

SVENSKA FYSIKERSAMFUNDET

f Fysikaktuellt

NR 1 • FEB 2020



ISSN 0283-9148

Grafen – från
laboratorium
till verklighet

Sid 10

Fysikleik
i Göteborg

Sid 19

Norge – Nordisk
jämförelse av
gymnasiefysiken

Sid 22

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

Bankgiro: 5402-5499
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 Anders Kastberg.

Fysikaktuellt
Vår medlemstidning utkommer med fyra nummer per år, och distribueras även till alla gymnasieskolor med naturvetenskapligt eller tekniskt program.
Redaktion: Margareta Kesselberg, Måns Henningson, 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 2020: 27/2, 29/5, 28/9, 14/12.

Medlemskap
Svenska Fysikersamfundet har ca 1000 individuella medlemmar, 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/KodLandning/Index/?Internetkod=057-0571329>

Omslag: En leveterande supraleddare nedkyld med flytande kväve förevisad vid Stockholms universitets monter på Lise Meitner-dagarna 2019. Foto: Johan Mauritsson.

Layout: Göran Durgé
Tryck: Trydells, Laholm 2020



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)
- Linnéuniversitetet – Institutionen för fysik och elektroteknik
- 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
Björgvin Hjörvarsson
- 4-5 AKTUELLT/NOTISER
NOBELPRISET I KEMI 2019
VAR EFTERLÄNGTAT
Patrik Johansson
KALENDARIUM
OSEN-MEDALJEN 2020
- 6-9 LISE MEITNER-DAGARNA
BILDCOLLAGE
- 10-11 GRAFEN
Juri Kinaret
- 12-13 ANNONS
NORDISKA FYSIK-DAGARNA 2020
- 14-15 STRÅLNINGSFYSIK
STRÅLNINGSVETARE
SÖKES...
Amanda Termén
- 16-18 WALLENBERGSPRISET
Anne-Sofie Mårtensson
- 19-21 FYSIKLEK
Jonas Egner
Magnus Karlsteen
- 22-23 FYSIK I NORDEN
NORSK GYMNASIEFYSIK
UNDER OMSTÖPNING
Anne-Sofie Mårtensson
- 24-26 VARDAGENS FYSIK
SPEGEL SPEGEL PÅ VÄGGEN
DÄR...
Max Kesselberg
- 27 TILL SIST
LJUSREFLEXER, VAR ÄR
LJUSKÄLLAN?
Göran Grimvall
- 28 ANNONS
NATUR & KULTUR

Forskningens betydelse är en illusion

Universitetens kärnverksamhet utgörs av tre områden: forskning, utbildning och samverkan.¹ Det finns många olika perspektiv på vad detta innefattar och betyder. Till exempel, att förstå relevansen av utbildning för enskilda individer och arbetsgivare är enkelt. Att förstå den yttersta betydelsen av universitetens utbildning, forskning och samverkan för samhället är inte lika lätt.

En framgångsrik professor inom naturvetenskapens domäner publicerar i regel några hundra vetenskapliga artiklar under sin aktiva tid som forskare. Artiklarna är ofta ett resultat av intensiva forskningsinsatser som involverar både doktorander och seniora forskare. Den vetenskapliga ”produktionen” mäts ofta i antal publicerade artiklar och inom utbildningen utgör antal examinerade studenter ett liknande mått. Den tredje uppgiften kan med poetisk rättvisa kallas marginell och därför ignoreras i detta sammanhang. För att få en insikt i det relativa värde som utbildning och forskning innebär för samhället, låt oss begrunda två hypotetiska fall:

Vi börjar med att anta att all kreativitet och nytänkande inom forskningen försvinner, utan att vi är medvetna om det. Professorer, lektorer, doktorander och andra fortsätter arbeta och med oförtröttlig förtjusning ”återupptäcker hjulet” varje dag. Men inga nya forskningsresultat alstras. Medvetande om meningslösheten saknas och därför förblir allt detsamma. Tio år senare har ett antal studenter tagit grundexamen och ett mindre antal doktorer har försvarat sin avhandling. Entusiasmen förblir därför den samma och glöden fortsätter lysa i de akademiska korridorerna. Att det genereras nya forskningsresultat är därför

¹ Kallas ofta den ”tredje uppgiften”.



Foto: Camilla Thulin

inte livsavgörande för samhället, så länge ingen känner till att forskningsresultaten är utan nyhetsvärde.

Som jämförelse tar vi ett exempel där inga studenter examineras under tio års tid men forskningen frodas på alla möjliga sätt. Med oförändrad pensionsålder innebär det ett bortfall av utbildad arbetskraft som motsvarar ungefär en fjärdedel av de anställda. Detta innebär att sjukvård, skola, företag och andra arbetsgivare saknar i snitt en fjärdedel av alla läkare, sjuksköterskor, lärare, ingenjörer, advokater,... Om samhället inte redan har rasat, skulle en fullständig kollaps vara annalkande. Med andra ord, utan fungerande utbildningssystem skulle samhället som vi känner det raseras inom mycket kort tidsrymd.

Universitet, gymnasier och grundskolor utgör därför en mycket viktig utbildningskedja som används för att hålla kunskapen vid liv. Om en eller flera länkar fallerar, raserar samhället som vi känner det. Universitetsanställda och andra lärare måste därför betraktas som kunskapens väktare. Samtidigt är forskningens betydelse en illusion, en nödvändig illusion för att hålla maskineriet igång. Ty till syvende och sist, den kunskap som förvaltas är viktigare än den som alstras, på grund av den stora kunskapsbas som vi redan har skapat.

Björgvin Hjörvarsson

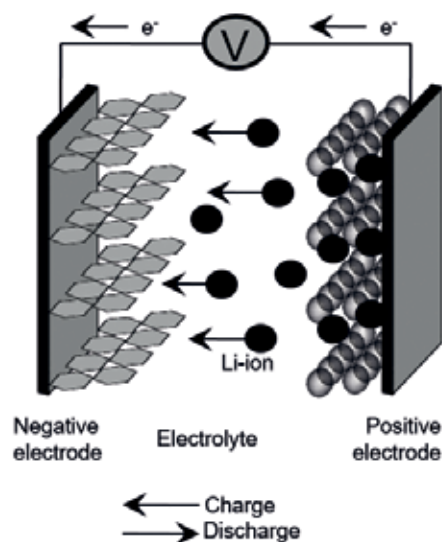
BJÖRGVIN HJÖRVARSSON
PROFESSOR I FYSIK VID
UPPSALA UNIVERSITET
STYRELSELEDAMOT SFS

Nobelpriset i kemi 2019 var efterlängtat

Du som läser det här kanske gör det på din bärbara dator, en läsplatta eller på din smartphone – i vilket fall är det troligt att du har ett stort antal prylar som möjliggjorts via det som förra årets Nobelpris i kemi belönar: litiumjonbatteriet. Det är sällan som det finns en så direkt koppling mellan det som prisas och det som allmänheten redan använder, men du och mer eller mindre alla svenskar vet att det finns litiumjonbatterier som driver all portabel elektronik.

