

men siktet är inställt på mindre, bland annat jordlika, planeter. Sannolikt kommer vi att komma långt på den vägen under det kommande decenniet.

Vilken av alla exoplaneter kan vi vara allra säkrast på? Från min synvinkel är det en planet som kallas beta Pictoris b. Den har avbildats direkt av minst fyra olika forskningsgrupper med olika instrument, flera gånger per år sedan upptäckten 2009; man har kunnat följa den i dess bana kring stjärnan och tagit spektra av dess atmosfär, och dessutom har den oberoende bekräftats i indirekta mätningar med den dynamiska metoden. Det vore nog svårt att hitta någon astronom som hyser någon grundad tvekan om att beta Pictoris b verkligen finns!

MARKUS JANSON
INSTITUTIONEN FÖR ASTRONOMI,
STOCKHOLMS UNIVERSITET



ÄR DU GYMNASIELÄRARE I FYSIK? FÖLJ MED TILL CERN



Varje år arrangerar institutionen för fysik vid Göteborgs universitet en studieresa till partikelfysik-laboratoriet CERN i Schweiz för studenter på fysikprogrammet.

Vi erbjuder även upp till tre gymnasielärare i fysik att följa med. Resan äger rum 15-18 maj 2019 och är avgiftsfri. Kostnader för flygresor ersätts inte.

Visualisering av fysikaliska fenomen

Många fysikaliska fenomen kan visualiseras genom att fånga och studera små laddade vätskedroppar. Vi visar bland annat på ljusets strålningstryck med den teknik som förra årets nobelpristagare i fysik Arthur Askin utvecklade.

Den snabba tekniska utvecklingen har gjort det möjligt att i undervisning använda experimentell utrustning som tidigare bara funnits tillgänglig i avancerade forskningslaboratorier. Dessa alltmer avancerade och datorstyrda experiment tenderar dock att bli svarta lådor där man inte kan observera hur själva experimentet går till. De kompakta USB-kopplade spektrometrarna som finns kommersiellt tillgängliga är ett tydligt exempel på denna trend. Som ett komplement utvecklar vi nu mer visuellt tydliga experiment för att kunna demonstrera olika fysikaliska fenomen där det mänskliga ögat kan användas som detektor. Figur 1a visar en schematisk skiss på den utrustning vi byggt upp för att studera vätskedroppar.

Vi skapar små vätskedroppar med en dispenser som består av en tunn kanal kopplad till en piezokristall som pressar ut droppar med en typisk storlek på 30 µm. Vätskan som används är en vatten-glycerol lösning. Vattnet avdunstar snabbt och lämnar kvar en ren glyceroldroppe. Genom att variera blandningsförhållandet kan vi välja droppens storlek. Vid mynningen på dispensern finns en elektrod placerad. Genom att lägga på en spänning på ett tiotal Volt kan vi styra droppens laddning. Vi kan få droppar som har ett överskott eller underskott på upp till 10 000 elementarladdningar.

En droppe som lämnar dispensern faller i gravitationsfältet och når en konstant hastighet när luftmotståndet blivit lika stort som gravitationen. Droppen faller in i experimentkammaren som består

av objektglas belagda med ITO, vilket är ett ledande och transparent material som bland annat används i LCD displayer. Droppens rörelse kan fångas med en kamera med en stroboskopisk metod genom att belysa droppen med en pulsad LED (LED1 i figur 1a).

Om man applicerar ett horisontellt elektriskt fält kommer en laddad droppe att böjas av. Genom att variera antingen droppens storlek, dess laddning eller styrkan på det elektriska fältet kan man studera hur laddade partiklar rör sig i elektriska fält (figur 1b). På detta vis kan laddade partiklars rörelse i elektriska fält visualiseras, något som på de flesta fysikkurser endast behandlas teoretiskt.

Som nästa steg fokuserar vi en vertikalt riktad laserstråle in i experimentkammaren. En droppe kan då fångas strax ovanför laserljusets fokus och där hållas fångad i många timmar. I figur 1c ser man tydligt det spridda ljuset från en fångad glyceroldroppe. Fenomenet kallas optisk levitation och visar hur strålningstrycket från ljuset kompenserar den nedåtriktade gravitationskraften. Även gradientkrafter från den inhomogena laserstrålen hjälper till att hålla partikeln kvar i fokus, vilket beskrevs i förra numret av fysikaktuellt (Årets nobelpris i fysik, 4, 2018). Genom att ändra effekten på laserljuset kan partikeln flyttas vertikalt då strålningstrycket ändras proportionellt mot lasereffekten. Detta är ett spektakulärt experiment som vi ofta visar vid studiebesök i vårt laboratorium. Det bör dock påpekas att detta kräver att besökarna utrustas med laser-skyddsglasögon.

