

f Fysikaktuell

NR 3 • SEPT 2019

Hugga i sten på Mars!

Läs mer sid 18-19

ISSN 0283-9148

Vad händer när röntgenstrålar absorberas av materia?

Sid 10

Tre svenska medaljer i Fysik-OS

Sid 14

Konsten att hålla sig flytande

Sid 27

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

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
- 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/KodLanding/Index/?Internetkod=057-0571329>

Omslag: Roboten Mars InSight i arbete på Mars. Bild © NASA
Se vidare på sid 18.

Layout: Göran Durgé

Tryck: Trydells, Laholm 2019

Stödjande medlemmar

- 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)
- Luleå tekniska universitet – Institutionen för teknikvetenskap och matematik
- 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 <i>Nils Almqvist</i>
4	AKTUELLT/NOTISER
5-7	PERIODISKA SYSTEMETS ÅR 2019 <i>Ulrika Forsberg</i>
8-9	FYSIK I NORDEN, DEL 1 DANSK GYMNASIEFYSIK <i>Anne-Sofie Mårtensson</i>
10-11	AVHANDLINGEN VAD HÄNDER NÄR RÖNTGEN- STRÅLAR ABSORBERAS AV MATERIA <i>Jonas Andersson</i>
12-13	INTERVJU JONAS ANDERSSON <i>Margareta Kesselberg</i>
14-16	FYSIKOLYMPIADEN I TEL AVIV 2019 "TRE MEDALJER I FYSIK-OS"
17	TÄVLINGSUPPGIFTER <i>Max Kesselberg Bo Söderberg</i>
18-19	ASTRONOMI HUGGA ISTEN PÅ PLANETEN MARS <i>Dan Kiselman</i>
20-21	SPORTTEKNIK- HÄSTFYSIK RÄKNA MED HÄST <i>Maria Sundin</i>
22-25	VARDAGENS FYSIK HAR DU RÄTT SORTS SOLGLASÖGON? <i>Max Kesselberg</i>
26	ASTRONOMI GAIA TRASSLAR UT VINTERGATANS TRASSLIGA STRUKTUR <i>Dan Kiselman</i>
27	FYSIKALISKA LEKSAKER KONSTEN ATT HÅLLA SIG FLYTANDE <i>Per-Olof Nilsson</i>
28	ANNONS NATUR & KULTUR

Fysik för alla

Du behöver inte vara kärnfysiker för att förstå förloppet vid kärnkraftsolyckan i Tjernobyl i Sovjetunionen 1986. Kärnreaktionen i den grafitmodererade reaktorn skenade och en explosion spred det radioaktiva materialet. Reaktiviteten från kedjereaktionen som frigör energi antingen stiger eller sjunker men jämvikten i en kärnreaktor för kontrollerad fission måste alltid bevaras. Det kan illustreras genom att plocka fram eller ta bort rödfärgade kort för processer och åtgärder som ökar reaktiviteten och blåfärgade för de som minskar den. Den här enkla förklaringen av vad som hände görs av vetenskapsmannen Valery Legasov i sista avsnittet i den omdebatterade miniserien "Chernobyl" som dramatiserar händelserna kring olyckan.

Legasov fortsätter sin illustration tills det bara finns röda kort kvar, reaktortypen är inte självstabiliserande så jämvikten kan inte bevaras och katastrofen är ett faktum. För mig är den lysande förklaringen en av höjdpunkterna i serien. Den förklarar komplexa skeenden på ett enkelt och pedagogiskt sätt. Trots att det fortfarande finns många obesvarade frågor kring olyckan så stämmer förklaringen bra med den jag fick som nybakad civilingenjör och nyanställd inom området ett par år efter olyckan, via en rapport från Internationella atomenergiorganet IAEA.

På liknande sätt som karaktären i serien skulle jag vilja introducera studenter till olika fysikfält och väcka nyfikenhet hos dem som tänker att all fysik är krånglig och svår men också hos dem som vill förstå fysiken på en djupare nivå inom t.ex. kärn- och kvantfysik. Ämnet är ju till för alla!

Teveserien påminner om hur värdefullt det är att värna den akademiska friheten, fria och vetenskapliga forskningsmetoder och rätten att publicera forskningsresultat, även om de är kritiska. Den pekar också på hur betydelsefullt



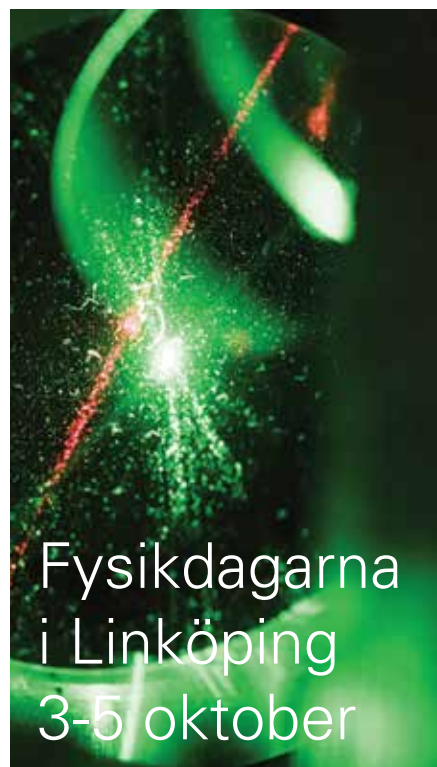
forskarnas eget inflytande över forskning och undervisning är.

Fysikersamfundet vill sprida information och öka intresset för fysik och fysikutbildning. Vi vill göra fysikens roll i samhället starkare både i forskning och tillämpning. Samtidigt som klimatkrisen oroar ser vi massor av spännande fysik- och teknikprojekt som kan bidra till lösningar. Problemlösande fysiker, naturvetare och ingenjörer behövs.

Om du ännu inte är medlem i Svenska Fysikersamfundet hoppas jag att du vill bli det. Tillsammans kan vi stärka fysikens roll i samhället. Jag vill också passa på att tacka för förtroendet att få verka i samfundets styrelse och även tacka dig som stödjer samfundet oavsett om du är student, lärare, forskare, ingenjör eller bara allmänt fysikintresserad.

Nils Almqvist

NILS ALMQVIST
TVM/EXPERIMENTELL FYSIK,
LULEÅ TEKNISKA UNIVERSITET
STYRELSELEDAMOT SFS



Fysikdagarna i Linköping 3-5 oktober

I år arrangeras Svenska Fysikersamfundets stora möte "Fysikdagarna" vid Linköpings universitet. Det är ett brett arrangemang som vänder sig till forskare, fysiklärare och andra fysikintresserade. Årets huvudtema är Material. Mer information finns på hemsidan: <http://fysikdagarna2019.se/>.



"Fysikaliska leksaker"
finns numera på <http://www.fortbildn.se/ExpFysakt50.pdf>.
Per-Olof Nilsson har sedan 2007 publicerat 50 stycken artiklar i Fysikaktuellt.



Glöm inte 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

Nobelpriset i fysik tillkännages vid KVA den 8 oktober kl 12 (cirka)



Lise Meitner-dagarna

22-24 november Albanova, Stockholm

Under tre intensiva dagar får en tjej och en kille från varje gymnasieskola möjligheten att laborera, lyssna på föreläsningar av forskare samt träffa andra fysikintresserade gymnasister från hela Sverige. Läs mer: www.lise-meitnerdagarna.se.

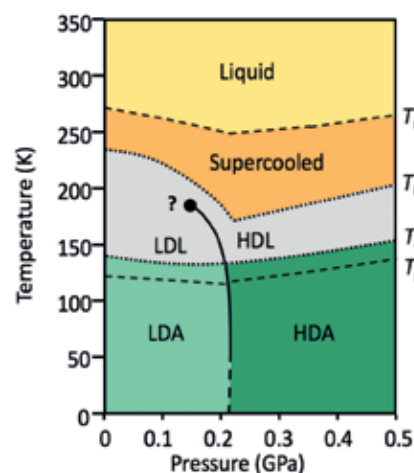
1 H Hydrogen 1.008																	2 He Helium 4.003
3 Li Lithium 6.941	4 Be Beryllium 9.012																
11 Na Sodium 22.990	12 Mg Magnesium 24.305																
19 K Potassium 39.098	20 Ca Calcium 40.078	21 Sc Scandium 44.956	22 Ti Titanium 47.867	23 V Vanadium 50.942	24 Cr Chromium 51.996	25 Mn Manganese 54.938	26 Fe Iron 55.845	27 Co Cobalt 58.933	28 Ni Nickel 58.693	29 Cu Copper 63.546	30 Zn Zinc 65.38	31 Ga Gallium 69.723	32 Ge Germanium 72.631	33 As Arsenic 74.922	34 Se Selenium 78.971	35 Br Bromine 79.904	36 Kr Krypton 83.798
37 Rb Rubidium 85.468	38 Sr Strontium 87.62	39 Y Yttrium 88.906	40 Zr Zirconium 91.224	41 Nb Niobium 92.906	42 Mo Molybdenum 95.95	43 Tc Technetium 98.907	44 Ru Ruthenium 101.07	45 Rh Rhodium 102.906	46 Pd Palladium 106.42	47 Ag Silver 107.868	48 Cd Cadmium 112.414	49 In Indium 114.818	50 Sn Tin 118.711	51 Sb Antimony 121.760	52 Te Tellurium 127.6	53 I Iodine 126.904	54 Xe Xenon 131.294
55 Cs Cesium 132.905	56 Ba Barium 137.328	57-71 Lanthanides	72 Hf Hafnium 178.49	73 Ta Tantalum 180.948	74 W Tungsten 183.84	75 Re Rhenium 186.207	76 Os Osmium 190.23	77 Ir Iridium 192.22	78 Pt Platinum 195.085	79 Au Gold 196.967	80 Hg Mercury 200.592	81 Tl Thallium 204.383	82 Pb Lead 207.2	83 Bi Bismuth 208.980	84 Po Polonium [209]	85 At Astatine [210]	86 Rn Radon [222]
87 Fr Francium [223]	88 Ra Radium [226]	89-103 Actinides	104 Rf Rutherfordium [261]	105 Db Dubnium [262]	106 Sg Seaborgium [266]	107 Bh Bohrium [264]	108 Hs Hassium [277]	109 Mt Meitnerium [268]	110 Ds Darmstadtium [271]	111 Rg Roentgenium [272]	112 Cn Copernicium [285]	113 Nh Nihonium [284]	114 Fl Flerovium [289]	115 Mc Moscovium [288]	116 Lv Livermorium [293]	117 Ts Tennessine [294]	118 Og Oganesson [294]

Periodiska systemet

Dimitrij Mendelejev publicerade år 1869 en förteckning över de 63 då kända grundämnen sorterade efter kemiska egenskaper och atommassa. Han förutsade egenskaperna hos ännu inte upptäckta grundämnen, och när dessa sedermera hittades i naturen var den vetenskapliga succén ett faktum. I år firas International Year of the Periodic Table för att uppmärksamma Mendelejevs och andra forskares bidrag till förståelsen av vår omvärld. Här berättas om både dåtida och nutida forskning kring det periodiska systemet.

två liter vattenånga, och Avogadros hypotes att en viss volym av gas – vid fixt tryck och temperatur – alltid består av ett visst antal partiklar, kunde så småningom den rätta molekylformeln H_2O utarbetas och syrets massa omvärderades till 16 vätemassor.

En av stötestenarna som diskuterades vid den stora internationella kemikonferensen i Karlsruhe år 1860 var just atommassor, och när tillförlitliga mätningar blev tillgängliga öppnades också möjligheten att skapa det periodiska systemet. Ett flertal personer noterade att liknande kemiska egenskaper uppträdde med viss periodicitet om grundämnena sorterades efter atommassor, och konstruerade system vari de placerade de kända grundämnena. Arbetet försvärades dock av vissa till synes oförklarliga oregelbundenheter. När Dimitrij Mendelejev publicerade sin tabell år 1869 valde han att låta de kemiska egenskaperna hos tellurium och



Figur 3: Ett schematiskt fasdiagram av vatten som sammanbinder stabil vätska (liquid), underkyllt (supercooled) och glastillstånd (LDA och HDA). Den grå regionen indikerar "no man's land" där is bildas mycket snabbt och försvårar möjligheten att genomföra experiment. LDL och HDL är föreslagna vätsketillstånd och är förbundna via glasövergångar till LDA och HDA. Punkten med ett frågetecken indikerar en möjlig kritisk punkt.

Rättelse

I Fysikaktuellt nr 2/2019 halkade en figur från Vardagens Fysik ända in i Vattnets Mysterier. Ibland har bildfilerna samma namn vilket kan få dataströmmarna att gå i kors och åstadkomma vissa underligheter. Som då.

Därför återger vi Figur 3 på sid 21 än en gång, korrekt och riktigt, och ber om ursäkt för detta tramp i vårt grafiska klaver.

Periodiska systemet

jod trumfa deras inbördes massordning, och i sin andra version från 1871 pone-
rade han att telluriums massa var felmätt
och skrev helt sonika in en mer passande
massa.