Idag tillverkas globalt över 320 GWh litiumjonbatterier, snart kanske även i norra Sverige, och de har verkligen ändrat vårt liv. Det handlar långtifrån bara om den bärbara elektroniken. Många följer även utvecklingen när det gäller elektrifiering av transportsektorn där elbilar, elbussar och elfärjor hjälper till att få ner CO₂-utsläppen, föroreningar och buller. Kanske t o m elflyg i mindre utsträckning kommer bidra till denna scenförändring. Och allt detta kommer av att el som energibärare är överlägsen i effektivitet – men möjliggörs av att litiumjonbatterierna likaså är effektiva och att kostnaden per kWh lagrad energi pressats enormt bara de senaste 5 åren. Det var nog många med mig som kände att ett erkännande av ”nytta för mänskligheten” var på sin plats och att det ”var på tiden”. Men den stora förändringen finns ändå i framtiden; batteribaserade energilagrar kopplade till förnybart producerad energi från sol och vind kommer ge bättre levnadsvillkor för flera människor globalt.

Personligen blev jag mest lättad när priset annonserades – dels för att Goodenough är den äldsta mottagaren någonsin och hann få priset, och dels för att kemi-priset i år inte hamnade i den breda fällan av pris där jag och flera med mig undrat



”Är det medicinpriset eller kemipriset de pratar om?” Det senare är på sikt viktigare – att hela vidden av kemin som ämne avspeglas i nobelprisen och inte ”bara” biokemin. Och inte minst de delar av kemin som ligger närmare fysiken för de av oss som tänker i termer av material och materialforskning.

Alla kan läsa nobelkommittens prisetext och jag kan även starkt rekommendera den mera utförliga populärvetenskapliga texten – men ett pris som snarare belönar en framgångsrik teknologi än primärt de bakomliggande vetenskapliga framstegen kan alltid kompletteras med ytterligare namn och upptäckter som varit avgörande. Detta kan ge ringar på vattnet – både som en ökad förståelse av hur komplext och snirkligt det kan vara att gå från upptäckt till applikation, hur återvändsgränder kan vara viktiga, och hur forskningstrender kommer och går. Men även som en möjlighet till ytterligare framsteg och teknisk utveckling –

hur det som idag belönas, som har några år på nacken, hänger ihop med det som står i dagens forskningsfokus – dvs nästa generation batterier – såväl som den teknologiska och kommersiella statusen. Det intressanta är att några av de avgörande upptäckterna som gjordes redan tidigt 1970-tal verkligen kan komma att spela en avgörande roll för framtida batterier.

Upptäckterna och de battericeller som gjordes tidigt 70-tal var starkt kopplade till olika typer av fasta elektrolyter baserade på polymerer och keramer och på tidigare grundforskning som t.ex. fasdiagrammet för Li_xTiS₂ systemet av Steele. Steele lanserade även han en fungerande battericell, i princip parallellt med Whittinghams prisade. Samtidigt som dessa system som jobbade med litium som bas så gjordes en hel del forskning som utvecklades på natriumbatterier. Det forskningsfältet ”försvann” nästan helt när litiumjonbatteriet kommersialiserades av Sony i början av 1990-talet. I dag avspeglas dessa andra upptäckters och fälts avgörande betydelse i pågående utveckling; natriumjonbatteriet är ett nästa generations batteri som kan ersätta/komplettera dagens litiumjonbatterier och IUPAC har identifierat fastfasbatterier som ett av de topp-10 mest spännande utvecklingsspår 2019.

Åter till de första cellerna så var det ganska tydligt att ett koncept gör ingen sommar, även om det uppenbarligen kan ge ett nobelpris, batterierna som Whittingham gjorde var varken speciellt energitäta eller säkra. Som ett mellanspel innan Goodenough kom upp med ett elektrodmaterial LiCoO₂ som både gav bättre energiinnehåll och cyklingsstabilitet till batterierna, samt i år ett nobelpris, lanserades ”rocking-chair” konceptet, som ännu idag används, där bägge batterielektrodena använder sig av interkalation som mekanism och ingen elektrod av metalliskt litium. Nästan samtidigt lanserades även idén om grafit som en lämplig interkalationselektrod av Armand och grafit används än idag i princip i alla litiumjonbatterier. Detta skedde dock efter att flera andra typer av kol provats, inklusive de som användes i de celler som Yoshino i år prisats för. Använd-

ningen av grafit som elektrod har även en stark koppling till elektrolytutvecklingen där dagens koncept har sitt ursprung i arbete på Bell Labs under 80-90-talen av Guyomard och Tarascon.

Namnet litiumjonbatteri kan i sig självt vara litet förledande – det omfattar en hel del olika teknologier och materialval – så man kan säga att det är flera olika batterityper. Idag använder vi mestadels andra material än de som prisats. Under 1990-talet så utvecklades LiCoO₂ till Li-Ni-Mn-Co systemet, till vardags NMC, av Thackeray – och det är än idag det vanligaste katodmaterialet i de batterier som används i elbilar. En stor fördel gentemot LiCoO₂ är att halten kobolt (Co) i NMC är avsevärt lägre – vilket har både kostnads- och miljöfördelar. Men man kan även göra litiumjonbatterier helt utan Co – Goodenough upptäckte även LiFePO₄ som material och när väl detta formats ner till partiklar på nanoskalenivå och dessa utrustats med ett kolskal för att höja den elektriska ledningsförmågan efter en idé av Armand – så är det idag ett material som tillverkas i stora mängder för batterier framförallt för användning i elbussar. Och järnfosfat är ur många aspekter betydligt bättre än material som baseras på Co eller Ni – som bägge är dyra och finns i begränsad mängd.

Alla de namn som nämnts ovan, förutom Steele, är högst aktiva forskare även idag – inklusive Goodenough, 97 år ung. En bredare bild kan vara inspirerande för yngre forskare – det nobelpris som delas ut är vetenskapligt definitivt en produkt av betydligt flera upptäckter – och det finns rum för många att uppmärksammas. Personligen tycker jag att flera av dessa andra upptäckter har stor betydelse för att vi är där vi är idag med de fantastiska batterier som laddar vår vardag och hjälper till att rädda vår miljö.

PROF. PATRIK JOHANSSON
INSTITUTIONEN FÖR FYSIK,
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Kalendarium

Nordic-Baltic Physics Olympiad

Tallinn, 23-26 april 2020

Europeisk fysikolympiad

2-6 juni i Rumänien

Fysikens dag 25 april i Göteborg

Fysikcentrum Göteborgs årliga bidrag på Vetenskapsfestivalens öppna program. Välkommen till en inspirerande temadag fullspäckad med intressanta föredrag. Du bjuds på en inblick i den senaste forskningen inom flera av fysikens områden och möjlighet att ställa dina kluriga frågor till våra forskare.