Ljusstrålar som passerar genom den fångade droppen kommer att brytas. Droppen kommer alltså ha samma effekt på laserstrålen som ett cirkulärt blockerande objekt. Därför uppkommer ett diffraktionsmönster (figur 1d) vilket kan projiceras på en skärm. Genom att bestämma avståndet mellan fransarna i mönstret, antingen direkt med linjal eller med hjälp av en kamera, kan storleken på droppen bestämmas. Massan beräknas sedan utifrån känd densitet och antagandet att droppen är sfärisk.

Den fångade droppen kan alternativt visualiseras genom att den belyses med en LED (LED2 i figur 1a) som placeras rakt bakom droppen. Partikeln kommer då att skugga ljuset och man ser partikeln som en svart cirkel. Figur 1e visar detta när två droppar befinner sig i den optiska fällan. Ett intressant fenomen här är Poissons (eller Aragos) fläck som kan ses som en liten ljus fläck i mitten av de svarta skuggorna. Historisk var denna observation avgörande för att påvisa ljusets vågnatur.

Om ett alternerande elektriskt fält (AC-fält) appliceras över en fångad (och laddad) droppen kommer den att oscillera upp och ner i fällan. Droppens rörelse kommer att motverkas av luftmotståndet. Detta gör att experimentet kan beskrivas som en dämpad driven harmonisk oscillator. Figur 1f visar det pålagda elektriska fältet (blå linje) och droppens vertikala position (grön linje). Vid $t=9$ s, markerat med en röd linje, är droppens rörelse ur fas med det drivande fältet, vilket beror på att den är negativt laddad. Droppens absoluta laddning kan bestämmas från amplituden. Man ser även att utslaget är lite fasförskjutet i förhållande till den pålagda spänningen, vilket är en direkt följd av dämpningen.

I experimentet som visas i figur 1f har ett α -preparat placerats nära droppen. Preparatet är av den typ som säljs för demonstration av radioaktivitet. Majoriteten av de emitterade α -partiklarna kommer att jonisera luften i experimentkammaren, och en liten del kommer att träffa droppen. Om droppen är negativt laddad

kommer de positivt laddade molekylerna som skapas i luften att dras till droppen vars nettoladdning då minskar. I Figur 1f kan man se hur amplituden gradvis minskar tills rörelsen helt upphör vid $t=38$ s. Detta enkla optiska experiment kan därför fungera som en detektor för radioaktiv strålning, likt ett Geiger-Müller rör. Därefter börjar droppen att oscillera igen, men fasen har nu förskjutits 180 grader, markerat med ett rött streck vid $t=69$ s. Detta beror på att α -partiklarna som träffat droppen medfört att elektroner emitterats så att den blivit positivt laddad.

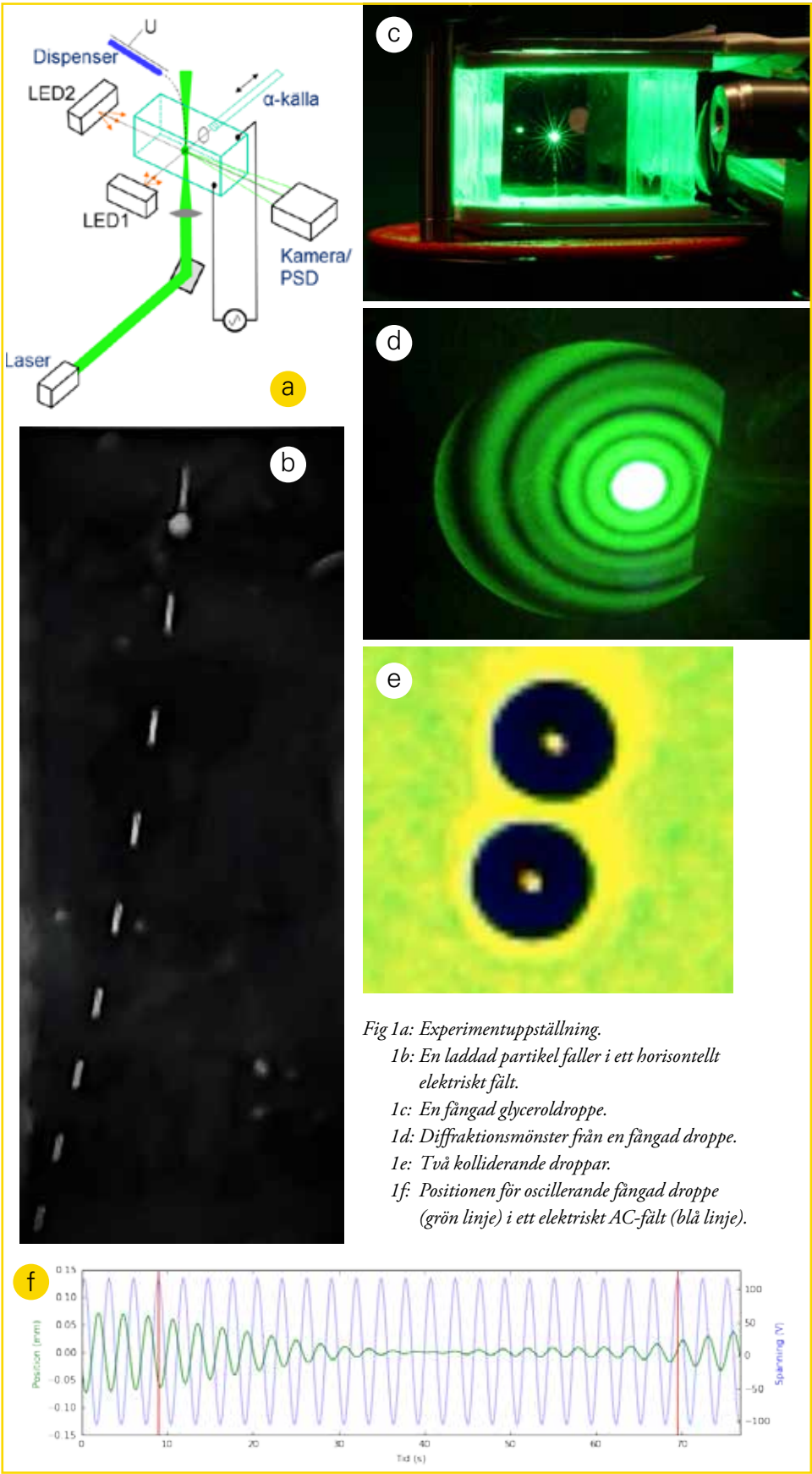
Vi kan med denna enkla experimentuppställning visa hur man kan visualisera en mängd olika fysikaliska fenomen. Det fungerar utmärkt både för demonstrationer och laborationer. Vi fortsätter att vidareutveckla experimentet så att vi kan variera trycket och observera när enskilda elektroner lämnar droppen, liknande Millikans försök. Vi använder experimentet i didaktiskt forskning där vi undersöker hur denna utrustning kan användas inom gymnasieskolans undervisning. För detta har vi utvecklat experimentet så att det kan fjärrstyras via ett webbinterface.