Historien har dock visat att telluriums
massa faktiskt var korrekt mätt, och för
att förstå oregelbundenheterna krävdes
ytterligare genombrott och nya forsk-
ningsfälts födelser. Upptäckterna att ato-
mer har av en positivt laddad kärna, och
att ett grundämne karakteriseras av sin
röntgenstrålning, följdes snabbt av insik-
ten att kärnladdningen är den egenskap
varefter perioderna bör ordnas. När man
dessutom förstod att atomkärnor består
av både protoner och neutroner, och att
de uppmätta atommassorna var medel-
värden över de naturligt förekommande
isotoperna, försvann även det mystiska
i att vissa atommassor inte var ett heltal
vätemassor.

Den underliggande orsaken till perio-
diciteten i de kemiska egenskaperna blev
klar först på 1920-talet när kvantmekani-
ken gjorde entré. Bohrs atommodell där
atomens elektroner befinner sig olika en-

erginivåer, samt Paulis uteslutningsprin-
cip som bestämmer det maximala antalet
elektroner i varje nivå, kunde då förklara
elektronstrukturen och därmed atomens
kemiska egenskaper.

De tyngsta grundämnena

De 63 grundämnena i Mendelejevs tabell
fick snabbt sällskap av scandium, gal-
lium och germanium vilka hade precis de
egenskaper som Mendelejev förutsagt. På
1930-talet hade nästan alla grundämnen
upp till uran (92 protoner) hittats. Sedan
dess har ytterligare upptäckter gjorts ge-
nom att producera grundämnen i kärn-
reaktioner i laboratorier. Grundämnen
som har 104 protoner eller fler kallas för
supertunga, och har upptäckts genom att
deras sönderfall har detekterats.

Vid millennieskiftet lyckades forskare
på RIKEN i Japan skapa några atomer av
grundämnet med 113 protoner (element
113, nihonium, Nh) genom att bombar-
dera en folie av vismut med en stråle av
zink. På JINR i Ryssland använde man
aktinidfolier och en stråle av kalcium för

att producera element 114-118. På Lunds
universitet försöker vi, tillsammans med
forskare på GSI i Tyskland och andra kol-
legor, studera röntgen- och gammastrål-
ning för att utröna kärnstrukturen hos
dessa exotiska atomer. På LNBL i Berke-
ley finns en masspektrometer som är de-
signad just för att mäta massorna för de
tyngsta grundämnena, och både på JINR
och GSI har det gjorts försök att mäta ke-
miska egenskaper hos element 114 (flero-
vium, Fl) genom att studera temperatur-
beroendet för adsorption på guldtytor. På
grund av relativistiska effekter är det inte
självkänt att Mendelejevs periodicitet
består även för de tyngsta grundämnena,
med den senaste mätningen indikerar
faktiskt att flerovium, liksom sina när-
maste homologer (gruppmedlemmar) bly
och tenn, är en metall [1].

Är det periodiska systemet färdigt?

När de fyra senaste grundämnen Nh
(113), Mc(115), Ts (117) och Og (118)
lades till det periodiska systemet år 2016
blev tabellen mer estetiskt tilltalande än

någonsin. Sju perioder blev fyllda, och
inga tomma rutor indikerar att det finns
fler grundämnen att upptäcka. Det finns
dock inget som säger att vi inte kan hitta
fler grundämnen och påbörja en åttonde
period. Det har gjorts försök vid GSI att
producera element 119 och 120 men inga
atomer detekterades. På RIKEN pågår
just nu jakten efter element 119 genom
att curium bestrålas med vanadin, och
inom kort kommer JINR starta sökandet
efter element 120 med reaktionen titan
på californium.

Hur många grundämnen som är möj-
liga att skapa vet vi inte. Den för tillfället
mest lyckade experimentella metoden sät-
ter dock vissa gränser för hur långt vi kan
nä. Sannolikheten för att skapa element
119 och 120 genom fusion av långlivade
atomer är så låg att det krävs veckor eller
månader av stråltid för att skapa en enda
atom, och chanserna minskar ju tyngre
atom vi letar efter. Även selektionen
som görs med elektromagnetiska separa-
torer ger begränsningar, och i dagsläget
kan vi inte upptäcka atomer med halv-
eringstider kortare än ca en millisekund.

Stabilitetsön

De upptäckta isotoperna av de allra
tyngsta grundämnena är så kortlivade att
tekniska och medicinska tillämpningar
är utom räckhåll. Det finns dock kärn-
strukturberäkningar som visar att mer
neutronrika isotoper av dessa grundäm-
nen kan ha betydligt längre livstider och
utgöra en "ö av stabilitet". Svårigheten
ligger i att hitta en lämplig produktions-
metod. Med dagens metod kommer det
alltid bli ett underskott på neutroner. Al-
ternativen som diskuteras idag är att an-
vända radioaktiva jonstrålar, att använda
andra kärnreaktioner än fusion, eller att
fortsätta klättra uppåt med dagens metod
tills vi kommer till det område där atom-
kärnorna förväntas göra en serie beta-
sönderfall där protoner omvandlas till
neutroner, för att till slut bli tillräckligt
neutronrika. Att hitta denna stabilitetsö
är drömmen för många av oss!

ULRIKA FORSBERG
LUNDS UNIVERSITET

Läs mer och håll dig uppdaterad om vad
som händer!

- iypt2019.org
- iypt2019.se

Kolla vilket som är din hemvists grund-
ämne!

- landskapsgrundamne.se
- iypt2019.se/alla/fadderuniversitet-hogskolor-for-de-svenska-grundamnen

Vidare läsning

- [1] Superheavy Element Flerovium (Element 114) Is a Volatile Metal. / Yakushev, A. et al. Inorganic Chemistry, Vol. 53, No. 3, 2014, p. 1624-1629.
- J. Cederkäll i ett tidigare nummer av Fysikaktuellt, vilket?
- rsc.org/periodic-table/history/about
- royalsocietypublishing.org/doi/full/10.1098/rsta.2014.0172

Dansk gymnasiefysik



Nytt innehåll under den rödvida studentmössan

En traditionell studentskrivning, men på dator med tillgång till "allt", inklusive ett program som sköter matematiken. Ett valfritt inslag av tjugohundratalets fysik, men alla i hela Danmark måste välja samma inslag. För en svensk gymnasielärare i fysik är det en hel del som ställs på ända när man kikar in i hos en dansk kollega.

Fysikaktuellt ska i en serie artiklar granska hur fysikämnet på gymnasienivå ser ut i våra grannländer. Första anhalten är Danmark, där den traditionella studentexamen med ett nationellt skriftligt prov, ett experimentellt/muntligt prov och utomstående censorer fortfarande finns kvar. Danmark har ingen sammanhållen skola på gymnasienivå, utan den högskoleförberedande utbildningen är separerad från yrkesutbildningen, och för den som vill läsa mycket fysik finns det två alternativ: STX (Almen studentereksamen) och HTX (Højere teknisk studentereksamen), som båda är treåriga.

Ämnena är uppdelade på tre nivåer, A, B och C, där A är den högsta nivån. Alla som väljer STX måste läsa fysik på C-nivå, medan det normalt är B-nivå som krävs för att till exempel kunna studera till civilingenjör. A-nivån, där student-skrivningen ingår, behövs för några fysikutbildningar och är i huvudsak något man läser av rent intresse. Stor möda har därför lagts på att den ska vara attraktiv. Våren 2019 var det totalt knappt 3 200 danska gymnasister som valde att studera på A-nivå och genomföra studentproven,

varav ungefär 2 000 inom STX. Antalet svenska elever som fick betyg i den jämförbara kursen Fysik 2 var förra året över 16 000, så vi kan se att det är en förhållandevis liten andel av de danska eleverna som väljer att fördjupa sig i fysik. Andelen har dock vuxit något under de senaste åren.

Vårt århundrades fysik, ett val för alla

Som ett led i att göra Fysik A attraktivt har *Fysik i det 21. århundrede* införts i läroplanen, och getts ett utrymme på ungefär 20 %. Men själva innehållet under denna rubrik anges inte, utan är något som skiftar och ändras ungefär vart tredje år. Då publiceras särskilda läroböcker om just denna del av fysiken samtidigt som alla lärare ges möjlighet att vidareutbilda sig inom området. *Medicinsk fysik, Universums byggstenar – modern partikelfysik och Plasmafysik och fusionsenergi* är exempel på områden som hittills behandlats.

Eftersom valet av område görs för alla skolor och elever kan uppgifter inom detta tas med i studentskrivningen. Frågor som: "Hur hög är temperaturen i centrum av plasmat 1,5 sekunder efter

starten av Tokamakken Alcator C-Mod på MIT i USA?" hör därför till de som danska gymnasister fått grubbla över.

Tillämpning och utförlig lösning, regler utan undantag

Om man fortsätter att granska de danska studentskrivningarna (längre ner framgår hur man kan komma åt att göra detta) slås man av att *alla* uppgifterna beskriver verkliga fenomen, somliga vardagliga, andra mer exotiska eller tekniska. Här finns inga "kroppar", "partiklar" eller påhittade personer som skjuter lådor uppför lutande plan. Istället gäller det att till exempel kunna uppskatta om: Det finns tillräckligt med arsenik i Napoleons hårstrån för att han skulle ha fallit offer för arsenikförgiftning, eller under hur lång tid en pacemaker kan leverera energi till ett hjärta, eller vilken begynnelsehastighet en puck ska ha för att kunna glida från ena änden av rinken till den andra. Även om modelleringsarbetet för det mesta har påbörjats utgår alltid uppgifterna från autentiska situationer eller mätdata. Det är tydligt att här finns en ambition att visa att fysik är ett verktyg för att kunna beskriva hur världen är uppbyggd och fungerar



er i stort som smått, och att provkonstruktörerna lyckats synnerligen väl med sin föresats.

I läroplanen anges att eleverna ska "kunna förmedla ett ämne med ett fysikinnehåll till en utvald målgrupp". Detta följs upp i studentskrivningarna där fullständiga och utförligt motiverade lösningar krävs till alla uppgifter.

För varje läsår konstrueras tre versioner av det skriftliga STX-provet, detta för att verkligen göra det möjligt för alla elever att skriva det, oavsett vilken kombination av A-ämnen de valt (studentskrivningarna sker parallellt under vissa dagar) eller om de varit sjuka under den ordinarie skrivperioden. Det är inte utan att man som svensk blir lite avundsjuk. Här i Sverige finns det ju inte tillräckligt med resurser för att ta fram *ett* nationellt fysikprov per år!

Matematiken som försvann

Som nämndes i ingressen är alla medel (utom kommunikation med omvärlden) tillåtna under studentskrivningarna: Formelsamlingar, valfri litteratur, räknehjälpmedel. Gällande det sistnämnda finns specialverktyg (TI-Nspire, Maple eller GeoGebra kombinerat med Word-Mat) att tillgå direkt i det program där eleverna skriver in sina lösningar. Programmen kan ombesörja all matematisk behandling som behövs. De deriverar och integrerar numeriskt i grafer som ingår i uppgifterna, och de löser ut efterfrågad variabel ur en formel. Maple fixar också enhetsomvandlingar; vill du veta hur stor medelaccelerationen är i m/s² går det fint att mata in hastighetsändringen i km/h!

En anledning till att matematikverktygen införts är att eleverna ska vara väl förberedda för studier på tekniska högskolor. Verktygen används även i matematikämnet, men på studentskrivningen i matematik finns det även med en del som ska lösas utan tillgång till hjälpmedel.

– Vi är några som inte är så glada över



Maple, varken i matematik eller fysik, säger Elsebeth Petersen, fysiklärare vid Horsens gymnasieskola. På min skola använder vi inte det programmet!

I år utvärderas det danska gymnasiet med avseende på vad som hänt med "ämneskunskaperna" sett över tid, och det blir spännande att se om det då syns någon ändring gällande matematik- och/eller fysikkunskaper som kan kopplas till det förändrade matematikanvändandet.

Bedömningen

Bedömningen av elevlösningarna följer en genialiskt simpel modell: Alla deluppgifter, enkla som ordentligt komplicerade, poängsätts mellan 0 och 10, där varje poäng är lika mycket värd. Det är därför ganska lätt att plocka hem de första poängen, men sen blir det svårare och svårare.

Den totala bedömningen, baserad på en sammanvägning av resultatet på det skriftliga provet och det experimentella/muntliga provet, resulterar sedan i ett betyg på en sjugradig skala som sträcker sig från -3 (sic) till 12. Nu i våras låg det genomsnittliga betyget på 6,9. Tretton procent av eleverna fick högsta betyg,

medan det var knappt åtta procent som inte nådde upp till ett godkänt betyg, det vill säga fick -3 eller 0.