<https://www.facebook.com/events/490171911640588/>

IPhO, Internationella fysikolympiaden

18-26 juli 2020 i Vilnius, Litauen

Nordiska fysikdagarna

(se annons på sid 12-13)



Oseenmedaljen 2020

I och med att Svenska Fysikersamfundet fyller 100 år kommer Oseen-medaljer att börja delas ut av Nationalkommittén i fysik till förtjänta nyblivna fysikdoktorer. Det rör sig om den minnesmedalj som Vetenskapsakademien präglade 1982 över Svenska Fysikersamfundets förste ordförande, Carl Wilhelm Oseen

som under många år var den ledande kraften i Nobelkommittén för fysik och stod bakom flera viktiga Nobelpris. (Läs Karl Grandins artikel i FA 2019-2)

Den första Oseenmedaljen kommer att delas ut under de Nordiska fysikdagarna 2020.



Karl Grandin visar upp Oseen-medaljen som skall ges till löftrika avhandlingar i fysik.



Arrangörerna fantastiska!

Lise Meitner-dagarna anordnades den 22–24 november 2019 vid Albanova för 5:e gången. Svenska Fysikersamfundet står bakom dagarna, men de organiseras av entusiastiska studenter som ordnat ett mycket trevligt program med omväxlande roliga experiment och spännande föreläsningar. Olga Bottner, professor vid Uppsala universitet, berättade om IceCube, det frusna teleskopet. På programmet fanns också bland annat föreläsningar om svarta hål, universums ursprung och antiväte. Rubriken är en flera gånger upprepad kommentar från de deltagande gymnasisterna när Fysikaktuellt minglade med de 130 deltagande gymnasisterna. Deltagarna kom från Kiruna i norr via Åland ner till Skåne.



Vänstra bilden: Sex nöjda deltagare vid LM-dagarna 2019. Från vänster Nils Wagelius, Finnvedens gymnasium, Värnamo, Victoria Raals, Astronomisk Ungdom, Fabian Forsberg, Bromma gymnasium, Stockholm, Carl Svensson, Södra Latins gymnasium, Stockholm, Viggo Malvenius, IHGR, Göteborg och Greta Vedberg, Nolaskolan, Örnsköldsvik.



En av de deltagande gymnasisterna, Erik Göransson från Helsingborg, tycker att möjligheten att få delta på arrangemang som LM-dagarna är en fantastisk möjlighet. Att få kunna diskutera fysikproblem med kunniga jämnåriga tycks vara ett behov som många har men sällan får tillfälle till.

Lise Meitner-dagarna inbjuder gymnasieskolor skicka två elever (en flicka och en pojke). Dagarna syftar till att låta ungdomar möta aktuell och intressant fysik och se ämnets hela bredd, för att därigenom få en ökad förståelse för fysikens roll och möjligheter. Det långsiktiga syftet med dagarna är att öka intresset för fysikämnet och stimulera fler elever att gå vidare till naturvetenskapliga eller tekniska högskole-utbildningar.



Deltagaren Victoria Raalas från Astronomisk Ungdom berättade att hon läste Fysikaktuellt och väldigt många gymnasister får ta del av innehållet via sina matematik- och fysik-lärare. Lärarna läser FA, berättar hon.



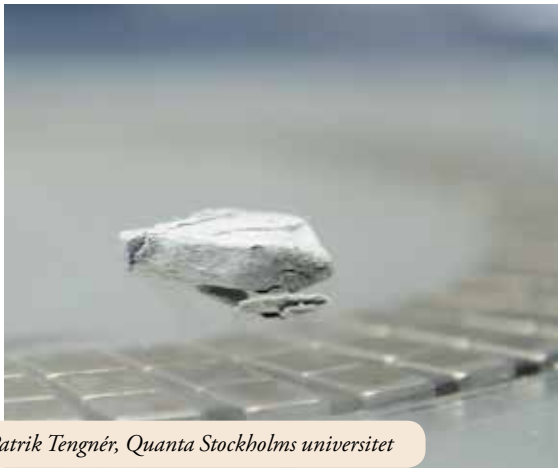
Arrangörgruppen Julia Järlebark, student vid Chalmers, Sebastian Montén, konststudent vid Ågesta Folkhögskola, Oskar Vallhagen, student vid Chalmers och Sigfrid Stjärnholm, student vid Uppsala universitet har jobbat hårt med förberedelserna. De berättade att de tillbringat fyra hela helger, både lördag och söndag tillsammans, för att organisera och strukturera dagarna på ett bra sätt. Därutöver har de jobbat individuellt med olika uppgifter. Det har också blivit en hel del Skype-möten. Sebastian berättade att han jobbat hårt med att förbättra informationen för att minimera eventuella missförstånd.



Kaffepaus i Albanova, mellan laborationerna i Vetenskapens hus.



Fysikersamfundets skattmästare Lage Hedin i samtal med professor Olga Bottner, föreläsare vid Lise Meitner-dagarna.



Patrik Tengnér, Quanta Stockholms universitet

Grafen – från forskningslaboratorier till verkligheten

År 2004 utförde en forskargrupp på universitetet i Manchester en serie banbrytande experiment genom att använda ett grafit-block, självhäftande tejp och en enkel mätutrustning. Detta blev startskottet för en febril och fortfarande pågående verksamhet, gav Nobelpris och andra ärebetygelser till Andre Geim och Konstantin Novoselov, samt ledde till ett flertal stora forskningsprojekt över hela världen. Men vart har denna forskning tagit oss under de gångna femton åren?

De inledande experimenten av Geim, Novoselov och deras medarbetare på grafen, ett enda lager av kolatomer som bildar ett hexagonalt mönster, följdes av en anmärkningsvärd serie av upptäckter som visade att detta ultratunna material har flera ovanliga egenskaper: Det är en extremt bra elektrisk ledare men är ändå i stort sett genomskinligt, den bästa värmeledaren vi känner, kemiskt inaktivt, mycket starkt men ändå mycket böjligt, extremt tunt men ändå fullständigt ogenomträngligt et cetera... En del av dessa egenskaper är lätta att förstå – något som bara är en atom tjockt är förmodligen mycket böjligt, och bindningen mellan två kolatomer är känd för sin styrka så grafens mekaniska och kemiska stabilitet är ingen överraskning – men andra är mer förvånande: Elektrisk ledningsförmåga kräver rörliga elektroner, men om elektroner är rörliga så kan de röra sig och skärma det elektriska fältet i ljus så att materialet blir ogenomskinligt (du har inte sett så många genomskinliga metaller, eller hur?). Det visar sig att grafen inte är fullständigt genomskinligt utan absorberar en andel $\pi\alpha$ av ljuset, där α är finstrukturkonstanten ($\approx 1/137$).

Detta uttryck innehåller bara universella konstanter och inga materialparametrar: hur kan det komma sig? Vad är det som är speciellt för grafen?¹ Sådana kombinationer av unika positiva egenskaper gjorde att grafen snabbt blev attraktivt för många olika tillämpningar, från kompositmaterial till batterier, elektronik, fotonik, sensorer, ytbilagningar och mycket annat.