Avslutningsvis kan vi nämna att vi använder en liknande uppställning inom vår forskning där vi till exempel studerar kollision av vätskedroppar. Dessa studier har som mål att bidra till förståelsen av de fysikaliska processerna vid molnbildning. Bild 1e kommer från ett kollisionsexperiment när två vätskedroppar är på väg att kollidera.

OSCAR ISAKSSON
ANDREAS JOHANSSON
JAVIER TELLO MARMOLEJO
JONAS ENGER
DAG HANSTORP

Fakta:

Laser	532 nm, 1 W
Droppstorlek	20-40 µm
Droppfrekvens	"On demand" -1000 Hz
Elektriska fält	<200 V/cm
α -strålare	241-Am, 5.6MeV
Dispenser	model A010-210 från Gesim



Fysik som bryggja mellan gymnasiet och universitetet

Så kan universitetet och gymnasieskolan samverka kring fysikundervisning

Naturvetenskapliga institutioner brottas med sjunkande ansökningstal, trots att efterfrågan på kompetenserna ökar. Ett möjligt sätt att vända trenden kan vara att så fröna för fysikintresset tidigt genom att utveckla gymnasieskolornas fysikkurser. Hos institutionen för fysik vid Göteborgs universitet har man hittat former för utbyten med gymnasieskolan som båda parter drar nytta av.

Professor Dag Hanstorp och lektor Jonas Enger arbetar på institutionen för fysik vid Göteborgs universitet. Båda är i grunden gymnasielärare i fysik, och har med hjälp av sina kontakter och erfarenheter som både forskare och lärare byggt upp lyckade samarbeten mellan institutionen och en rad gymnasieskolor i Västsverige.

Långväga elever

Ett sätt som de samverkar med skolorna på är genom att erbjuda gymnasiekursen Fysik 3 i institutionens regi.

– Få skolor har råd att ge den kursen eftersom elevunderlaget är för tunt. Därför samlar vi fysikintresserade kursdeltagare från många olika gymnasieskolor och ger dem undervisningen här på universitetet. Eftersom jag och Jonas är behöriga lärare har vi dessutom kunskap om och erfarenhet av att sätta betyg på en gymnasiekurs. Det fungerar väldigt bra, säger Dag Hanstorp.

Jonas Enger uppskattar att det rör sig om drygt 30 gymnasieelever per år som läser Fysik 3 på institutionen för fysik. Vissa av dem reser långt med tåg till Göteborg från andra städer för att delta.

– Det skapar ett mervärde för eleverna att kursen hålls här. De får träffa doktorander och forskare, se labbmiljöer och får en uppfattning om hur det är att läsa vid ett universitet. Sedan känns det väldigt kul att se många av dem dyka upp i korridorerna igen när de valt att läsa fysik, säger Jonas Enger.

Kurspaket för lärare

Jonas Enger och Dag Hanstorp fortsät-

ter att ta fram former för samverkan med fokus på gymnasieskolor. I fjol lanserade institutionen ett kurspaket med fortbildning inom fysik för lärare omfattande 1,5 högskolepoäng per termin.