Lärarnas starka ställning

Lärarna tycks ha ett betydligt större inflytande över undervisningens innehåll i Danmark än i Sverige. Det är lärare som arbetar som censorer, och som, tillsammans med en "Fagkonsulent" på Undervisningsministeriet, tar fram proven. (I Danmark finns ingen myndighet motsvarande Skolverket.) Merparten av lärarna är organiserade i "Fysiklærerforeningen" (se https://www.lmfk.dk/Forside?sek_id=2) som ordnar fortbildningskurser (med ordentligt reducerat pris för medlemmar), och som har ett eget förlag där det bland annat ges ut läroböcker om *Fysik i det 21. århundrede* och samlingar av de tidigare givna studentuppgifterna. Så, om du vill kombinera problemlösning med en stunds dansk läsövning – här finns det möjligheter!

ANNE-SOFIE MÄRTENSSON
HÖGSKOLAN I BORÅS

Vad händer när röntgenstrålar absorberas av materia?

De flesta av oss har någon gång varit i kontakt med röntgenstrålning. Många känner igen de karakteristiska skelett-bilder som kommer ut från röntgenundersökningar, och många känner nog också till att röntgenstrålning är skadligt för oss. Men vad är det egentligen som händer när röntgenstrålning träffar oss, och vilka konsekvenser kan uppstå om strålningen absorberas av materia? Svaret på dessa till synes konkreta frågor bottenar i komplexa fysikaliska processer som är svåra att studera. Trots det har vi i denna avhandling lyckats med att experimentellt studera de kvantmekaniska processer som uppstår när en enda röntgen-foton absorberas av en atom eller molekyl.

Vi har sedan ungefär 100 år tillbaka känt till att vi behöver byta ut klassisk mekanik mot kvantmekanikens abstrakta lagar för att kunna förklara atomens fysik. Denna abstrakta förklaringsmodell av materia ligger till grund för att vi ska kunna förstå vad som sker när en atom absorberar röntgenstrålning. Enligt kvantmekaniken består atomer av elektroner som formerat sig i stabila vågformationer kring atomkärnan på ett sätt som gör att systemets totala energi minimerats. Dessa stabila vågformationer beror på kärnans attraktiva potential, men de är också finjusterade efter varje enskilda elektrons interaktion med resterande moln av elektroner. Dessa *elektronkorrelationer* är direkt avgörande för att förstå mängder av processer, inte bara inom fysiken utan även inom kemin och biologin.

När röntgenstrålningens elektromagnetiska vågor överlappar en atom så kan elektronernas vågformationer börja oscil-

lera i takt med det svängande strålningsfältet. Dessa oscillationer kan leda till att det atomära systemet absorberar diskreta paket av energi ifrån det elektromagnetiska fältet. Vi kallar dessa paket för fotoner, och om fotonenergin är tillräckligt hög, så kan en elektron frigöras från systemet genom den fotoelektriska effekten. Eftersom atomära elektroner formerar sig på olika avstånd ifrån kärnan så binds de också olika hårt till det atomära systemet. Vilka elektroner som frigörs genom den fotoelektriska effekten beror på hur väl de hamnar i resonans med det svängande elektromagnetiska fältet. Denna resonans beror på deras bindningsenergi och desto högre frekvens en foton har, desto troligare är det att resonansen sker för en elektron nära atomkärnan.

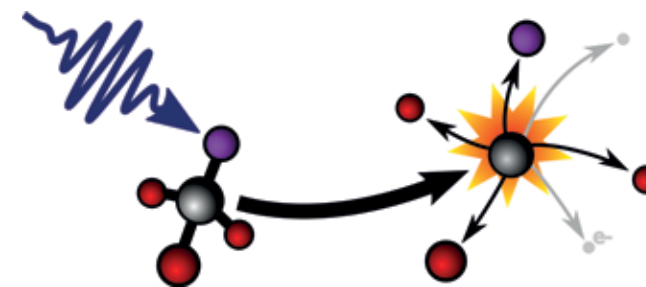
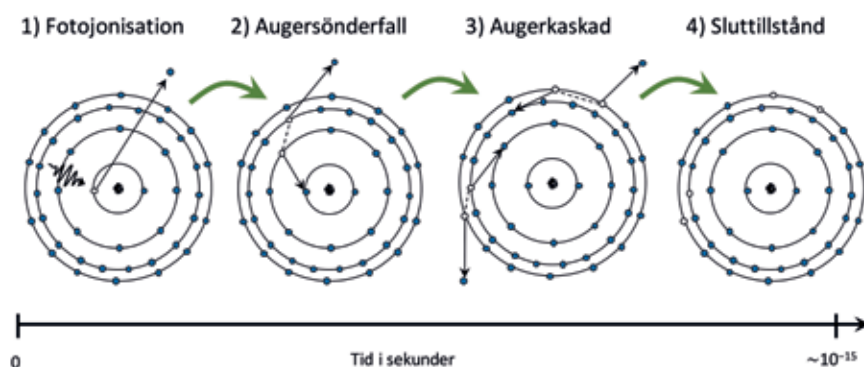
När en atom utsätts för högenergetisk röntgenstrålning är det därför troligare att en elektron från ett skal nära kärnan frigörs genom den fotoelektriska effekten

än att en yttre elektron frigörs. När en elektron frigörs ifrån ett djupt inre skal sker en plötslig förändring av det atomära systemet. Den frigjorda elektronen lämnar ett tomrum av laddning efter sig, djupt nere i det resterande atomära systemet av elektroner. Detta stör den tidigare så finjusterade kraftbalans som fanns mellan elektronerna och gör därför det kvarvarande systemet instabilt.

Den rubbade balansen leder till att elektronmolnet påbörjar en omfördelningsprocess för att återigen minimera systemets energi. Elektronmolnet kan då omfördelas på många sätt, och ofta sker förändringarna i olika steg. Omfördelningen kan leda till att en yttre elektron minskar sin energi genom att förflytta sig in i det tomrum som uppstått och samtidigt överföra sin överskottsenergi till en annan elektron genom den repulsiva Coulomb-kraften. Den repulsiva Coulomb-kraften leder till en ökad rörelseenergi hos den sekundära elektronen, och om den överförda energin är tillräckligt hög så kan även den elektronen frigöras från systemet. Denna process kallas för ett *Augersönderfall*.

Ett atomärt system som genomgått ett Augersönderfall lämnas kvar med ytterligare ett laddningstomrum, nu längre ut i skalstrukturen. Om systemet fortfarande befinner sig i en elektronkonfiguration med mycket överskottsenergi så kan systemet genomgå flera sekventiella Augersönderfall, i en så kallad *Augerkaskad*. En förenklad illustration av en Augerkaskad visas i Figur 1. Augerkaskader sker på en extremt kort tidsskala, och en enda röntgenfoton kan på detta sätt

Figur 1. Exempel på hur den fotoelektriska effekten kan leda till en Augerkaskad som inom loppet av ett par femtosekunder frigör ytterligare tre elektroner och lämnar efter sig en starkt reaktiv jon med fyra plusladdningar.



Figur 2. Exempel på en röntgenfoton som absorberas lokalt på en tung atom och initierar en Augerkaskad. Augerkaskaden leder till en så kallad Coulomb-explosion som resulterar i en fullständig fragmentering av molekylen.

initiera en kaskadprocess som transformerar en atom till en väldigt högt positivt laddad jon inom loppet av ett par femtosekunder.

Augerkaskader kan också uppstå i molekyler. En Augerkaskad kan då förstöra den kraftjämvikt som stabiliserar en molekyl och därför leda till dramatiska konsekvenser för molekylstrukturen. När mängder av elektroner plötsligt lämnar ett molekylärt system blir den repulsiva Coulomb-kraften mellan atomkärnorna mycket stark, och molekylen kan brytas samman i en explosionsliknande process. Processen, som beskrivs i Figur 2, kallas passande nog för en *Coulomb-explosion* och kan leda till att en molekyl genomgår en fullständig fragmentering till sina atomära beståndsdelar.

För att förstå dynamiken bakom dessa Coulomb-explosioner, och för att kunna prediktera hur explosionerna utvecklas, är det viktigt att förstå de processer som "tänder stubinen". Vi har därför studerat olika Augerkaskader genom att detektera de elektroner som frigörs och mäta den

rörelseenergi som de erhåller från Augersönderfallen. Vi kan med hjälp av deras rörelseenergi lista ut vilka specifika

sönderfall som byggde upp Augerkaskaden och hur elektronernas vågformationer stegvis förändrats efter röntgenfotonen absorberades.

För att starta Augerkaskaderna så använde vi oss av stark röntgenstrålning som genererats vid synkrotronljusanläggningen BESSY II, i Berlin. Detta så kallade *synkrotronljus* skapas av en stor partikelaccelerator som accelererar fria elektroner till bara en bråkdel ifrån ljusets hastighet. Den höga kinetiska energin kan sedan transformeras till kraftig röntgenstrålning genom att tvinga elektronbanorna att passera en periodisk struktur av starka magneter. Denna magnetstruktur får elektronerna att oscillera, och elektronernas periodiska acceleration genererar röntgenstrålningen. Vi har genom att välja specifika våglängder av detta ljus kunnat selektivt jonisera elektroner från olika inre skal och studera vilka Augersönderfall som följer av de olika laddningstomrummen.

Mätningarna har utförts med hjälp av ett instrument som kallas för en mag-

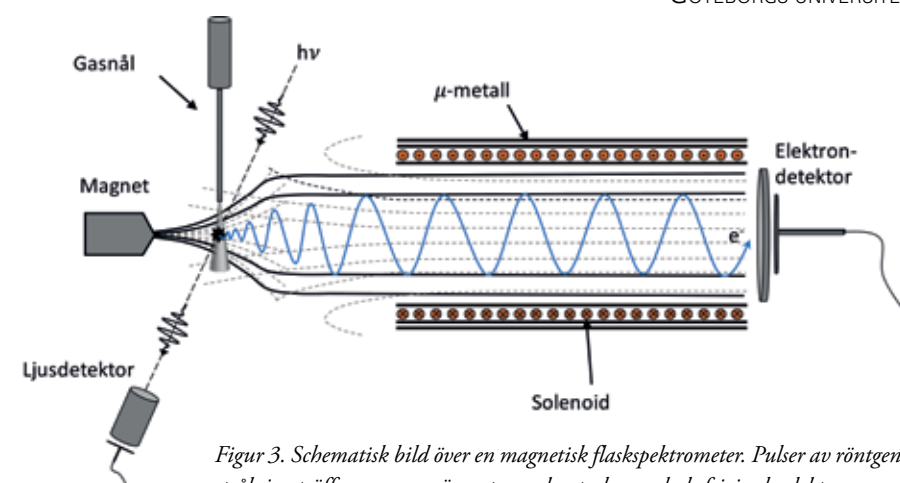
netisk flaskspektrometer. En schematisk bild av spektrometern går att se i Figur 3. Spektrometern fångar upp de elektroner som frigjorts från Augerkaskaderna med hjälp av ett magnetfält som har en karaktäristisk geometri som påminner om formen av en flask. Elektronerna som fångats upp av magnetfältet guidas i en spiralbana mot en detektor och flygtiden till detektorn ger oss information om vilken rörelseenergi de erhållit från Augerprocessen. De frigjorda elektronernas kinetiska energi kan sedan användas för att härleda hur elektronmolnet omfördelats steg efter steg från att röntgenfotonen skapade det första tomrummet.

Dessa mätningar ger oss mängder med viktig information om hur olika elektronkorrelationer påverkar atomära och molekylära vågfunktioner genom hela kaskadprocessen. Vi kan med hjälp av denna informationstöta data göra kraftfulla test på hur väl toppmoderna teoretiska modeller kan reproducera och prediktera de extrema kvanttillstånd och processer som vi observerar. Alla dessa pusselbitar är viktiga att samla in för att fördjupa vår kunskap kring dessa extrema processer och besvara frågan om vad som händer när röntgenstrålning absorberas av materia.

JONAS ANDERSSON
GÖTEBORGS UNIVERSITET

Jonas Andersson

- Disputation 7 juni 2019
- Titel: Multi-electron processes in atoms and molecules – experimental investigations by coincidence spectroscopy
- Länk: <https://gupea.ub.gu.se/handle/2077/59899>
- ISBN (tryckt): 978-91-7833-484-1
- ISBN (pdf): 978-91-7833-485-8
- Handledare: Professor Raimund Feifel, Institutionen för fysik, Göteborgs Universitet
- Opponent: Professor Reinhard Dörner, Institut für Kernphysik, Goethe-Universität, Frankfurt am Main, Tyskland



Figur 3. Schematisk bild över en magnetisk flaskspektrometer. Pulser av röntgenstrålning träffar en gas av ämnet som ska studeras och de frigjorda elektronerna fångas upp av ett magnetfält som guidar dem i en spiral bana mot en detektor.

Jonas dras mot saker som sätter fantasin i rörelse

Det är kunskaper med breda penseldrag som fångar Jonas i första hand, men ändå är det de djupa och smala problemen som ger honom de riktiga utmaningarna. Jag måste ibland, om jag funderar för längre över ett problem rensa tankarna, låta saken vila, och ta upp en ny tråd som leder vidare. Min nyfikenhet är en stor drivkraft som också kan ställa till det. Jag är kanske lite otålig och vill se problemlösningar för fort. Allt tar sin tid.