Denna teknologiska potential användes som motivering för storskaliga forskningssatsningar, först i Korea och Singapore, och strax därefter i Europa och Kina. Det kanske bäst kända av dessa stora forskningsprojekt är grafen-flaggskeppet (<http://graphene-flagship.eu/>), som utgick som vinnare i den europeiska unionens utlysning för stora projekt inom framtida och kommande teknologier (*FET Flagships*). Det som gör flaggskeppen speciella är deras långa livstid, ungefär 10 år, och stora budget: den totala projektkostnaden för grafen-flaggskeppet är 1 000 miljoner euro, av vilken EU avser att bidra med hälften, medan den andra halvan täcks av partners, bidragsgivande myndigheter i medlemsländerna och andra källor. Grafen-

flaggskeppet har nu varit verksamt i drygt sex år och använt ungefär 200 miljoner euro från EU.

Så hur har det gått för visionerna om ny grafen-baserad teknologi sedan de stora forskningsprogrammen startade? På det stora hela ganska väl. År 2011 tog vi fram en tio-årig forsknings- och innovationsplan för grafen-flaggskeppet, känd som *roadmap* eller vägkartan, och vi har följt den mycket noggrannare än vad man kunde ha väntat sig. Vägkartan revideras nu regelbundet genom konsultationer med forskare och företrädare för industrin för att identifiera områden där grafen och relaterade material erbjuder komparativa fördelar. Flaggskeppskonsortiet har sedan starten växt från 75 företrädelsevis akademiska partners till över 160 partners i mer än 20 europeiska länder. Idag består nästan hälften av konsortiet av stora och små företag, bland vilka ingår flera spin-off företag som har startat under flaggskeppets resa. Vi har lanserat flera dussin nya produkter, från motorcykelhjälmarna och sportutrustning till fotodetektorer. Många fler har nått prototypstadiet, såsom grafen-baserade sensorer, batterier med grafen-kisel-elektroder och elektronik för neurovetenskap. En del av dessa produkter har nyckelroller för fortsättningen av denna pågående teknologiska revolution, till exempel Neutron systemet för "roll-to-roll" produktion av grafen som introducerades av Aixtron i somras. En jämförelse mellan tidigare och nuvarande metoder för att producera grafen ger en god bild över vad som har hänt sedan 2004.

Medan fokus för grafen-forskare tydligt har förskjutits mot mer tillämpade ämnen så fortsätter grundforskningen att vara en viktig drivkraft för grafen-flaggskeppet. Idag fokuseras de flesta grundläggande aktiviteterna på några av de över



Självhäftande tejp och Aixtron Neutron. Framställning av grafen har gått från ett tejp-baserat hantverk till en automatiserad industriell "roll-to-roll" produktion.

2000 två-dimensionella material som har identifierats efter genombrottsarbetet på grafen. Denna växande klass av så kallade "bortom grafen material" innefattar isolatorer, halvledare, ledare och magnetiska material och ligger fortfarande till största delen inom grundforskningen. En annan väg som följs med stort intresse är sandwich-liknande kombinationer av dessa nya material. Denna forskningsinriktning gav upphov till en ny överraskande upptäckt förra året: Genom att placera två grafen-lager ovanpå varandra och vrida dem cirka 1,1 grader relativt varandra blir den resulterande strukturen supraledande! En annan överraskning under senare år är, att under vissa omständigheter uppför sig elektronerna i grafen som en mycket viskös vätska, ungefär som honung, och uppvisar fenomen som vi vanligtvis bara förväntar oss inom fluiddynamiken.

Vad kommer närmast för grafen och andra skiktade material? Inom grundforskningen kommer framsteg ofta överraskande och är svåra att förutse; likafullt förväntar jag mig mer aktivitet inom heterostrukturer och andra nya klasser av material samt nya tekniker för att producera och karaktärisera dem. En viktig utmaning är en mer rationell produktion (alltså inte baserad på självhäftande tejp) av komplement till grafen, som till exem-

Ett solsegel av grafen, som föreslagits av fyra studenter på TU Delft. Seglet upptar rörelsemängd genom absorption av laser- eller solljus. Teoretiskt förutsägs att sådana segel kan uppnå mycket höga hastigheter, och teknologin studeras för närvarande av både NASA och ESA.



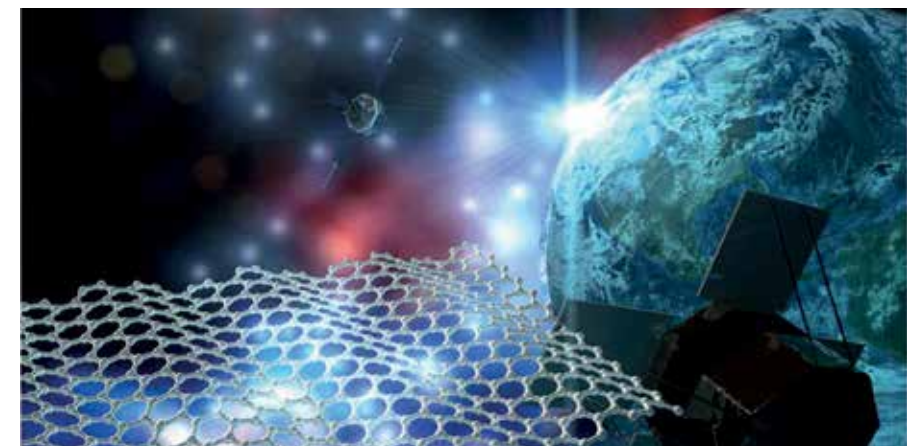
pel hexagonal bornitrid som är den bästa isolatorn för grafen-baserad elektronik. Arbete på fantasifulla idéer som grafen-baserade solsegel för färder till andra stjärnor är utpräglad grundforskning, men vem vet, en dag kanske några av dessa idéer är tillräckligt mogna för att gå från laboratoriet till verkligheten.

På den tillämpade sidan är framstegen kanske mer förutsägbara. Vi ser att intresset från industrin fortsätter att växa och utvidgas till nya områden som vatten- och luftrening, fotonik för 5G och 6G kommunikationssystem, nya material till luft- och rymdfart och fordonstillämpningar samt medicinsk teknologi. Inom elektroniken kan vi redan uppvisa imponerande prestanda på laboratorieskala – till exempel har en fotonikbaserad switch utvecklats av Ericsson, Nokia och andra 10 000 gånger högre omkopplingshastig-

het än konkurrerande teknologier – och vi är på gång att starta en pilotanläggning för att producera dessa i stor skala med kommersiellt intressant utbyte. Inom medicinsk teknik kommer vi snart att påbörja de första kliniska testerna av hjärnsensorer för att övervaka den elektriska aktiviteten på hjärnytan och teknologi för hjärnstimulering som kan användas för att till exempel minska skakningar vid Parkinsons sjukdom. En allmän trend är ett tydligare fokus på industritillämpningar, reproducerbarhet, pålitlighet och tillverkningsbarhet tillsammans med stödjande aktiviteter som standardisering och validering.