– Vi håller ett lugnt tempo. Lärarna kopplar tillbaka det de lär sig till sina elever och till sina kollegor, så det skapar ringar på vattnet, säger Jonas Enger.

Institutionen för fysik håller även kontakten med skolvärlden genom gymnasielärare som parallellt med sitt jobb som lärare erbjuds forskarutbildning. Det finns till exempel möjlighet att doktorera på deltid samtidigt som man arbetar som lärare genom CUL, Centrum för utbild-

ningsvetenskap och lärarforskning. En som valt det spåret är Andreas Johansson.

– De båda rollerna gynnar varandra. Jag har alltid tyckt det är roligt att läsa teori och sedan testa den, och med det här upplägget får jag både fördjupad ämneskunskap och didaktisk kunskap.

Andreas Johansson jobbade heltid som gymnasielärare i fem år innan han började som doktorand på 50 procent.

– Det var bra att ha jobbat några år som lärare innan man blev doktorand också, så att man inte var ny på två jobb samtidigt. Min chef på skolan var väldigt stöttande, och jag är tacksam för att de vågade satsa på mig på det här sättet. Men så ger det också mervärde åt båda håll att jag har en fot i varje värld, säger Andreas Johansson.

Tillbaka i skolbänken

En annan lärare som numera delar sin tid mellan gymnasiet och Göteborgs universitet är Oscar Isaksson. Efter tio år som gymnasielärare kände han att han behövde testa något nytt, utan att för den sakens skull släppa lärarrollen.

– Jag ville få ny input och tvingas tänka till igen. Ämnesspecifikt fanns det inte mycket vidareutbildning att tillgå via min arbetsgivare. Då dök en forskarskola upp, som jag hakade på, och jag blev doktorand på 80 procent, säger Oscar Isaksson, vilket nu lett fram till en lic-avhandling.

Han erkänner att det var tufft att hamna i skolbänken själv igen efter att ha stått på andra sidan katedern såpass länge. Åren med tentaskrivande och många långa timmar i labbet har gett honom nya perspektiv som lärare.

– Känslan av att vara student igen är väldigt nyttig. Den har fått mig att tänka till kring min egen undervisning och hur jag examinerar mina elever, till exempel, säger Oscar Isaksson.

CAROLINA SVENSSON
KOMMUNIKATÖR
INSTITUTIONEN FÖR FYSIK,
GÖTEBORGS UNIVERSITET

Intresserad av att forska vid sidan av lärarjobbet?

Här är Oscars och Andreas tips:

1. Se till att ha din arbetsgivare med på tåget. Förklara att det inte handlar om att du vill lämna skolan, utan om att du vill utvecklas och utmanas. Motivera med att det gynnar eleverna och skolan.
2. Håll utkik efter öppningar och lämpliga tjänster. Göteborgs universitet har till exempel så kallade CUL-doktorander. Kontakta fysikinstitutionen på ditt närmsta universitet och kolla läget.
3. Var det länge sedan du pluggade? Börja med att läsa en kvällskurs. Det kan vara något av en chock att sätta sig i skolbänken igen, och doktorsstudier är mycket tidskrävande även på deltid.

BESÖK SVERIGES STÖRSTA VETENSKAPSMÄSSA OCH TÄVLING FÖR UNGA

Utställningen Unga Forskare välkomnar alla projekt med koppling till naturvetenskap, teknik och matematik. Du som lärare får stöd att nå målen. Dina elever får inspiration, motivation och hjälp att nå längre.

I Utställningen får eleverna

- Feedback från forskare i sitt ämne
- Träning i presentationsteknik
- Träffa andra likasinnade ungdomar
- Förberedelse redan i åk 1 och 2 genom besök och föreläsningar som ger eleven god framförhållning
- Tävla om priser till ett värde av 500 000 kr
- Incitament att satsa ytterligare på sitt gymnasiearbete



Kom med din klass och inspireras på en semifinal eller finalen av årets deltagare. Perfekt förberedelse inför gymnasiearbetet för tvåorna

Semifinaler

Luleå	28 februari
Örebro	28 februari
Malmö	1 mars
Lund	5 mars
Stockholm	6 mars
Borlänge	6 mars
Göteborg	7 mars
Karlshamn	7 mars

Finalen

Tekniska Museet	27 - 28 mars
Stockholm	

UTSTÄLLNINGEN
UNGA FORSKARE

Läs mer på ungaforskare.se/utstallningen



Det brusar allt mer från vattnet i kastrullen på spisen, när temperaturen stiger. Men precis när det börjar koka avtar ljudet. Så har många med mig trott, men hur väl stämmer det?