Jonas berättar att redan som liten hade hans mamma en smittande nyfikenhet. Tillsammans med mammas nyfikenhet och pappas ingenjörsbakgrund gjorde det mig till en genuin sökare av kunskap inom matematik och fysik. Jag vill lära mig brett, samtidigt som min nyfikenhet lockar mig till matematik och algoritmutveckling.

Hur hanterar du din stora nyfikenhet?

– Ja, jag vill hålla en balans mellan både djup och bredd på mina kunskaper, så länge som möjligt, konstaterar Jonas under vårt samtal.

Vad fördrar du om du tvingas välja mellan djup och bredd?

– Idag föredrar jag helhetsperspektivet om jag tvingas välja, berättar Jonas.

Vad gör du när du behöver koppla av från tänkandet?

– Ja, det låter nördigt, men jag läser gärna mer av kunskapslitteratur. Jag kopplar faktiskt av med att lära mig populärvetenskapliga framställningar, men problemlösning kräver förstås annan koncentration och drivkraft.

Har du fastnat i problemlösning någon gång?

– Om jag inte kan sluta grubbla över ett kvantmekaniskt problem och inte kommer någon vart så sätter jag upp en stoppskylt och släpper frågan, berättar Jonas bestämt.

– När man rensat tankarna och sedan tar upp problemet igen kan det ha blivit betydligt tydligare.

Har du ytterligare knep när du behöver rensa tankarna och komma vidare?

– Ja, idrotten hjälper mig att rensa tankarna. Jag gillar lagsport där man får både röra på sig och samarbeta. Det känns riktigt stimulerande.

– När man behöver fundera själv så är det lugn och ro som behövs, men annars vill jag bolla problem och idéer med andra. Det är en nödvändighet.

– Fysik är mitt stora intresse sedan jag var liten, berättar Jonas.

När vi gör den här intervjun så är det dagarna innan disputationen i fysik vid Göteborgs universitet.

Är du nervös inför disputationen?

– Nej, inte speciellt. Det är med en blandad känsla som man slutar. Jag har under hela min uppväxt alltid varit i en stimulerande miljö och hoppas att det kommer att fortsätta så.

Vad vill du syssla med i framtiden om du får välja?

– Algoritmutveckling inom matematiken och programmering lockar mig, och nu har jag fått jobb inom algoritmutveckling och det verkar väldigt spännande och intressant.

Du har studerat på flera universitet och kan jämföra.

– Ja, jag började i Växjö på lärarprogrammet i matematik och fysik. Jag gick där ett år och flyttade sedan till Lund och kandidatprogrammet i fysik och masterutbildning vid Lunds universitet.

– Jag trivdes bra i Lund, men det fanns en doktorandtjänst som passade mig i Göteborg som jag fick och flyttade genast. Det var atom- och molekyllärfysik vid Göteborgs universitet.

Vad kommer du att göra nu efter disputationen?

– Jag har fått jobb på teknikonsultbolaget Syntronic Software Innovations AB i Göteborg och att kommer jobba inom algoritmutveckling.

Samtidigt så påpekar Jonas att det är aldrig tråkigt med forskning så kanske blir det postdoc någonstans, även om han tror mer på konsultbolag för att utveckla algoritmer. Jag tycker fortfarande att kvantmekanik är väldigt intressant.

Han ser fram emot att vara konsult och samtidigt hålla en hög akademisk kvalitet i arbetet. Han gillar att förmedla komplexa saker och han gillade att sommarjobba med planetarievisningar för skolklasser.

– Utmaningarna att göra komplexa saker enkla är spännande.

När man lyssnat mellan raderna så förstår man att Jonas har en generell drivkraft att försöka förmedla svåra komplexa sammanhang på ett populärvetenskapligt sätt.

Idrotten är en stor källa till glädje

Jonas gillar lagsporter och sysslar med innebandy och volleyboll ett par gånger i veckan.

Men den allmänna nyfikenheten har gjort att resande och nya kulturer och naturupplevelser också lockat.

Oavsett upplevelsen så är samhörigheten med de man delar upplevelserna med det viktigaste.

I Europa har han besökt kalkstensgrottor i Slovenien, en spännande upplevelse och samma häftiga känsla var det att besöka Manhattan, berättar han.

Vilken bild av dig själv vill du förmedla till FAs läsare?

– Jag tycker om samhörighet med människor och är nog en snäll och glad person, konstaterar han lite försiktigt. Dessutom är jag nog ganska lugn som person med kan vara både rastlös och otålig mellan varven. Jag gillar att hålla tempo och vill ha stor överblick. Gillar, som jag nämnt tidigare, att kombinera djup och bredd.

Jonas verkar ha en bra distans till sig själv och FA håller med om den egna bilden.

Sedan intervjun i slutet av maj har det hänt stora saker. Bland annat har Jonas gift sig nu i september.

FA önskar lycka till både i arbetslivet och privat.

MARGARETA KESSELBERG
FYSIKAKTUELLT



Jonas Andersson, 29 år
Familj: Nygift med Angelika sedan den 7 september
Utbildning:
Da Vinci-gymnasiet i Halmstad, inriktning naturvetenskap (2006-2009)
Växjö ma/fy lärarprogrammet: år 2009-2010
Lund: Kandidat- och masterprogram i fysik: år 2010-2014
Göteborg: Doktorand i fysik år 2014-2019
Tidigare arbeten:
Läxhjälp och planetarievisning för skolklasser
Nuvarande arbete:
Konsult inom algoritmutveckling



Tre svenska medaljer i fysik-OS

Så stod det i många svenska tidningar när Sverige säkrat 1 silver och 2 brons i den 50:de fysikolympiaden, som arrangerades i Tel Aviv 7-15 juli 2019. Tillsammans med två hedersomnämnden var detta den bästa svenska insatsen någonsin. En trend som inleddes 2012 tack vare stödet från Markus och Amalia Wallenbergs minnesfond.

Resultatet

Möjligen var konkurrensen i år något lättare, för tyvärr uteblev de arabländer, som brukar vara med. Det kom nämligen bara 78 länder med drygt 360 studenter. Dock mer än tillräckligt för arrangören. Att fundera ut, tillverka, testa och lyckas få alla experimentella uppställningar att fungera samtidigt är imponerande.

Fjölårets uppgifter, både långa och svåra, gav rekordfå poäng, men i år var det än värre. Segraren hade 43,5 poäng av 50 möjliga och medianpoängen blev 11,2. Utöver svårighetsgraden var uppgifterna som vanligt alltför tidskrävande. De tävlande disponerar 5 timmar för de tre teoriuppgifterna och efter en vilodag, ävenledes 5 timmar för de två experimentella uppgifterna.

Totalsegraren, Xiangkai Sun från Kina, bidrog till Kinas 5 guld, vilket också Korea hade. Ryssland tog 4 guld och ett silver, något som ryske utbildningsministern lär ha skrutit med i rysk TV. Som vanligt dominerade asiaterna och även USA:s lag bestod enbart av asiater. I Norden var Finland som vanligt bäst med 1 guld, 2 brons och 2 hedersomnämnden (HM), medan Norge tog 1 brons

Bild 1 (till vänster): Fr.v. Benjamin Verbeek (HM), Mattias Akke (brons), Oliver Lindström (silver), Markus Swift (HM) och Lennart Küssler (brons).

Bild 2: Cyber Horse är byggd av infekterade dator- och mobilkomponenter till en konferens i datasäkerhet 2016 i Tel Aviv.

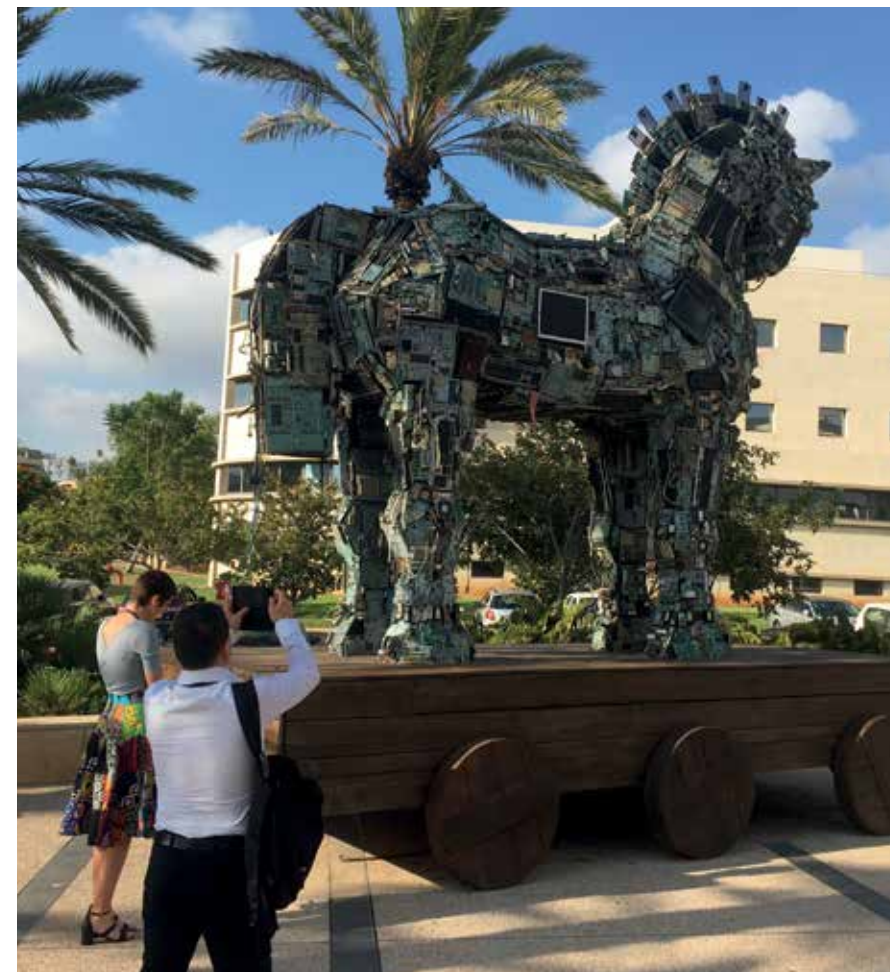
och 1 HM, Danmark 2 HM och Island inget. Sveriges insats är därför mycket bra med en glädjande bredd, väl i paritet med flera europeiska länder vi tidigare legat långt efter: Spanien, Grekland, Nederländerna, Ungern, Litauen, m.fl.

Själva tävlingen, med presentation av uppgifterna, översättning, rättning och moderering fungerade utmärkt. Speciellt uppskattade vi det översättningsprogram som utvecklades av schweizarna 2016 och som nu hade förfinats. Givetvis måste vi översätta själva, men layout, formler och utskriftsrutiner fanns klara. I år startade också diskussionerna kring uppgifterna och påföljande översättning redan på förmiddagen, vilket gjorde att vi var klara ovanligt tidigt. Förra året gick vi direkt till frukost, men i år till sängs redan runt kl 01.

Säkerhet

Vi trodde att den höga säkerheten i Israel skulle innebära många kontroller, beväpnade soldater etc, men redan före passkontrollen på flygplatsen möttes vi av en person som lotsade oss till en speciell lucka. Inte heller under vistelsen märkte vi av några speciella kontroller. På hemresan var det i gengäld värre. Vi fick visa passen vid sex olika tillfällen på vår väg till gaten. Plus att vi hade med en uppsättning av experimentutrustningen, vilken väckte misstankar och innehållet granskades nog.

Numera är även datasäkerhet på tapeten och utanför Tel Avivs universitet står Cyber Horse, en märklig skapelse (bild 2). Den är byggd av tusentals "infekterade" dator- och mobilkomponenter. Den anspelar på en gammal kollega från Troja. För vad händer om eländet inuti hästen släpps lös i cyberrymden?



Utflykter

Israelerna hade satsat stort på kringarrangemangen och hyrt in ett eventbolag som skötte allt det praktiska med måltider, utflykter mm. Guiderna såg noga till att alla drack tillräckligt med vatten. Sol och drygt 30 grader gjorde det viktigt.

Israel är ett litet land och ett par timmar med buss räcker för att nå många intressanta platser. Vi hann på en dag först besöka Haifa med det spektakulära världsarvet Bahai Gardens som klättrar på sidan av Carmelberget. Det var en mycket varm dag och vi uppskattade att få gå nedför och inte uppför de 600 trappstegen. Därefter lunch och färd mot Nasaret. Där finns moské och kyrka samt synagoga där Jesus tros ha befunnit sig (om den ens fanns på Jesu tid). Senare åkte vi vidare till Akko. Där byggde korsfararna en befästning på 1200-talet uppskattad av folk med erövrarambitioner, exempel-

vis mamluker, osmaner, Napoleon och briter. Därifrån fick vi gå i en "hemlig" 350 m lång tunnel, med bitvis lågt i tak. Denna leder ner till hamnen som ligger i stadens gamla del, vilken är ett världsarv. Korsfararna lär också ha utvecklat socker-rörsodling, något som arabiska handelsmän introducerade i länderna runt Medelhavet redan på 700-talet.