Historien om grafen och relaterade material är fascinerande och uppmuntrande. Den visar att med förenade ansträngningar kan vi förvandla grundläggande vetenskapliga upptäckter till teknologiska tillämpningar på förhållandevis kort tid. Den visar också att även om många aspekter av denna förvandling är förutsägbara och styrbara, så dyker alltid vetenskapliga överraskningar, som supraleddning vid en magisk vinkel eller en viskös elektronvätska, upp som en följd av teknologiska framsteg som tillåter tillverkning av nya typer av strukturer. Detta växelspel mellan grundläggande och tillämpad forskning resulterar i ett utbyte av idéer som kommer att ge näring till och stimulera området under många år framöver.

JARI KINARET
PROFESSOR OCH LEDARE
FÖR GRAFEN-FLAGGSKEPPET
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA



¹ Svaret visar sig vara att ett hexagonalt mönster av identiska atomer har en ovanlig elektronisk bandstruktur, som placerar det mellan de (oftast) genomskinliga isolatorerna och de ogenomskinliga metallerna. På grund av denna ovanliga struktur tar olika bidrag från material-egenskaper ut varandra i uttrycket för den optiska absorptionen.



UPPSALA
UNIVERSITET



Welcome to

Nordic Physics Days 2020

19-21 August, Uppsala, Sweden

THE CONFERENCE IS ORGANIZED by the National Physical Societies in the Nordic countries and hosted by the Department of Physics and Astronomy at Uppsala University. It will be held in Uppsala, at the University Main Building, 19-21 August 2020.

THE NORDIC PHYSICS DAYS is an international conference that welcomes students, researchers and teachers. The program includes plenary contributions from outstanding researchers and speakers, presenting exciting research findings in a variety of physics fields. In addition, parallel sessions will be dedicated to the meetings of the different sections of the Physical Societies. In special recognition of Uppsala University's contributions to Physics Education Research (PER), a symposium on PER is arranged within the Conference. The PER focus will be on Representations in the teaching and learning of physics.

THIS CONFERENCE will also be the occasion to celebrate the 100-year jubilee of the Swedish Physical Society, founded in Uppsala in 1920.

www.nordicphysicsdays2020.se

Strålningsvetare sökes – kompetensbrist väntar

Sverige behöver fler utbildade inom strålningsvetenskap, en bransch som hissar varningsflagg för kommande kompetensbrist. Många jobb väntar inom energi, medicin, industri och forskning – men studenterna är för få. Nu satsar tre universitet på digital undervisning som ska locka fler unga.

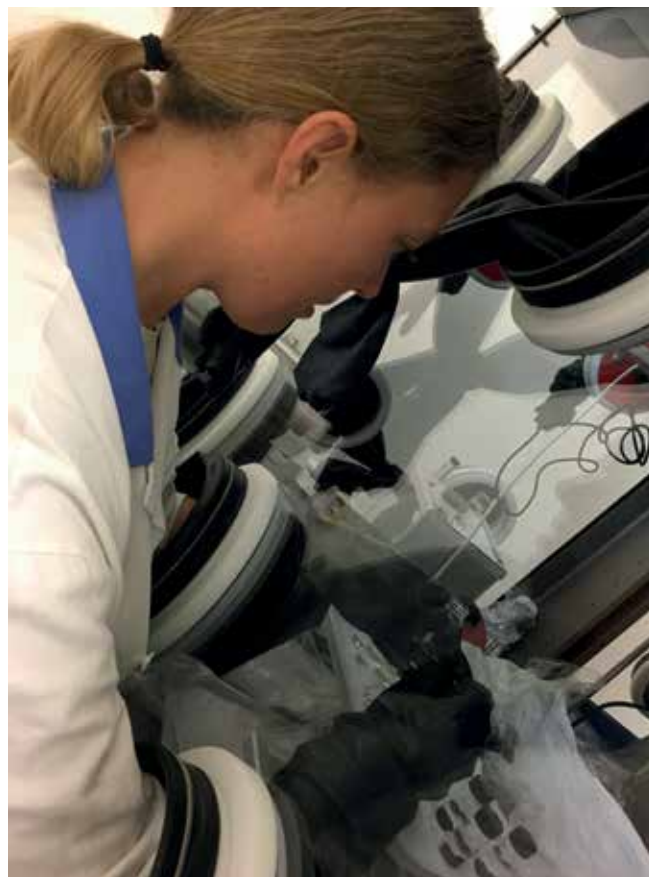


Foto: Cheuk Wah Lau

Spetskompetens inom strålningsvetenskap krävs för att utveckla nya lösningar inom flera centrala samhällsområden. Bättre behandlingsformer i vården, klimatsmarta energisystem och strålskydd för gruv- och rymdindustrin är några exempel på nyttan av strålningsvetenskap. Jobben är många och karriärmöjligheterna goda, men de sökande till utbildningarna har varit för få.

Det ska Chalmers, Göteborgs Universitet och Uppsala Universitet tillsammans ändra på.

– Om inget görs väntar en kompetenskris, vi får svårt att upprätthålla viktiga samhällsfunktioner och en livskraftig forskningsmiljö. Vi behöver få in nya förmågor och ett sätt är att entusiasmera gymnasieelever. Därför tar vi ett nytt grepp med moderna undervisningsmetoder, säger Klara Insulander Björk, doktor i fysik och kärnenergiforskare på Chalmers.

Film, quiz och laborationer
Genom SAINT, ett kompetenscentrum

för strålningsvetenskap, har de tre universiteten tagit fram ett kunskapspaket som riktar sig till gymnasielärare och -elever samt studenter på tekniska utbildningar.

Nio framstående svenska forskare har spelat in videoföreläsningar om sina specialområden som knyter an till gymnasiet ämnesplan i fysik. Tillsammans med quizfrågor, filmade laborationer och elevuppgifter bildar filmerna kunskapspaketet ”Strålningsvetenskap för nyfikna”.

Tanken är just att väcka nyfikenhet genom spännande fakta och fördjupning. Visste du exempelvis att en banan är radioaktiv? Att uråldriga mordfall kan lösas med strålning? Att vi alla består av stjärnstoft? Att strålning kan visa oss hur kroppens organ fungerar?

Finns överallt men syns inte

Kunskapspaketet ligger öppet och gratis på webben. Det ska hjälpa fysiklärare att undervisa initierat om joniserande strålning och få elever att upptäcka en spännande framtidsbransch. Men varför har det varit så svårt att locka studenter?

I handsboxen. Laboratiestudie av upplösning av uran- och toriumoxid under syrefattiga förhållanden, liknande dem som råder i slutförvar för kärnbränsle.

Troligen för att strålning oftast omtalas i offentligheten i negativa och farliga sammanhang som vapen och reaktorhaverier.