Vatten – en unik substans

Man slås direkt av att det tar lång tid att värma upp vatten. Trots att vattenmolekylen är väldigt enkel är vattnets fryspunkt och kokpunkt betydligt högre än för många andra ämnen med ungefär samma molekylstorlek och molekylmassa. Det beror på dipolmomentet och vätebindningarna. För att bryta dessa åtgår energi, snarare än att sätta molekylerna i rörelse. Det resulterar i hög smältentalpitet, hög specifik värmekapacitet och hög ångbildningsentalpitet. Nackdelen med hög specifik värmekapacitet och ångbildningsentalpitet uppvägs bl.a. av minskad risk för torrkokning, att vatten är bra som kylvätska, och utan vätebindningar hade vatten vid normaltemperatur varit en gas och inget liv i nuvarande form hade kunnat uppstå på jorden. Tycker man ändå att det tar för lång tid att värma vatten på spisen, kan det stora dipolmomentet utnyttjas i en mikrovågsugn till att ”vicka på” molekylerna i takt med mikrovågorna, och därmed ge snabbare uppvärmning.

Messen ist Wissen – säger tysken

Jag värmdes vattnet på en induktionshäll med kastruller med ferromagnetisk bot-

ten. Moderna termometrar utnyttjar att resistansen ändras med temperaturen hos en metall eller halvledare (termistor). Andra utnyttjar termoelektricitet. exempelvis den mycket vanliga givaren typ K (chromel–alumel), som kan kopplas till en digitalmultimeter. För att uppnå den akribi som tarvades valde jag en Pt100-givare, vanlig i industrin. Den har resistansen 100 Ω vid 0 °C, vilken ändras linjärt, stabilt och snabbt med temperaturen. Den har också hög precision, och skärskådar man kurvorna i figur 1, ser man att plattan vid 100 °C är lite hackig ($\pm 0,1$ °C). Mätvärdena registrerades var 5:e sekund via ett gränssnitt kopplat till en dator. Lufttrycket varierade mellan 1000 och 1013 mbar under mät dagarna, vilket motsvarar en koktempvariation på cirka 0,3 °C.

Mängden vatten

Jag började med cirka 1 liter vatten som höll rumstemperatur (ca 20 °C). Med samma inställning på spisen mätte jag koktiderna utan lock på 1 liter i en liten respektive stor kastrull. Ökade sedan mängden till 1,5 liter och 2 liter i den stora kastrullen. Koktiderna blev ungefär 470, 580, 840 respektive 1100 sekunder (figur 1). Det går fortare att värma 1 li-

ter vatten i den lilla kastrullen, eftersom den väger 65 % av den större kastrullen. Avsvlningen går fortare i den stora kastrullen, eftersom vattnets yta har större area mot omgivningen. I den stora kastrullen är koktiden längre ju mer vatten kastrullen har. Likaså tar mer vatten längre tid att svalna.

Lägga locket på

Kokar vattnet på kortare tid om kastrullen har locket på? Jag tog en kastrull med 1 liter vatten vid rumstemperatur och mätte tiden till dess vattnet kokade, dels utan lock, dels med lock (figur 2). Det gick lite snabbare med lock. Den tillförda energin är densamma och åtgår mestadels till ångbildningen, och ganska lite till strålning och ledning. När värmetillförseln slutar blir även strålning och ledning märkbara och vattnet svalnade betydligt långsammare med lock.

Fortsätter man att koka vattnet med lock, stiger ångtrycket i kastrullen och locket börjar hoppa, varvid trycket åter blir lika med lufttrycket. Ett lock med diameter 20 cm och massa 200 g trycker med 16 Pa = 0,16 mbar, vilket är försumbart relativt lufttrycket. Man kan då ta ett tyngre lock eller en tryckkokare. När trycket ökar behöver molekylerna i vatt-

net mer kinetisk energi för att övergå till gasform och därmed höjs kokpunkten. Vattnets ångtrycksskurva är inte linjär, men i medeltal krävs i intervallet 100 – 120 °C nästan 50 mbar för en höjning av kokpunkten med 1 °C. En tryckkokare erbjuder omkring dubbla lufttrycket, vilket ger en koktemperatur på cirka 120 °C. Det i sin tur reducerar koktiden för exempelvis potatis med nära hälften.

Hur låter vattnet?