I Jerusalem besökte vi ett museum för Dödahavsrollarna, inre staden med basarer samt klagomuren, fast vi inte hade något att klaga på. Vi hann också med en promenad längs stranden till grannstaden Jaffa, men såg inga apelsinträd. Däremot fanns talrika maneter i Medelhavet.

När ledarna ägnar sig åt tävlingsuppgifterna åker studenterna på utflykt och när studenterna skriver är det utflyktsdags för ledarna. Det gör att vi inte ses så ofta, men i år ordnades fler gemensamma middagar än vanligt, där vi kunde samtala

runt flaggförsedda bord, ett för varje nation (bild 3).

Döda havet

Döda havet saknar utlopp då det ligger i en gravsänka som i norr börjar med Jordandalen och fortsätter i söder mot Akabaviken och Röda havet. Data om havet varierar en smula, varför de bör tas med en nypa salt. Dess vattenyta ligger 430 m under havsytan och är världens lägst belägna plats. Runt 1960 låg nivån på 390 m med ett tillflöde i jämvikt med avdunstningen, men då började man avleda vatten från Jordanfloden till hushåll och jordbruk i främst Syrien, Jordanien och Israel. Därför hamnade det vatten studenterna badade i vid utflykten till Jordanfloden sannolikt inte i Döda havet. Sedan 1960 har ytan sjunkit med över 30 m och sjunker för närvarande med 1 m per år. Förhoppningsvis klarar politikerna detta bättre än de ansvariga för Aralsjön. Avdunstningen gör att halten från metallsalter (Mg, Na, K) stigit från 25 procent 1960 till över 34 procent, nu en av världens saltaste sjöar. Densiteten ligger på drygt 1,25 kg/dm³ och man flyter så pass bra att bröstsim är svårt. Det mineralrika vattnet och den svarta lera som finns sägs vara allmänt välgörande, lindra akne, eksem och psoriasis, vilket lockar spaturister. Annat som framhålls är att den låga nivån ger lite högre lufttryck, UV-svagare solstrålning och högre syrehalt. Alla tre av tveksam hälsonatur.

Surpris med (be)sked

Plötsligt stod han där på scenen, Tel Aviv-födde Uri Geller. Han som på 1970-talet uppträdde i TV världen över med tankelesning, få igång trasiga klockor och annat övernaturligt. Han var/är mycket ifrågasatt och har hittills vägrat erkänna att han är illusionist. Även i Sverige rådde Gellerfeber. Mest berömd var han dock för att böja skedar, ett trick han också visade på avslutningsfesten (bild 4).

Nästa års fysikolympiad arrangeras i Vilnius 18 – 26 juli 2020.

BO SÖDERBERG
LUNDS UNIVERSITET

MAX KESSELBERG
STOCKHOLMS
UNIVERSITET



Bild 3: Utemiddag vid citadellet i Akko.

Bild 4: Uri Geller böjer en sked.



Tävlingsuppgifterna

I den första teoriuppgiften fanns foton på hur en vertikalt hängande slinky betedde sig när den släpptes. Det gällde att analysera olika faser under fallet och redovisa hur den dels föll, dels drog ihop sig. Inte alls så enkelt som det kan verka.

I den andra studerades först hur mikrovågor alstras i en magnetron och sedan hur dessa förmår värma vatten respektive soppa. I magnetronen finns en ca 2 cm lång, het katod i mitten, omgiven av ett vakuumutrymme och utanför en anod med kaviteter (figur 1a). Mellan katod och anod ligger en spänning radiellt och ett statiskt magnetfält axiellt. Elektroner som lämnar katoden böjs därför av och om fälten anpassas kan elektronbanan bli nästan cirkulär. När de sedan passerar en kavitet uppstår resonans med en frekvens som ges av $f \approx 1/(2\pi\sqrt{LC})$. Kapacitansen (C) kommer från kavitetens parallella delar och induktansen (L) från de cylindriska delarna. Givet måtten på magnetronen (figur 1b) efterfrågades resonansfrekvensen (f).

När elektronerna passerar förbi kaviteterna förlorar de rörelseenergi och elektriska strömmar induceras runt kaviteterna. Snabba elektroner förlorar mer än långsamma, vilket leder till att elektronerna samlas i grupper. Variationen av rymdladdning i kaviteterna ökar och därmed ökar de inducerade strömmarna. Studenterna ombads redogöra för hur elektronerna rör och grupperar sig i närvaro både av statiska och variabla fält.

När mikrovågor träffar vatten absorberas en del av energin eftersom vattenmolekylen är polär och därför ställer in sig längs fältet. Bland annat efterfrågades absorberad energitäthet och penetrationsdjupets beroende av temperaturen för rent vatten respektive soppa (= saltlösning).

Under andra världskriget fick brittiska piloter tillgång till radar tack vare att man lyckades få fram magnetroner som gav kort våglängd och tillräckligt hög effekt. Skröna eller inte, men för att inte avslöja varför de föreföll se bättre på natten, spreds ryktet att de åt mycket morötter.

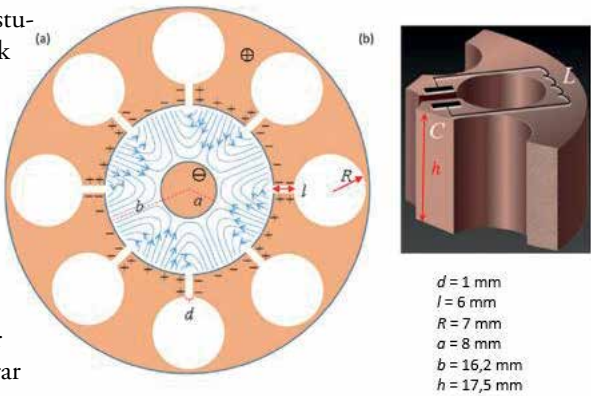
I den tredje uppgiften studerades en termo-akustisk anordning. I ett vanligt rör ger en högtalare upphov till stående vågor. Med en värmeväxlare i form av en stapel med tunna metallskivor (figur 2) kommer den stående vågen kunna transportera energi från B till A och vice versa. Jämför Rijkens rör, där värme genererar ljud.

Utöver grundläggande frågor om resonans i rör efterfrågades villkoren för att anordningen skulle fungera som värmare eller kylskåp, akustiska energiåtgången samt verkningsgraden. En slik anordning, som ju saknar rörliga delar, lär ha funnits i en av rymdskytterna.

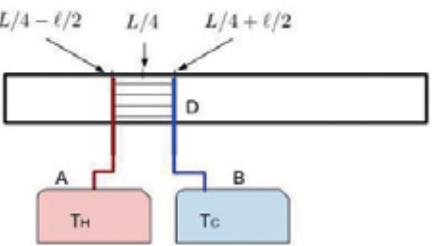
I den första experimentella uppgiften skulle brytningsindex för en tunn cylindrisk plastskiva och ett liksidigt prisma bestämmas. Enkelt kan tyckas, men för att få poäng gällde att finna metoder som gav bättre precision än normalt, exempelvis genom att utnyttja minimideviation. Dessutom efterfrågades kvoten mellan en lasers våglängd och gitterkonstanten för ett diffraktionsgitter. För att underlätta mätningarna hölls allmänbelysningen i lokalen släckt under 40 min.

Den andra experimentella uppgiften byggde på Wiedemann-Franz lag, den som säger att kvoten mellan värmeledningsförmåga (κ) och elektrisk ledningsförmåga (σ) hos metaller är proportionell mot temperaturen (T), dvs. $\kappa/\sigma = LT$, åtminstone för temperaturer mellan 0 och 100 °C. Ånga leddes genom rör av Al, Cu respektive mässing och där det längs respektive rör fanns jämnt fördelade temperaturgivare (figur 3). Uppgiften mynnade ut i att bestämma proportionalitetskonstanten, det så kallade Lorentztalet (L) för de tre metallerna.

Som ”uppvärmning” ombads studenterna släppa små NdFeB-magneter genom rören och klocka falltiden. Ur detta skulle elektriska ledningsförmågan redovisas jämte uppnådd precision.



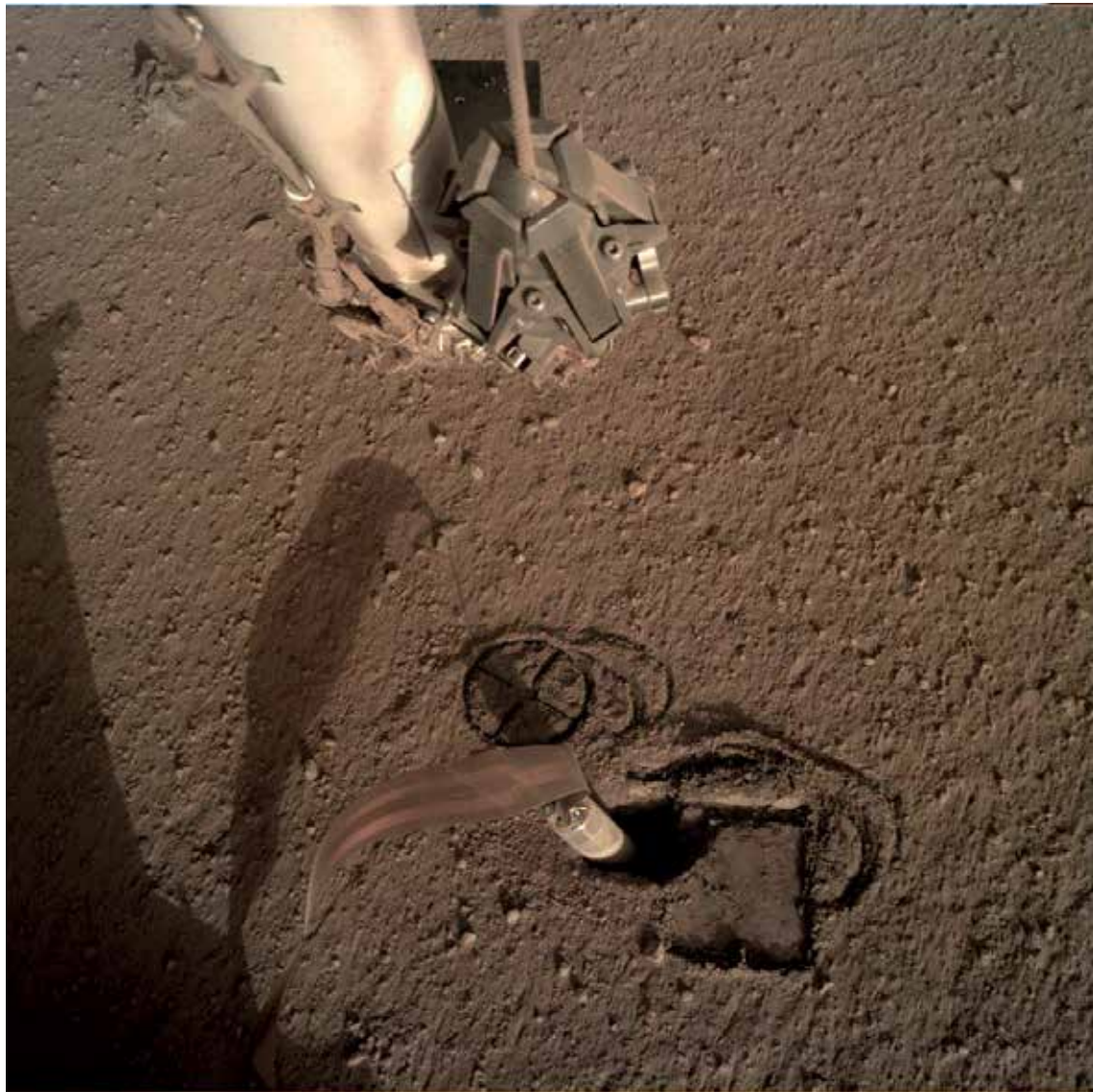
Figur 1: Till vänster katoden i mitten och anoden med sina kaviteter. Där framgår också de växelväggar (blå pilar) som elektronerna inducerar i anoden. Till höger visas hur en kavitet kan modelleras som en spole och en kondensator för att beräkna frekvensen.



Figur 2: Rör med metallskivor (D) i kontakt med en varm (A) och en kall (B) reservoar.



Figur 3: Rör och temperaturgivare inuti svart isolering ovanpå en kastrull, samt Allt-i-allo-låda för datalagring och tidtagning.



Hugga i sten på Mars

Mars InSight är den senaste i raden av NASAs flotta av rymdsonder som sänts iväg för att utforska planeten Mars. Efter uppskjutningen i maj 2018 genomfördes en lyckad landning den 26 november samma år. Landningsplatsen ligger i området Elysium Planitia. Den utvaldes på helt praktiska grunder – nära ekvatorn för att maximera solcellernas elproduktion, utan farliga klippblock för en säker landning och med en terräng som ser mjuk ut.

Målet för InSight är nämligen inte att undersöka någon särskild plats eller formation på ytan utan istället planetens inre. För detta har landaren tre huvudsakliga vetenskapliga instrument.