– Få människor vet att strålningen finns överallt i vardagen och i naturen, de associerar den till faror men ser inte de stora nyttorna den ger i samhället. Vi vill ge ungdomar grundkunskaper om strålning och lust att lära ännu mer. Att den finns runtomkring oss samtidigt som vi varken kan se, smaka eller känna den är spännande i sig, säger Christian Ekberg, professor i kärnkemi på Chalmers.

”Häftigt att förstå”

En av dem som intresserat sig är Emma Linsten som läser masterprogrammet i materialkemi på Chalmers.

– Det var spännande helt enkelt. Jag fick en introduktion till strålningsrela-



Foto: Mats Tiborn

terade studier och bestämde mig för att lära mig mer. Det är häftigt att se bredden av applikationer inom strålningsvetenskap, från kärnkraft till radiofarmaceutisk kemi.

Som exjobb ska hon optimera en metod att fästa radioaktiva isotoper på biomolekyler som söker sig till en viss vävnad i kroppen. Det är ett led i arbetet att framställa vävnadsspecifika strålningsbehandlingar mot cancer.

– Tyvärr får otroligt många människor cancer så det känns bra att bidra forskningen kring behandlingsmetoder, säger Emma Linsten.

”Samhället behöver mig”

Johan Bergström Holm läser högskoleingenjörsprogrammet i kärnkraftteknik i Uppsala.

– Jag har velat jobba med elproduktion i tio år för energifrågor berör en så stor del av vår vardag. Kärnkraftverk och den kringliggande fysiken är oerhört komplexa system, det är kul och intressant att lära sig.

Johan ser goda möjligheter på sin framtida arbetsmarknad. Kärnreaktorer ska monteras ned, kärnbränslet ska tas om hand och samtidigt forskas det på en ny generation kärnkraft.

– Branschen är i ständig utveckling. Så länge driften är igång ser jag det som vår generations uppgift att ta vara på möjligheterna och göra det bästa av dem. Det låter lite klyschigt men jag känner att samhället behöver mig, säger Johan Bergström Holm.

Uppmanar till kampanj

Strålsäkerhetsmyndigheten håller med: Samhället behöver fler som Johan och Emma. 2018 publicerade de rapporten ”Grunden för en långsiktig kompetensförsörjning inom strålsäkerhetsområdet”, som konstaterar att fler behöver utbildas. Behovet växer under lång tid framöver och myndigheten efterlyser informationskampanjer från fler aktörer för att attrahera studenter.

För att ge gymnasister en extra puff anordnar Chalmersforskarna en veckas

På elektronnivå. En oxiderad nickellegering monteras i ett elektronmikroskop för att studera hur vissa komponenter i kärnreaktorer åldras.



Foto: Torbjörn Tandberg

Utveckling pågår. En testrigg med tolv bränslestavar innehållande olika typer av innovativa kärnbränslen ska föras in i en forskningsreaktor i Halden, Norge.

sommarskola på västkusten 2020. Elever som ska börja trean får smakprov på strålningsvetenskapens stora spännvidd – från jordens minsta beståndsdelar till solens mest kraftfulla processer.

– Vi vill ge dem en inblick i hur det är att vara forskare, att den tekniska karriären är kul och viktig för samhället. Vi bor vid havet och undervisar delvis i naturen, det blir ett fint tillfälle att njuta av sommaren och lära sig saker samtidigt. Så hoppas vi att fler engagerade och ambitiösa elever ska söka sig till oss, säger Klara Insulander Björk.

AMANDA TERMÉN
SPRÅNG KOMMUNIKATION

Finalisterna klara!

De arton finalisterna i Wallenbergs fysikpris, den svenska uttagningstävlingen till internationella fysikolympiaden, är nu klara. Allra bäst resultat, 30 poäng och därmed full pott, fick Hanna Zhang från Södra Latin i Stockholm.

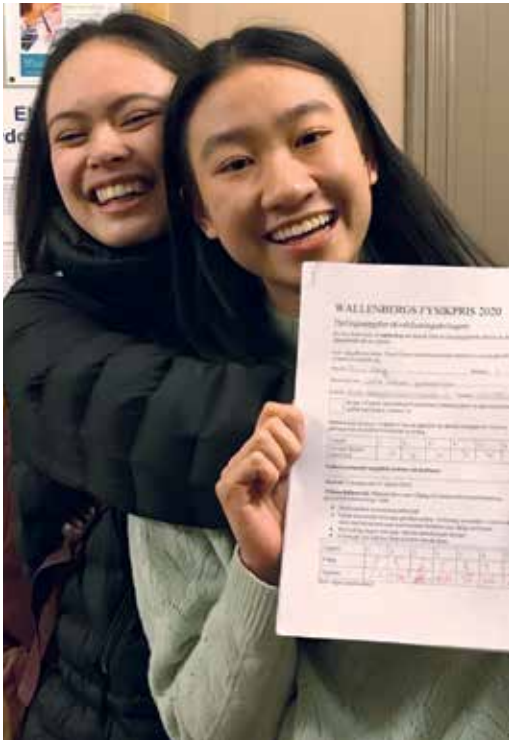


Foto: Jenny Wang

Hanna Zhang från Södra Latin (till höger på bilden) kramas om av klasskamraten Hanna Odén när hon fått veta resultatet i uttagningstävlingen i Wallenbergs fysikpris: Full pott och bäst i Sverige!



Årets tävling lockade fler deltagare än på många år. Hela 590 elever från 74 olika gymnasieskolor deltog i tävlingen där det gäller att lösa sex olika teoretiska fysikuppgifter på fem timmar. Den grupp som konstruerat tävlingsuppgifterna (Fredrik Olsson, Lage Hedin, Ulf Jonasson, Gunnar Ohlén och Susanne Tegler) hade som vanligt gjort ett fint arbete och tagit fram intressanta frågor från olika delar av fysiken, några av dem finns presenterade på nästa sida.

Förmodligen var årets uppgifter lite lättare än föregående års för det behövdes nu hela 26 poäng för att nå en av finalplatserna. Medelpoängen låg på strax över 10 poäng, ett rekordresultat!

En intensiv vår

För finalisterna väntar nu en intensiv vår: I mitten av mars är det dags för Fysikvecka i Göteborg där fysikinstitutionerna vid Chalmers och Göteborgs universitet bjuder på träningsläger. Till detta inbjuds även sex flickor från årskurs 2, ”VIP-tjejer”, detta för att stimulera fler flickor att delta i uttagningstävlingen. Satsningen har burit frukt: Årets bästa resultat, 30 poäng och full pott, fick Hanna Zhang som förra året deltog i denna VIP-satsning.

Alla finalisterna åker dessutom till den nordisk-baltiska fysikolympiaden i

Tallinn i april. Resultatet i denna tävling avgör, tillsammans med resultatet i en experimentell tävling under fysikveckan, vilka fem som utses att representera Sverige i den internationella fysikolympiaden, IPhO, i sommar. I år är det Litauen som är värd för IPhO och olympiaden äger rum i huvudstaden Vilnius i juli.