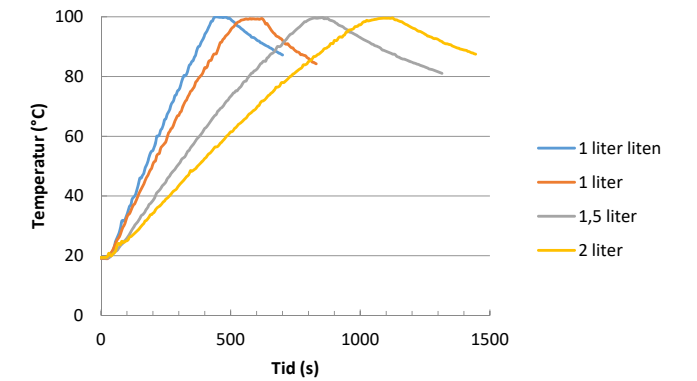
Först vid drygt 50 °C bildas små bubblor av vattenånga på botten av kastrullen. När vattentemperaturen stigit till cirka 80 °C börjar ett susande ljud höras. Ljudet kommer från de ångbubblor på några mm som stiger från botten, men som snabbt kollapsar (kavitation), när de når det vatten lite högre upp som är kallare än ångan. Vatten är en icke-kompressibel vätska och energin från kollapserna omvandlas till ljud, ungefär som ljudet i en vattenledning när man plötsligt ändrar flödet genom att stänga kranen, s.k. vattenhammare. Först vid 98 °C började bubblorna orka upp mot ytan. För det krävs att ångtrycket i bubblorna är lika med lufttrycket. Eftersom värmen kommer underifrån trodde jag att vattnets temperatur skulle vara lite högre nära botten än närmare ytan. En mätserie med två givare, en nära botten och en nära ytan, visade dock ingen skillnad. Tydligt jämnade konvektionen ut en eventuell skillnad.

Det påstås ibland att det susande ljudet upphör när vattnet börjar koka, något jag själv trott eller inbillat mig. Därför mätte jag ljudspektrum strax före och strax efter det att kokningen börjat (figur 3), och kunde inte se någon påtaglig skillnad. Spektrum påminner om vitt brus.

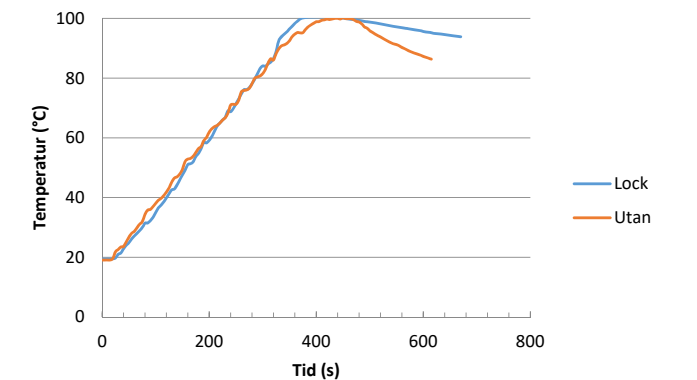
Gjuta olja på vågorna

Att olja på en havsytta dämpar våghöjden är känt sedan länge. Fartygen under 1800-talets senare hälft medförde förråd av olja som kunde hållas ut från fören. Oljan dämpade vågorna och minskade risken för att brottsjöar sköljde in över däck. På 1880-talet såldes också en livboj med en oljebhållare som tömdes när livbojen landade vid den nödställda.

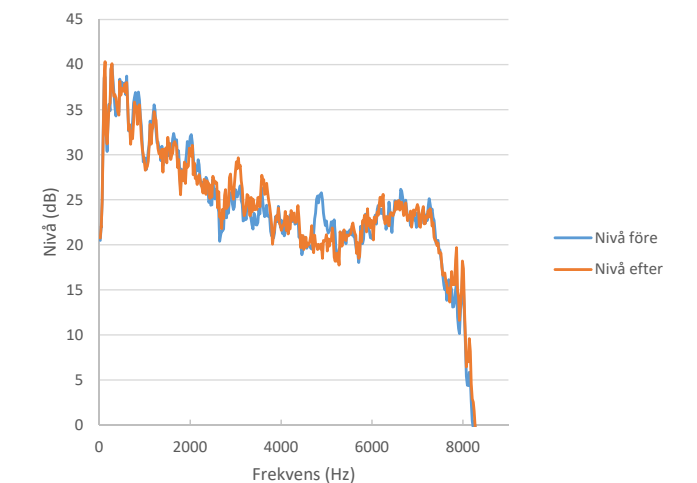
Figur 1: Koktiden för olika mängder vatten, dels 1 liter i en liten kastrull, dels 1 liter, 1,5 liter respektive 2 liter i en stor kastrull.



Figur 2: Koktider för 1 liter vatten med och utan lock. (Ej samma kastrull som i figur 1).



Figur 3: Ljudspektrum från vatten strax före kokning och strax efter.



Anledningen till att metoden, om än inte så miljövänlig, fungerar är att oljan hamnar i ett skikt ovanpå vattnet. När en vågtopp bildas blir oljeskiktet tunnare, och därmed ökar ytspänningen. Detta kräver energi och den tas från vågorna, som därmed dämpas. Dessutom är friktionen mindre mellan vinden och oljan än mellan vinden och vattnet. Därför får vinden sämre tag och vågbildningen för-

hindras.

Tanken med att hålla olja i exempelvis pastavatten är att oljeskiktet ska isolera och dämpa kokningen, som då blir lugnare och därmed sparas energi.

MAX KESSELBERG
FYSIKUM
STOCKHOLM UNIVERSITET



Hur är det att vara lärarassistent?