Seismometern SEIS mäter förekomsten av marsbävningar orsakade av inre aktivitet eller utifrån kommande meteoritnedslag. Liksom på jorden kan man med seismologiska observationer lära sig något om planetens inre struktur.

Värmeledningsexperimentet HP³ be-

står av en prob som ska tränga ned i marken och mäta temperaturen på olika djup. Instrumentet kan också aktivt skicka ut värmepulser och mäta hur snabbt värmen leds bort.

Slutligen finns radioexperiment RISE med vars hjälp landarens position och rörelse kan mätas mycket noggrant från jorden. Meningen är att små förändringar i planetens rotation och polaxelns riktning ska kunna uppmätas. Härigenom får man information om hur stor Mars' inre kärna



Längst till vänster: Robotarmen på Mars InSight lyfter seismometers skyddshölje på plats.

Till vänster, beskuren (i sin helhet på sid 1): Robotarmen har lyft bort stödkonstruktionen som täckt den lilla stavformade "mullvaden" hörande till experimentet HP³. Dess bakände sticker upp ur hålet den grävt med en platt kabel efter sig.

Nedtill: Bekymrade ingenjörer vid Jet Propulsion Laboratory använder en kopia av instrumentet HP³ för att prova strategier för att få "mullvaden" att komma ur sitt festsittande läge.

SAMTLIGA FOTON © NASA



är och huruvida denna är fast eller flytande. Variationerna, så kallad precession och nutation, orsakas i huvudsak av det vridmoment som solens gravitationskraft utövar på den icke helt sfäriska planeten.

Utplaceringen av SEIS gjordes med en robotarm och var färdig i februari i år. Det känsliga instrumentet placerades på marken och täcktes sedan med en skyddande kupa. I april rapporterades att seismometern detekterat den första troliga marsbävningen.

När SEIS var på plats påbörjades arbetet med HP³. Proben är konstruerad så att den genom vibrerande rörelser ska hamra ned sig själv i marken och gräva ner sig likt en mullvad. Målet är att nå ner till fem meters djup och man räknade med att komma ner dit på ungefär två månader. Men bara efter en vecka tog det stopp. Proben hade då nått ned till 30 cm djup och en fjärdedel av den sticker fortfarande upp över marknivån. För närvarande arbetar man med att försöka lösa si-

tuationen. Med hjälp av robotarmen har ett skyddande hölje lyfts bort så att man kan se bakändan av proben med hjälp av kamerorna ombord. Det kan vara så enkelt som att det ligger en sten i vägen – är den alltför stor finns det inget att göra. Mars är en besvärlig plats.

DAN KISELMAN
STOCKHOLMS UNIVERSITET



FOTO: JOHAN WINGBORG



FOTO: CHRISTIAN JANNESSON



FOTO: LEO EKBERG

Till vänster: Det specialbyggda hindret Ecoestrian av återvunna och återvinningsbara material.

Mätning av hastighet och frekvens på egna hästar för att jämföra med olympiska ryttare.

Maria Sundin vid sin arbetsplats.



Räkna med häst

När jag var 9 år läste jag böcker om rymden och hästar. Jag hade då inga tankar på att jag en dag skulle komma att arbeta inom båda områdena, men uppenbarligen kan ett intresse för fysik leda till det mesta!

Hästsporten har i större omfattning börjat kopplas till forskning, undervisning och innovation inom fysik och teknik. Just nu syns allt oftare begreppet Horse Tech. Jag har en bakgrund inom astrofysik, men runt 2011 började jag med forskning inom detta mycket tvärvetenskapliga område. Med den här artikeln vill jag framförallt dela mina erfarenheter av hur jag har använt kopplingar till häst i undervisningen vid institutionen

för fysik vid Göteborgs universitet.

Det finns idag cirka 360000 hästar i Sverige vilket betyder att en stor del av befolkningen på något sätt kommer i kontakt med häst. Det kan vara som hästägare, veterinär, hovslagare, stallägare, foderproducent, materialtillverkare etc. Det är en av Sveriges stora sporter, inte minst för kvinnor och unga tjejer vilka tyvärr är underrepresenterade som fysikstudenter.

Tillsammans med kollegor och studenter har jag haft ett tjugotal olika projekt inom forskningen. Här är några exempel:

- att integrera smarta textilier i vanlig hästsportsutrustning.
- att mäta strukturförändringar i hästhovar genom att studera hovens

värmeledande och värmespridande egenskaper. Projektet har precis fått patent.

- 3D-skanning av hästar.
- ett specialbyggt hinder av återvunna och återvinningsbara material med namnet Ecoestrian. Hindret har medverkat 2017-2019 vid Göteborg Horse Show på Scandinavium samt vid EM på Ullevi 2017.
- att undersöka möjligheten att använda biokompositer inom hästsport.

Projektet är alltid tvärvetenskapliga och samarbetspartners kommer från GU, Chalmers, SLU, hästsportens organisationer och anläggningar, eventföretag samt små och medelstora företag.

Efter några år med forskning startade jag 2017 kursen "Hästsport och Fysik" vid Göteborgs universitet. Den hade flera syften såsom att:

- locka hästsportsintresserade studenter till fysik
- ge fysikstudenter och fysiklärare nya exempel på tillämpningar
- ge verktyg och kontakter för yrkesaktiva hästsportspersoner till forskning och utveckling

Kursen lockade cirka 40 studenter varav 90% var kvinnor. I princip är kursen en vanlig mekanikkurs, men med alla exempel utbytta till hästsportstillämpningar. Som kursbok användes mekanikdelen av University Physics. Utöver mina mekanikföreläsningar var gästföreläsare inbjudna från Vinnova, Strömsholm och en gästföreläsning handlade om etik. Studierna gjordes i många fall med riktiga hästar, om studenterna hade tillgång

till det, och annars studerades klipp från Youtube.

För att illustrera med ett exempel fick studenterna tidigt i kursen mäta takt och tempo (hastighet och frekvens) på sina egna hästar eller på film, och jämföra med Olympiska ryttare. I TR (Tävlings Reglementet) står det att ett bedömningsmoment inom dressyr är om hästen kan bibehålla takten oavsett tempo i varje gångart. Det var tydligt att detta inte stämmer ens för världens bästa ryttare.

Vidare studerade vi bland annat hästar som hoppar över hinder, ryttare som faller av, sadeln och brettets inverkan på hästen, hästar i hästsläp vid rondellkörning, hästben som lindas, kraft i grimskäft och rep och gjorde analyser av vardagliga situationer i stall från ett fysikperspektiv.

En av studenterna uttryckte efter kursen att hon alltid hade avskytt fysik, men älskat hästar. När hon fick se titeln på

kursen hade hon därför blandade känslor. Kärleken till hästarna vann och fysiken blev rolig och intressant! Självklart skulle man kunna ge liknande kurser fast med andra kopplingar för att attrahera andra typer av studenter till fysikämnet. Ett annat alternativt vore att försöka göra fler räkneövningar och exempel med olika tillämpningsområden.

Det var kanske oundvikligt att mina två forskningsområden skulle komma att överlappa. I en artikel i Forskning och Framsteg skriver jag om möjligheten att ha hästar på planeten Mars. Artikeln är skriven med glimten i ögat, men med hopp om att inspirera till tankar om fysik, hästar och astronomi. <https://fof.se/tidning/2016/1/artikel/vi-ska-ta-hasten-med-oss-till-mars>

MARIA SUNDIN
GÖTEBORGS UNIVERSITET

Har du rätt sorts solglasögon?

Solglasögon gör att man ser cool ut, men de kan också skydda mot skadlig solstrålning. Den första effekten faller under beteendevetenskap och det är bara till den andra som fysiken kan bidra med ökad förståelse. Coola eller inte, solglasögon ska skydda ögonen, dels mot mängden ljus, dels mot skadliga våglängder.

Ögats förmåga

Solspektrum vid jordytan har våglängder i intervallet 280 – 2500 nm. Strålningsenergin som når atmosfären har en intensitet som i figur 1 illustreras av det gula området, vilket ger solarkonstanten 1370 W/m².

Ögat klarar luminanser från syntröskeln vid 10⁻⁶ cd/m² och intervallet upp till 3 · 10⁻³ cd/m², där stavarna är känsliga, kallas det skotopiska området. Därefter kommer det mesopiska intervallet där

både stavar och tappar är aktiva. Det fotopiska intervallet, där främst tapparna förmedlar synintrycket börjar vid 3 cd/m² och slutar vid 10⁶ cd/m². Ljusinsläppet regleras med pupillen som vid normalbelysning har en diameter ca 4 mm. Den kan öka till 8 mm vid svagt ljus och minska till 2 mm, dvs. den bidrar bara med en tiopotens till anpassningen. Vid intensivt ljus får man kisa och ännu intensivare ljus kan orsaka tillfällig blind-

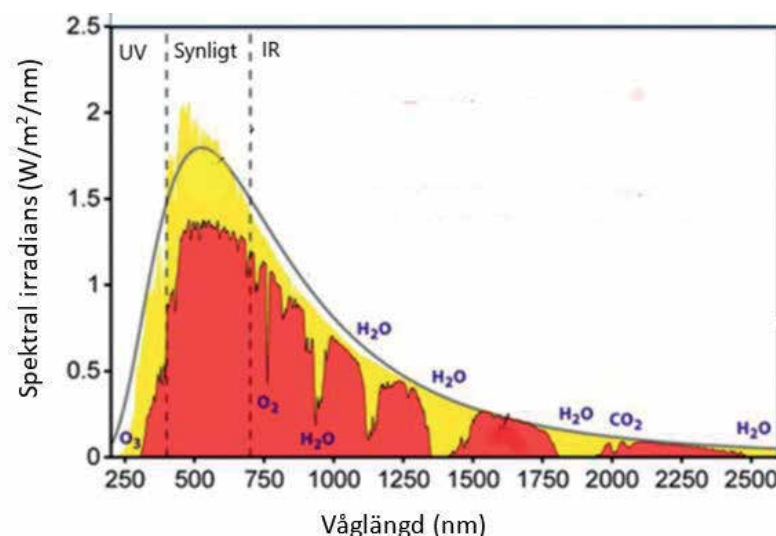
het, som snöblindhet eller svetsblänk (fotokeratit), vilket är en solbränna på ögats hornhinna. Således behövs solglasögon, helst böjda med stora glas, så att det inte kommer in ljus från sidorna i ögonen. Då behöver man inte kisa så mycket, vilket minskar risken för framtida rynkor. Viktigt också att skydda den känsliga huden runt ögonen, för att förhindra hudcancer.

Vad händer i ögat?

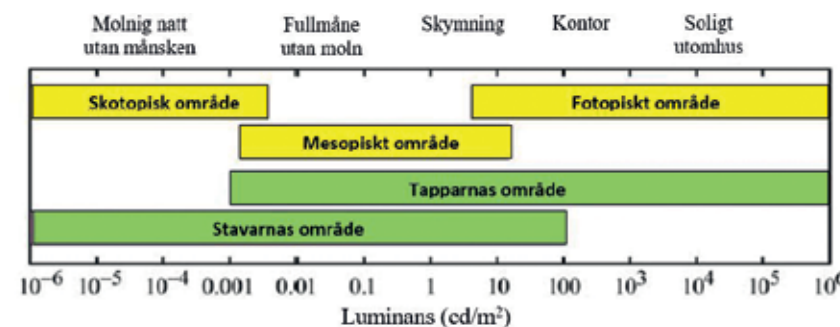
Kortvågig UVB (under 295 nm) absorberas redan i hornhinnans epitelceller, som kan stötas av. Det utnyttjas vid synkorrigering med laser. Då viks först det tunna skiktet på hornhinnan bort och sedan ger en eximerlaser korta pulser på 100 ns med en våglängd på ca 300 nm, vilket påverkar molekylbindningarna i hornhinnan. Det blir en ablation som kontrollerat ändrar hornhinnans form. Sedan viks skyddshinnan tillbaka.

UVA (315 – 400 nm) passerar hornhinnan och absorberas i ögats främre delar och kan orsaka grå starr (katarakt).

Synligt ljus och IRA (400 – 1440 nm) bryts i ögats optik och når näthinnan. Intensivt blått eller grönt ljus påverkar tappar och stavar, vilket kan ge tillfällig eller permanent fotokemisk skada. Längre våglängder kan ge fotokoagulering av tappar och stavar och orsaka ett blint



Figur 1: Det gula området visar solstrålningen som når atmosfären, det röda den som når jordytan och den svarta kurvan är Planckspektrum för $T = 5500\text{ K}$. Arean av det röda området ger irradiansen vid jordytan 1050 W/m². Vissa molekyler som absorberar solstrålning i atmosfären är också angivna.



Figur 2: Olika luminansnivåer samt tappars och stavars känslighet.

område på näthinnan (makuladegeneration). Detta märks ofta inte förrän det är försent. Exempelvis vid solförmörkelse räcker det inte med att filtret ser mörkt ut, ty varken UV- eller IR-strålning syns och ger därför ingen blinkreflex.