Europeisk fysikolympiad i Rumänien

Men sedan fyra år tillbaka arrangeras det även en europeisk fysikolympiad, EuPhO. Till denna erbjuds de fem som placerat sig bäst i uttagningstävlingen att åka. Årets värd är Rumänien och olympiaden arrangeras i medeltidsstaden Satu Mare nära ungerska gränsen mellan den 2 och 6 juni. Så för Hanna och de övriga finalisterna i topp-5 är nu frågan: Hinns det med en fysikolympiad innan studenten?

Vi tackar Stiftelsen Marcus och Amalia Wallenbergs Minnesfond som finansierar uttagningstävlingen och gör det möjligt för oss att delta i olympiaderna. Vi vill också rikta ett stort tack till de över trettio lärare som under ledning av Lars Fraenkel, Jim Lindholm och Lisbeth & Per-Uno Ekholm samlades i Hvitfeldtska gymnasiet i Göteborg för att traditionsenligt ägna första lördagen i februari åt att rätta alla inskickade lösningar!

ANNE-SOFIE MÅRTENSSON

Finalister i Wallenbergs fysikpris år 2020

1 Hanna Zhang	Södra Latin	Stockholm	30
2 Lennart Küssner	Uddevalla gymnasieskola	Uddevalla	29
3 Ivar Källström	Danderyds gymnasium	Danderyd	28
4 Hugo Bäckman	Skvaderns gymnasieskola	Sundsvall	27*
4 Gustav Kalander	Kitas Gymnasium	Göteborg	27*
6 Oscar Ciardi	Ängelholms gymnasieskola	Ängelholm	27
6 Albin Edegran	Uddevalla gymnasieskola	Uddevalla	27
8 Liam Antonsson	Uddevalla gymnasieskola	Uddevalla	26
8 Emil Grunning	Nils Ericsonsgymnasiet	Trollhättan	26
8 Gustaf Forsberg	Minervagymnasiet	Umeå	26
8 Fredrik Ekholm	Danderyds gymnasium	Danderyd	26
8 Leonid Pototskiy	Kitas Gymnasium	Göteborg	26
13 Ask Hällström	Spyken	Lund	25
13 Viktor Lundqvist	Norra Real	Stockholm	25
13 Rebecka Mårtensson	Malmö Borgarskola	Malmö	25
13 Pontus Nilsson	Rosendalsgymnasiet	Uppsala	25
13 Nils Thorin	Norra Real	Stockholm	25
13 Oscar Wendt	ProCivitas	Helsingborg	25

* varav 5 poäng på fem uppgifter

Sol, vind & Brakyterapi i årets uppgifter



Årets uttagningstävling i Wallenbergs fysikpris bestod som vanligt av sex uppgifter som skulle lösas under fem timmar. I en gällde det att utifrån data från lufttrycksmätningar lista ut hur långt upp, och med vilken fart, en person åkt rulltrappa, i en annan att undersöka energin i den strålning som används vid Braky-

cancer, och i en tredje att avgöra vilka krafter som verkar på en steg som står lutad mot en vägg.

Förra årets påbörjade bygge av världens största vindkraftverk, *Haliade-X 12 MW* utanför Rotterdam, uppmärksammades också. Här gällde det att bestämma vilken lägsta vindhastighet som kan ge effekten 12 MW i det 260 m höga

vindkraftverket. Men *vind* dök även upp i ytterligare två uppgifter: Som solvind i den ena, och som vindtunnel i den andra. De två sistnämnda uppgifterna återges nedan i sin helhet. Lösningar till dessa, liksom till de övriga uppgifterna, finns publicerade under fliken Wallenbergs fysikpris på samfundets hemsida.

Problem 3: Vilken acceleration kan solseglaren uppnå?

Rymdfarkosten LightSail 2 sköts upp med bärraketerna Falcon Heavy den 25 juni 2019. Farkosten väger 5,0 kg och har måtten 11 cm x 11 cm x 49 cm och därtill ett solsegel med arean 32 kvadratmeter. Solseglet används för korrigering av rymdfarkostens bana. Solseglets funktion baseras på att fotonerna från solen ger ett strålningstryck. Rymdfarkosten behöver alltså inte ha med sig något bränsle.

- (a) Bör solseglet absorbera eller reflektera solstrålningen för att farkosten skall få maximal acceleration? Motivera ditt svar!
- (b) Beräkna farkostens maximala acceleration på grund av solstrålningen på avståndet 1,0 AU från solen (dvs på jordens avstånd från solen).



Problem 4: Vilken flyghastighet bör svarthättan hålla?

Vid Lunds universitet bedrivs forskning om fåglars sätt att flyga genom att låta fåglarna flyga under kontrollerade former i en vindtunnel. Genom bland annat mätning av krafter och flygmetabolism (fågeln energiförbrukning) kan man mäta vilken framåt drivande effekt, P , som krävs för fågeln att flyga med konstant fart, v . Diagrammet visar schematiskt effekten som funktion av flyghastigheten, $P(v)$.

Följande empiriska samband har erhållits i det intressanta hastighetsintervallet: $P=a+b/v+c v^3$, där a , b och c är konstanter. För fågelarten svarthätta fann man följande värden på konstanterna: $a = 0,42 \text{ W}$, $b = 7,16 \text{ Wm/s}$ och $c = 0,0050 \text{ W(m/s)}^{-3}$.

- (a) Med vilken horisontell kraft påverkar svarthättan den omgivande luften vid den fart som kräver minst effekt?
- (b) Det är viktigt för svarthättan att minimera energiförbrukningen då de flyttar tusentals kilometer till västra och södra Europa, eller ända till Nordafrika. Vilken är svarthättans optimala fart för minsta energiförbrukning per sträcka?

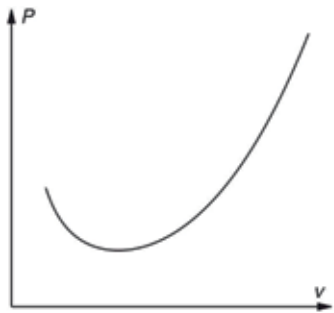




Foto: Fredrik Olsson

Uddevalla gymnasieskola segrare i skoltävlingen

Segrande skollaget från Uddevalla
gymnasieskola, från vänster:
Liam Antonsson, Albin Edegran
och Lennart Küssner.

Uttagningstävlingen till Wallenbergs fysikpris är också en skoltävling där poängen för de tre elever på varje skola som har bäst resultat slås samman. I år segrade Uddevalla gymnasieskola med imponerande 82 poäng. Alla i laget, Lennart Küssner, Albin Edegran och Liam Antonsson, fick individuellt så höga poäng att de kommer till finalen.