Adam och Erik berättar om när de handledde gamla experimentuppgifter från Wallenbergs fysiktävling. På bilden syns från vänster de tre assistenterna och tidigare svenska deltagare vid den i Internationella fysikolympiaden (IPhO), Erik Tegler, Lucas Unnerfelt och Adam Warnerbring.

Var det nervöst, det är ju inte länge sedan ni själva var gymnasister?

Adam: – Jo, särskilt i och med att det är en helt annan sak att förklara något som du bara kunnat ytligt tidigare.

Erik: – För mig kändes det mest roligt! Jag har jobbat en del som övningsledare och vikarie och tycker om diskussionen som uppstår när man arbetar i mindre grupper.

Ni har varit Wallenbergfinalister och svenska representanter i den internationella fysikolympiaden. Har ni haft nytta av den erfarenheten under LM-dagarna

Adam: – Absolut, uppgifterna var tidigare års uppgifter och de liknar många tävlingsproblem från den internationella olympiaden.

Erik: – Definitivt, eftersom man har försökt lösa problemen själv har man varit i samma sits som eleverna. Jag tror att det hjälper för att man ska förstå vad deltagarna tycker är svårt.

Adam och Erik berättar att veckan innan Lise Meitnerdagarna tänkte de igenom och diskuterade tillsammans olika sätt att lösa problemen. Dessutom ställde vi upp utrustningen innan och såg så att vi förstod.

Vilken kunskap kändes viktigast?

Adam: – Förmodligen att vara väl insatt i experimenten, fysiken bakom och alla knep som kunde utnyttjas.

Erik: – Det finns många saker som det är bra att kunna, men att vara positiv och glad spelar särskilt stor roll enligt min åsikt. Då det är kort tid man jobbar med deltagarna tror jag att det viktiga är att få dem att tycka det är roligt, så att de vill spendera mer tid inom ämnet i framtiden.

Vad tror du Lise Meitner-gymnasisterna behöver för att fysikintresset skall utvecklas och fördjupas?

Adam: – Jag tror att det viktigaste är att de får lagom utmaningar i fysik så att ämnet fortsätter att vara intressant och så att de hela tiden kan fördjupa sina kunskaper.

Erik: – Det är säkert så att det är olika från person till person. Jag tror att de aktiviteter där man själv är aktiv och försöker lösa problem är speciellt bra.

Kan skolan göra något för att fysikintresserade inte skall "tappa sugen"?

Adam: – Nu vet jag att många fysiklärare har begränsad tid att lägga på de mest intresserade eftersom fysik (i alla fall på min gymnasieskola) anses som ett svårt ämne för många. Med det sagt så tror jag det är väldigt bra om eleverna kan få gå vidare i sin egen takt genom att till exempel få låna böcker i kommande kurser eller läsa kapitel i förväg. Dessutom bör skolan delta i Wallenbergs Fysikpris så att intresserade elever kan få en utmaning (och mycket bra träning i fysik med hjälp av gamla tävlingsuppgifter).

Erik: – Tror det finns olika anledningar till att elever tappar sugen. För understimulerade elever skulle det vara kanon om skolan gav dem Wallenbergs fysikpris-uppgifter, både teoretiska och laborativa.

Vad var roligast under Lise Meitnerdagarna, tycker du?

Adam: – Det var väldigt roligt att hålla i labbarna och få se eleverna försöka och lyckas lösa de utmanande experimenten. Men det var också väldigt kul att få lyssna på föreläsarna prata om deras erfarenheter och forskning. Allt var roligt.

Erik: – Jag tycker att träffa alla människor är det bästa med dagarna.

Vad jobbar/studerar ni nu?

Adam: – Jag läser just nu första året på teoretisk fysik i Lund

Erik: – Jag studerar tredje året på teknisk fysik vid LTH.

Vad gör du om tio år, tror du?

Adam: – Det är givetvis inget som är garanterat, men förhoppningsvis så forskar jag inom teoretisk fysik.

Erik: – Oj, det är svårt att säga. Med stor sannolikhet någonting i gränslandet mellan matematik, fysik och datorvetenskap men mer exakt är jag inte säker på.

Läs mer om experimentuppgifter på tävlingens hemsida, www.fysikersamfundet.se/wallenbergs-fysikpris

MARGARETA KESSELBERG
FYSIKAKTUELLT

Passiva vandrare

Det finns maskiner försedda med ett antal ben för vilka gående är en naturlig dynamisk mod. När man startar en sådan maskin på t ex ett sluttande plan kommer den att stabilisera sig i ett stabilt gående utan aktiv kontroll eller energitillförsel. Fenomenet kan teoretiskt studeras med klassisk mekanik, se referens 1. Experimentellt kan man undersöka förloppet med en klass leksaker där ett trädjur går, klättrar, etc av "sig självt", endast utnyttjande tyngdkraften. Man kan köpa eller själv tillverka sådana leksaker, se referens 2.