IRB (1,4 – 3 μm) däremot absorberas i ögats främre delar och IRC (3 μm –1 mm) i hornhinnan.

Solglasögon

Linser gjordes förr av glas, men numera oftast av plast. Plastglasögon är lätta och hållbara, men är repkänsliga. De finns också med brytningsindex på uppemot 1,8 till priset av större kromatisk dispersion. Därmed kan synfel korrigeras med tunnare linser. Mineralglas stoppar våglängder kortare än 350 nm och plastglas under 400 nm applicerar fabrikanten UV-skikt även på plastglasen. Då anges "UV400" på bågen, medan CE-märkningen endast utlovar 380 nm.

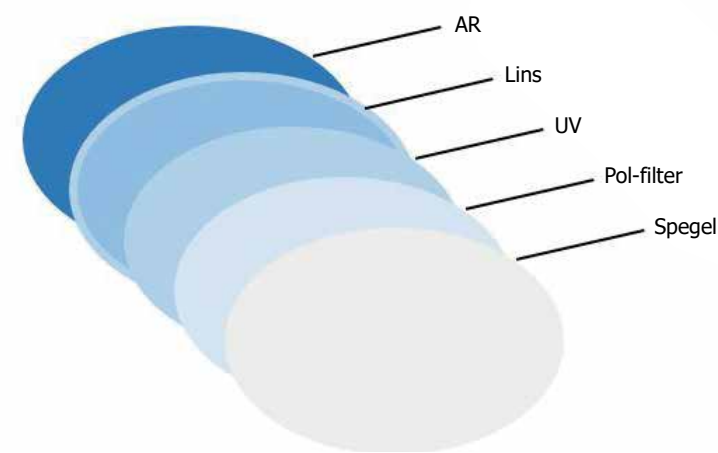
Den andra viktiga faktorn, ljusge-

nomsläppet, anges med en femgradig skala 0 – 4. Kategori noll släpper igenom 80 – 100 procent av ljuset (klar lins) och kategori 4, med mycket mörk lins för glaciärbruk, 3 – 8 procent av ljuset. Se avsnittet om standard.

Solglasens uppbyggnad

Själva glasen finns i olika färger som, utöver att uppfylla modets krav, filtrerar bort oönskade våglängder. Linser av glas har oftast en enhetlig färg i hela materialet medan plastlinser (polykarbonat) doppas i en speciell toningsvätska. Färgen absorberas långsamt i plasten. För att göra nyansen mörkare doppas linserna i vätskan längre tid.

Partiklarna i atmosfären sprider korta våglängder mycket bättre än långa. Spridningen är nämligen inverst proportionell mot fjärdepotensen av våglängden (λ^{-4}) s.k. Rayleighspridning. Himlen borde därför vara violett, men ögats tappar är inte så känsliga för violett och därför syns himlen vara blå. Det pågår också en de-



Figur 3: Solglasögon består av en lins på vilken läggs ett antal olika skikt.

batt om "skadligt blått ljus" (380 – 440 nm) även från artificiella ljuskällor. Det blåviolettera ljuset gränsar till UV-området. Till dess forskningsläget klarnat bör nog blåtonade solglasögon undvikas, även om de känns moderiktiga.

Gula linser reducerar den kortvågiga delen av spektrum och jämnar därmed ut ljusintrycket vilket ger bättre kontrast. Tyvärr påverkas färgupplevelsen, vilket kan vara en nackdel vid bilkörning. Snöglasögon är vanligtvis gulfärgade, vilket minskar spritt ljus från snöytorna.

Gröna nyanser på linser filtrerar blått ljus och minskar bländning. De erbjuder hög kontrast och hög synskärpa.

Grå färgtoner reducerar mängden ljus med endast liten färgförvrängning, vilket gör dem till ett bra val för bilkörning och allmän användning. Likaså är brunaktiga nyanser också bra generellt. De minskar också risken för bländning.

Lila och rosa färger sägs erbjuda den bästa kontrasten mellan ett objekt och grön eller blå bakgrund. De är ett bra val för jakt eller vattenskidor.

UV-filter

Mörka glasögonglas släpper igenom mindre synligt ljus vilket leder till att pupillerna vidgas. Om UV-skyddet är dåligt kan ögat därför skadas. Med ett skikt av organiska ämnen kan UV-strålning absorberas och med ett spegelskikt också reflekteras.

Polarisationsfilter

Polariserande filter appliceras på linsen som ett tunt skikt, ibland mellan två ytor. Skiktet består av långa parallella molekyler av polyvinylalkohol, som sträckts i en jodlösning. Molekylens elektroner sätts i svängning av ljus polariserat i molekylernas längsriktning, och absorberar därvid ljusets energi. Eftersom ljus som reflekterats mot horisontella ytor – motorhuv, våt vägbana, sjö, snö och bländande bok-

Figur 4: Nedtill ett par solglasögon med speglade skikt och lite hushållspapper bakom ena linsen. Till höger en spegelsförfattaren. Papperet gör det tillräckligt mörkt för att den linsen ska uppfattas som speglade. Himlen bakom den andra linsen är så pass ljus att linsen inte uppfattas som speglade trots spegelskiktet.



sidor – är mer eller mindre horisontellt polariserat, kan dessa reflexer dämpas, genom att låta ett polarisationsfilter absorbera horisontellt polariserat ljus. Reflexer dämpas, färgerna blir klarare och kontrasten bättre. Dock kan flytande kristalldisplayer vara svåra att läsa av, eftersom deras ljus är polariserat.

Fotokromatiska linser

Glasögonlinser som mörknar när de utsätts för solstrålning kallas fotokromatiska. De lanserades på 1960-talet. Linserna innehåller silverklorid eller någon annan silverhalid. Då de utsätts för UVA-strålning migrerar elektroner från kloridjonen till silverjonen och silver bildas. Detta gör att linserna mörknar. Inomhus sker den omvända kemiska reaktionen och linserna blir åter klara. Eftersom silverhaliden är jämnt fördelad i linsmaterialet och linsens tjocklek varierar blir linsen ojämnt mörk.

Plastlinser däremot kan man doppa i ett kemiskt bad och ytan blir då jämnt

belagd. Genom uppvärmning i en ugn migrerar molekylerna till ett djup av cirka 150 μm , vilket blir mer hållbart än om man ett lagt ett tunt (5 – 10 μm) skikt på ytan.

I en bil och inomhus sägs UV-ljuset absorberas av rutorna. När jag testade blev mina fotokromatiska linser trots allt aningen mörkare. Det finns tydligen ett litet överlapp mellan transmissionen i rutorna och absorptionen i silverhalid.

Repskydd

Glas är naturligt reptåligt, men det är inte plast. Ett tunt (3–5 μm) skikt med nanostora mineralpartiklar i en organisk lösning gör att ytan står emot både små och stora repor. De förra pga mineralpartiklarna och de senare genom att den organiska komponenten får ytan att svikta något. Lösningen polymeriseras vid 100 °C i en ugn och skiktet blir mycket jämnt, vilket krävs om ett AR-skikt ska läggas på.

Antireflexbehandling

När ljus träffar glasögonlinser med $n = 1,5$ reflekteras ca 4 % i första ytan och ca 4 % i andra ytan, totalt ca 8 % vid vinkelrätt infall. Det mesta ljuset, ca 92 %, når ögat. Har linserna högre brytningsindex blir förstås andelen reflekterat ljus större, ca 8 % i vardera ytan för $n=1,8$ och då når ca 84 % ögat. Med en antireflexbehandling (AR) kan detta förbättras, på linser med $n=1,5$ reflekteras t.ex. under 1 % i varje yta och över 98 % når ögat, vilket dock inte upplevs göra så stor skillnad. Däremot minskar det reflekterade ljuset från ca 8 % till knappt 2 % med AR-skikt, dvs. till mindre än 1/4. Det är en stor skillnad, så fördelen med AR är att den du pratar med ser dina ögon istället för en spegelbild av sig själv eller av omgivningen. Solglasögon däremot skymmer ändå ögonen och därför läggs AR-skikt bara på linsens baksida. Detta för att reducera reflexer från ljus som kommer in snett bakifrån eller från sidorna.

Om AR-skiktet ges en tjocklek på en fjärdedel av ljusets våglängd i skiktet kommer ljuset som reflekteras från den främre ytan och från den bakre ytan att släcka ut varandra genom destruktiv interferens. Om dessutom AR-skiktet har ett brytningsindex mellan luft och glas, optimalt är $\sqrt{n_{\text{luft}} \cdot n_{\text{glas}}}$ (geometriskt medelvärde), blir reflexerna minimala. Avviker tjockleken lite grann från en

fjärdedels våglängd får man dämpning i varierande grad. Villkoret för destruktiv interferens kan bara uppfyllas för en enda våglängd och man har valt ögats känsligaste våglängd (555 nm $\approx$ grön) och det ljus som då återspeglas har komplementfärgen (purpur). Genom att förse linsytan med flera skikt, optimerade för olika våglängder, kan AR förbättras. Precisionen i skiktens tjocklek behöver vara runt 10^{-10} m, ty minsta variation i AR-skiktets tjocklek påverkar och linserna i ett par glasögon bör därför vara gjorda vid samma tillfälle.

Spegelskikt

Ytterst ligger ett spegelskikt, ty det är svårt få fast det reptåliga skiktet ovanpå. En s.k. spionspegel som finns i kriminalfilmernas förhörssrum bygger på att förhörssrummet är mycket ljusare än rummet bakom spionspegeln. Därmed reflekteras det mesta ljuset åter in i förhörssrummet och dominerar över det ljus som kommer från det mörka rummet. Genom att lägga ett tunt (0,5 – 1 μm) metallskikt på linsens ökas reflexionen och skillnaden mellan ljuset i omgivningen och i utrymmet mellan öga och lins räcker då för att linsen ska uppfattas som speglade (figur 4).

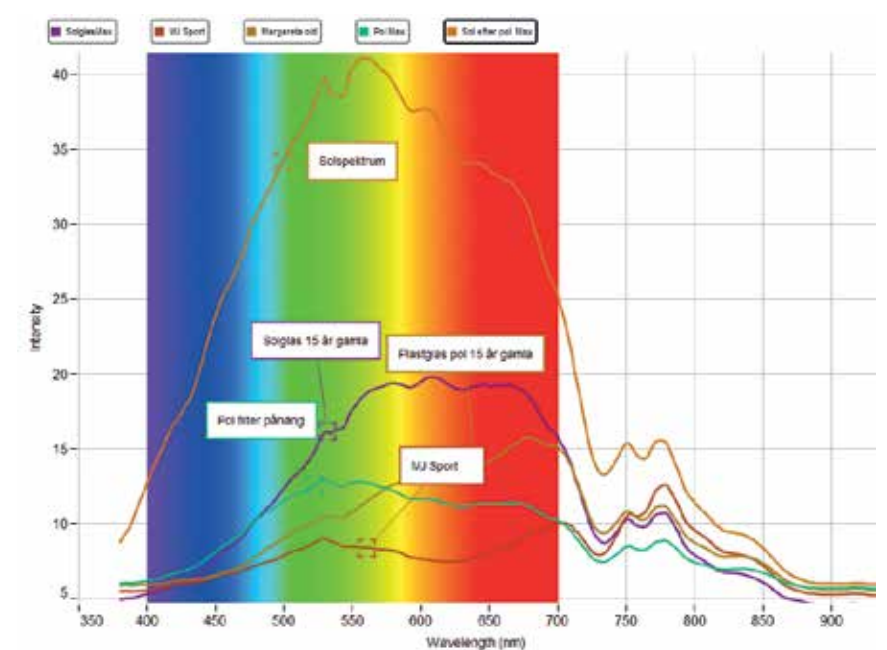
Smutsavvisande skikt

Genom att lägga ett några nanometer tjockt skikt av fluorinerad polysilazane blir linsen så pass slät att smuts knappt fäster samt så hal att både vatten och olja bildar droppar som lossnar lätt. Bra på havet där saltvattnet ofta lämnar avlagringar på linsen.

Mätningar

Med hjälp av en spektrometer mätte jag transmissionen i intervallet 380 – 950 nm hos några solglasögon en solig dag hemmavid, några gamla, några polariserande och ett par supercoola (figur 5). Alla filtrerar bort det mesta av den blå, kortvågiga delen av spektrum, men sedan dämpas färgerna olika mycket.

RISE Research Institutes of Sweden jobbar mer professionellt och mätte 2010 på uppdrag av Konsumentverkets marknadsundersökning solglasögon i olika priskategorier inom våglängdsområdet



Figur 5: Spektrum mätt med spektrometern (PASCO, PS 2600). Mättiden var ungefär 15 s, men arean under respektive kurva ger ändå en uppfattning om hur mycket solljuset dämpas.

250 – 1400 nm. Av de 53 testade solglasögonen släppte ett par igenom redan vid 290 nm. Tre par släpper igenom våglängder på 390 nm och ytterligare 11 par 395 nm och längre. Dock uppfyller alla gällande standard.

Precis som mina mätningar visar har olika glasögon varierande transmission inom det synliga området. De flesta ligger mellan 5 och 40 procent. Inom IRA-området har omkring hälften över 80 procent transmission, något våra ögon inte märker.

Standarder

Numera är de flesta medvetna om riskerna med UV-strålning på kroppen och solskyddsmedel så väl som skyddande kläder är vanliga. Behovet av att skydda ögonen är inte lika uppmärksammat. Australien har många soliga dagar och myndigheterna där införde därför den första allmänna solglasögonstandarden redan 1971. Det är den enda som dessutom antagits i lag. Solglasögonstandarden varierar beroende på land, men vanligen finns minimikrav om blockering av våglängder kortare än 380 nm.

I Europa finns CE-märkning, vilken indikerar att solglasögonen följer gällande

EU-standard, som i Sverige beskrivs i ”Ögonskydd – Solglasögon och relaterade produkter – Del 1: Solglasögon för allmänt bruk (ISO 12312–1:2013) och Del 2: Filter vid direkt iakttagelse av solen (ISO 12312–2:2015) med krav på CE-märkning”.

Transmissionen inom synliga området (380 – 780 nm) är indelat i filterkategorier 0 – 4, där 0 släpper igenom 100–80 %, kategori 1 80–43 %, kategori 2 43–18 %, kategori 3 18–8 % och kategori 4 8–3 %. Kravet på UVB är högst 5 % av transmissionen inom synliga området för kategori 0 och 1 och 1 % för kategori 2 – 4. Kraven på UVA är lägre, endast lika med synliga området för kategori 0 och 1 och 50 % för kategori 2 – 3 men 1 % för kategori 4.

För urban användning räcker CE-märkning och står det ”cat 3” på skallen är linserna lagom mörka. Ännu mörkare, ”cat 4”, är inte tillåtna för bilkörning. För hav, fjäll och andra UV-rika miljöer rekommenderas märkningen ”UV400”, kanske i kombination med några av ovan nämnda filter.

MAX KESSELBERG
FYSIKUM
STOCKHOLM UNIVERSITET

Gaia trasslar ut Vintergatans trassliga struktur

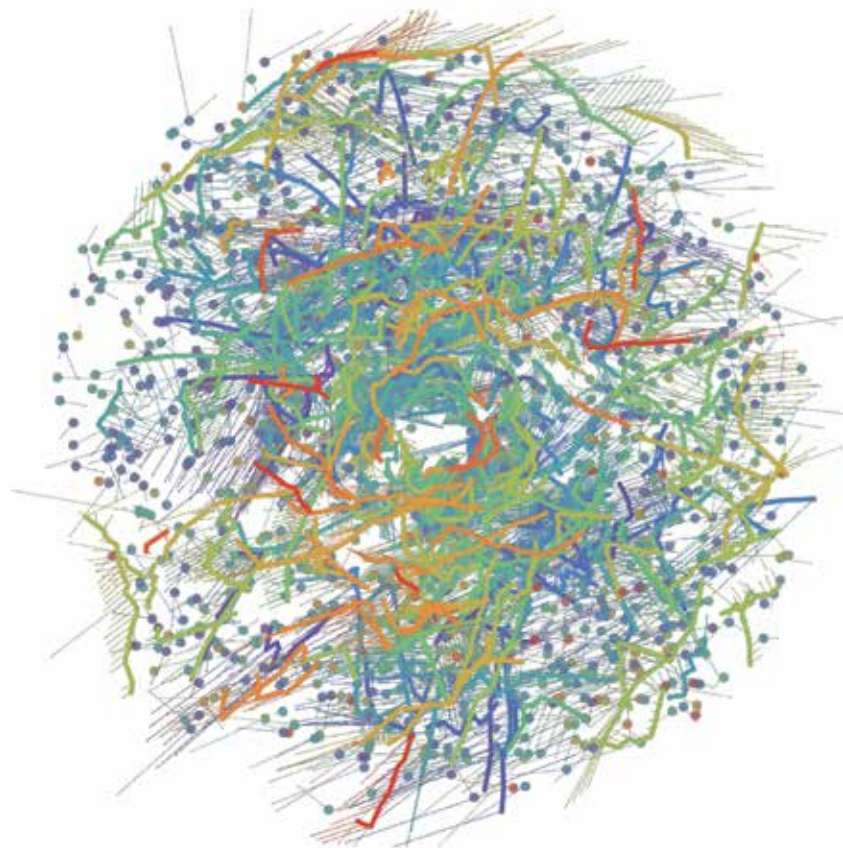
Den europeiska rymdflygstyrelsen ESA:s astrometriska rymdobservatorium Gaia är ännu inte färdig med sin precisionskartläggning av stjärnors positioner, avstånd, hastigheter och egenskaper. Men två preliminära datasläpp har redan gjorts och forskningsresultaten börjar komma.

Marina Kounkel och Kevin Covey vid Western Washington University presenterar i *Astronomical Journal* resultatet av en undersökning där de sökt mönster och grupperingar i stjärnor nära Vintergatans plan och med avstånd mindre än 3000 ljusår. Av över en miljard stycken stjärnor sållade de först fram drygt 19 miljoner såsom lämpliga för projektet. Sedan använde de maskininlärnings teknik för att ur den oerhörda datamängden söka upp grupper av stjärnor med liknande rörelser. På så vis har man upptäckt många tidigare okända grupperingar av stjärnor – 1900 stycken – som hör ihop och torde ha gemensamt ursprung. Stjärnorna i samma grupp är i någon mening syskon som fötts ur samma interstellära moln.

Forskarna har också gjort uppskattningar av stjärnornas – och därmed gruppernas – åldrar. En del av grupperna är regelbundet formade stjärnsamlingar. Vissa av dessa är ordnade i långa kedjor eller strängar, ibland hundratals ljusår långa och det finns också sådana strängar som utgör en enda grupp utan inre struktur. Några av dessa kan vara upp till en miljard år gamla och det är spännande att se hur dessa strängar fortfarande kan identifieras efter så lång tid – stjärnorna har hunnit gå flera varv kring Vintergatans centrum sedan de bildades. Det faktum att vissa strängar inte uppvisar någon central klump tyder på att de återspeglar en struktur som fanns redan när stjärnorna bildades i jättemolekylmoln.

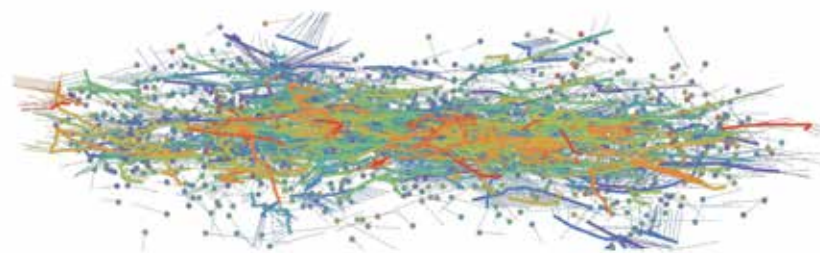
Resultaten kommer säkert att testas, kritiseras, stötas och blötas men de visar på hur Gaia är på väg att förvandla vår syn på Vintergatan.

DAN KISELMAN
STOCKHOLMS UNIVERSITET

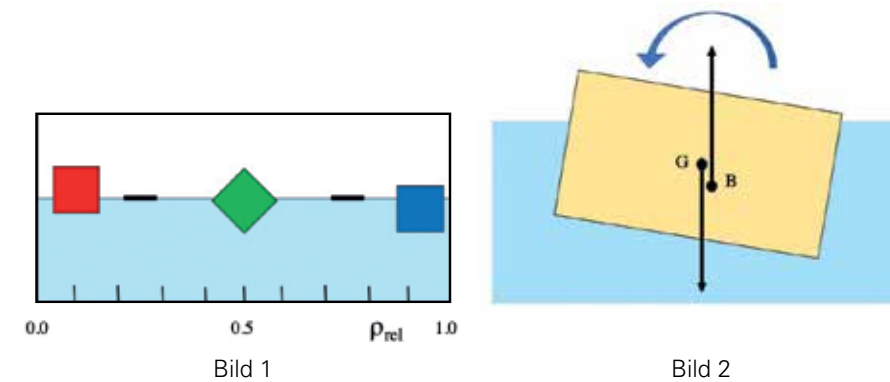


Stjärngrupper (punkter) och strängar i vår galaktiska omgivning så som de vaskats fram ur Gaias andra datasläpp. De tunna raka strecken indikerar gruppernas hastighet i rymden och deras längd motsvarar hur långt de kommer på

5 miljoner år. På kartan ser vi vinkelrätt ned mot det galaktiska planet. Det till synes tomma området i mitten, där vi själva befinner oss, är en artefakt. Området är nära 6500 ljusår tvärsöver. © Courtesy of M. Kounkel & K. Covey (2019)



Samma data sedda från sidan (Vintergatans plan). Courtesy of M. Kounkel & K. Covey (2019)



Konsten att hålla sig flytande

De flesta av oss har hört talas om Arki-medes (247-212 f.Kr.) princip: ”Ett föremål nedsänkt i en vätska påverkas av en uppåtriktad kraft, som är lika stor som av den undanträngda vätskans tyngd”. Principen förklarar när ett föremål flyter i en vätska. Svårare blir det när man skall förklara *hur* ett föremål flyter. Många kommer att tänka på skeppet *Vasa* som kantrade år 1628 eftersom man då ännu inte förstod det som kallas flytstabilitet. Man kan göra många små tankeväckande experiment hemma i köket på ämnet. Populärt är att ta stavar med olika form och densitet och lägga i vatten. Till mångas förvåning flyter de på olika sätt. Det visar sig att stavens densitet relativt vätskan ρ_{rel} är en viktig parameter. På Bild 1 visar jag hur en lång stav med kvadratisk tvärsnitt intar olika vinklar för olika ρ_{rel} . De horisontella linjerna visar var en vinkeländring sker kontinuerligt. Två krafter verkar på ett flytande föremål: föremålets tyngd G och

Bild 3



vattnets lyftkraft B på det. På Bild 2 visar jag hur vridmomentet från dessa krafter vrider föremålet till ett stabilt läge. Båtar svarar mot situationen för den röda staven, d v s de flyter förvånansvärt högt.

På Bild 3 visar jag ett experimentellt resultat med mycket låg relativ densitet $\rho_{rel} \approx 0,007$. Experimentet är dock något bedrägligt. Ytterligare en kraft T har tillkommit, vilken har inverkan på flytstabiliteten hos lätta föremål. På Bild 4 visar jag effekten på en pingpongboll i ett glas bräddfyllt med vatten, där vattenytan buktar uppåt. Vattnet väter bollen och en menisk formas. Bollen lägger sig mitt i glaset med en lyftkraft $B = G + T$. Om glaset fylls delvis med vatten buktar vattenytan nedåt och är som lägst i glaset mitt. Bollen flyter ut till kanten, se Bild 5. Samma fenomen ser vi när frukostflingorna på mjölken flyter ut till tallrikskanten. Ytspänningskraften T är riktad snett nedåt. Tillsammans med gravitationen G och lyftkraften B bildas en horisontell dragkraft D ut mot glaskanten.

Stabil jämvikt erhålles när systemets masscentrum av lägsta möjliga. Bollen densitet är lägre än vattnets och flyter därför till vattnets högsta punkt.

Sammanfattningsvis kan sägas att det finns en flora av lärorika experiment där man testar flytstabiliteten på föremål med olika form och densitet. Prof. em. Anders Thölén vid Chalmers har utformat laborationer för detta: <https://www.yumpu.com/sv/document/view/31217583/flytstabilitet-i-praktik-och-teori>.

PER-OLOF NILSSON
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

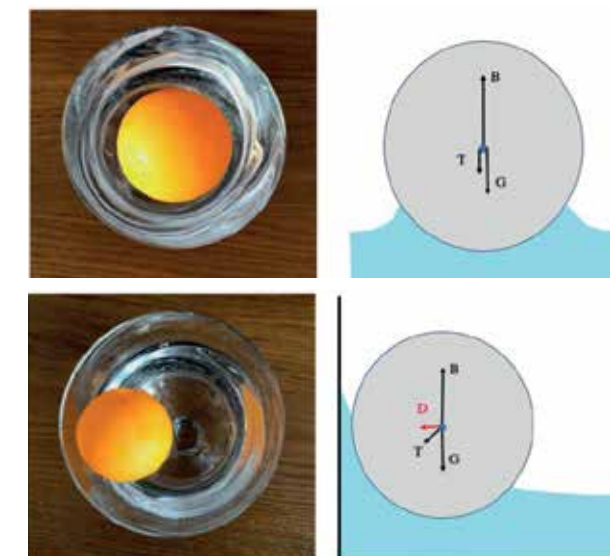


Bild 4

Bild 5



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 självvärterande förkunskapstest och diagnoser till varje kapitel.

nok.se/extramaterial



Visste du att...

Digilär.
EN DEL AV NATUR & KULTUR

Digilär är nu en del av Natur & Kultur och tillsammans utvecklar vi läromedel för alla stadier – tryckt, blended och heldigitalt! Läs mer på digilar.se | nok.se