Av cirka tio varianter i mitt laboratorium diskuterar jag här tre exempel. På bild 1 visar jag en höna med två ben, som går nedför ett sluttande plan. Det främre benet är fast förbundet med kroppen, medan det bakre benet kan svänga fritt kring en axel. Hönans tyngdpunkt ligger strax ovanför denna axel och rör sig obetydligt när benet svänger. Funktionen är starkt beroende på den detaljerade geometrin, särskilt planets lutning (8 grader) och tyngdpunktens läge. Fötternas botten är cylinderformade och försedda med sandpapper för att få hög friktion.

På bild 1a befinner sig hönan i balans. På bild 1b har jag startat hönan genom att trycka ner den bakre delen något. Tyngdpunkten befinner sig då rakt ovan den främre delen på den bakre foten. Den främre foten lösgör sig och tyngdpunkten rör sig framåt-nedåt, bild 1b. Hönan sätter ner framfoten. Bakre foten lösgör sig, bild 1c, och slår i den främre foten, bild 1d. Hönan svänger tillbaka, bild 1e, och proceduren upprepas periodiskt.

Hönans rörelse påminner i vissa hänseenden om en hackspetts rörelse nedför en stång, se bild 2. Spetten befinner sig här i viloläge på grund den så kallade självhämningseffekten. Spettens tyngd omsätts via fjädern i en normalkraft mellan muffen och stängen. Denna resulterar i en friktionskraft, som förhindrar att

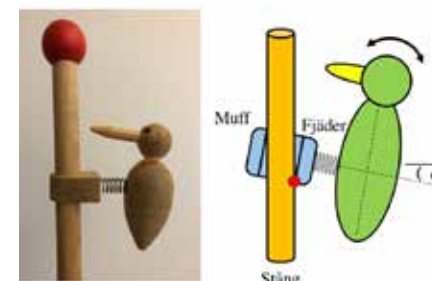
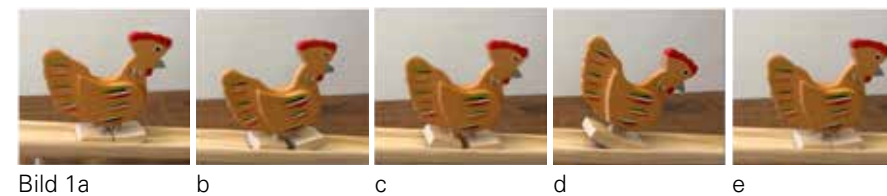


Bild 2



Bild 3



Bild 4

muffen glider ner. Det är viktigt att hålet i muffen är tillräckligt stort för att detta skall hända. Trycker man till på spetten börjar den svänga fram och tillbaka med hjälp av fjädern. Muffen släpper då ibland och spetten kanar ner på stängen till den läser igen: Ett typiskt "stick and slip"-fenomen. Minskningen i lägesenergin håller igång fjädern. Rörelsen är relativt komplicerad och jag sammanfattar den ett schematisk fasdiagram utan detaljer på bild 3. På axlarna finns spettens vinkelhastighet $\dot{\phi}$ (se bild 2) samt dess hastighet $d\phi/dt$.

Det tredje exemplet är de så kallade Gwaggli-gubbarna på bild 4. De står på fyra ben som vardera är en oberoende pendel. Gubbarna dras framåt av en tyngd som är fäst med en tråd i första gubbens näsa och som hänger över bordskanten. Gåendet startas genom att man trycker gubbarna åt sidan och släpper. Trycker man t ex åt höger så lyfts de vänstra fötterna upp och svänger framåt. Gubbarna dras samtidigt framåt. När sedan gubbarna svänger tillbaka åt vänster sätts de vänstra fötterna ned och den högra lyfts upp. Cykeln upprepas och gubbarna vacklar sidledes och framåt. Något överraskande stannar gubbarna strax innan bordskanten. Detta beror på att den vågräta komponenten av kraften i tråden nu minskat så att den inte längre kan övervinna friktionen.

Forskning på passivt gående motiveras dels genom ett fundamentalt intresse av mekaniken, dels den praktiska nyttan av maskiner som går över ojämna ytor, till exempel robotar.

PER-OLOF NILSSON
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

1. Tad McGeer, The International Journal of Robotics Research, volym 9, nummer 2, sida 62, år 1990. <https://www.cs.cmu.edu/~hgeyer/Teaching/R16-899B/Papers/McGeer90IJRR.pdf>

2. Philip Andrew Hatzitheodorou, An Experimental Study on Passive Dynamic Walking <https://scholarcommons.usf.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.se/&httpsredir=1&article=6690&context=etd>



NATUR &
KULTUR

Heureka!

Fysik på riktigt

Ett modernt basläromedel i fysik för gymnasiet. Med text och bild visas fysikens tillämpningar, historiska utveckling och betydelse för individ och samhälle på ett intresseväckande sätt.

Missa inte...

Kostnadsfritt extramaterial med självvärtande förkunskapstest och diagnoser till varje kapitel.

nok.se/extramaterial