Lennart var med i finalen – och fysikolympiaden där han plockade hem en bronsmedalj – redan förra året då han gick i årskurs 2. Även i år går en av uddevallafinalisterna, Liam, i årskurs 2, och han har därmed fått läsa in en stor del av Fysik 2-kursen på egen hand.

Vi passade på att fråga segrarna vad de tyckte om årets tävlingsuppgifter: Var det någon uppgift som var extra rolig?

– Uppgiften med solseglet var extra intressant, rymden är alltid spännande, svarar Liam, och får medhåll av Albin

som inflikar att det är fascinerande att man kan få en kraft av bara ljus!

Den av årets uppgifter som de tyckte var svårast var nummer två där det gällde att utifrån ett energinivådiagram för iridium-192 bestämma energi hos elektroner, och våglängder för fotoner, som sänds ut vid betasönderfall.

Liam: – Den var egentligen den enda

Vinnare i skoltävlingen blev:

1	Uddevalla gymnasieskola	Uddevalla	82 p
2	Danderyds gymnasium	Danderyds	75 p
3	Kitas gymnasium	Göteborg	72 p
4	Södra Latin	Stockholm	70 p
5	Europaskolan	Strängnäs	69 p
6	Norra Real	Stockholm	68 p
6	Berzeliuskolan	Linköping	68 p
8	Rosendalsgymnasiet	Uppsala	67 p
9	Hvitfeldtska gymnasiet	Göteborg	66 p
10	Skvaderns gymnasieskola	Sundsvall	61 p

uppgiften som var problematisk. Jag har inte stött på något sådant diagram tidigare.

Lennart: – Ja, även jag missade en detalj där, men det kom jag på när jag lämnat in provet. Annars tyckte jag att provet var enklare än tidigare år.

– Hur har ni förberett er inför provet?

– Vi har arbetat tillsammans med uppgifter från de senaste åren vid några tillfällen, svarar Liam och Lennart. Albin tycker att tävlingen ligger bra till tidsmässigt. På Uddevalla gymnasium har treorna precis avslutat Fysik 2 och han har därför just repeterat hela fysikkursen.

Nu väntar, förutom fysikvecka i Göteborg och finaltävling, prispengar i form av tiotusen kronor till skolans fysikinstitution och tretusen kronor till var och en i laget – grattis!



Foto: Mia Halleröd Palmgren och Helén Rosenfeldt

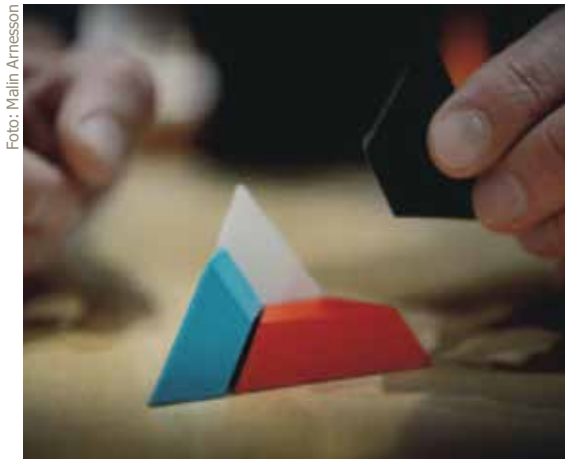


Foto: Malin Amesson



Foto: Malin Amesson

FysikLek – lockande och roligt för skol- klasser

Vid ett besök på FysikLek finner barn, ungdomar och lärare en miljö där de på ett lekfullt och inkluderande sätt utvecklar sin nyfikenhet, entusiasm och kunskap om fysik och forskning.

Till den interaktiva lärandemiljön FysikLek kan skolklasser komma för att upptäcka och lära sig mer om fysikens fängslande värld. Idén bakom FysikLek är en vilja att inspirera till kreativ och rolig inlärning genom en interaktiv lärandemiljö för unga och vuxna. Till de lekfullt inredda lokalerna på FysikLek kan barn och ungdomar komma för att utforska och på ett interaktivt sätt lära sig mer och vara nyfikna.

FysikLek, som är ett samarbete mellan institutionerna för fysik vid Göteborgs universitet och Chalmers Tekniska Högskola, består av ett antal rum iordningsställda för kreativt undersökande. Här finns en stor samling praktiska fysikaliska experiment och leksaker som ska illustrera naturlagar och inspirera till kreativ och rolig inlärning.



Under hösten 2019 har främst skolklasser från åk 2 till 4 samt gymnasieklasser varit besökare. En klass på 20 till 30 elever kommer med sina lärare och får under ungefär två timmar till exempel vara med om en upplevelse av kraft och rörelse, balans, tyngdpunkt och jämvikt som är ett av de teman som FysikLek har utvecklat. Ett annat tema är ljus, färg och illusioner av allehanda slag som beskriver många olika fenomen som finns i elevernas omgivning eller använder i sin tekniska vardag.

Många av experimenten beskriver fenomen som finns i deras omgivning, men som de kanske bara tar för givna. När väl ett fenomen visas enskilt och på ett konkret sätt väcks nyfikenhet och många nya frågeställningar blir till en diskussion mellan elev och elev eller mellan elever, doktorander och lärare.

Att vi människor lär oss genom nyfikenhet, glädje och lek är känt men detta kan ibland vara svårt att få in i skolans

vardag. Att då som skolklass få komma till ett universitet och utforska naturvetenskap i en helt ny miljö hoppas vi kan sätta ett positivt avtryck i alla våra besökare. För detta har vi skapat en miljö full med genomtänkta praktiska experiment som eleverna tillsammans med speciellt lämpade doktorander kan ge just detta intryck och förhoppningsvis positivt avtryck.

Ett besök startar genom att besökarna går in bakom ett stort silvrigt äpple vid institutionerna för fysik och möts då av en fysikalisk leksak där de kan undersöka vad som händer när de startar en stor ormpendel. Dörrarna till FysikLek har små öppningar där besökarna kan kika in och få en liten kittlande försmak av vad som finns inne i lokalerna. Doktorander vid institutionen tar sedan hand om klassen och hjälper till att skapa två lärande timmar. En stor del av tiden är utan guidning för att ge plats för eleverna att själva, eller tillsammans med några kompisar,

undersöka alla de fysikaliska leksaker som finns uppställda. Doktoranderna lyssnar och försöker stimulera till vidare reflektioner med frågor och funderingar. Det bjuds också på demonstrationer och gemensamma experiment som både väcker förtjusning och nyfikenhet om dagens tema men även leder vidare till tankar om vad som ryms i det vida begreppet fysik. Besökarna får också genom lek ikläda sig forskarrollen och besöka planeten Mundos för att få en illustration av hur forskning går till.

– *Det är fantastiskt roligt att se glädjen hos barn som skapat en egen balansfågel och kommer fram och energiskt ropar TITTA, TITTA den kan balansera på näbben och här är tyngdpunkten!* säger Adam Arvidsson, lärare på FysikLek.

Frågor vi vill gå vidare med är hur föreställningar som barnen tar med sig

utifrån situationen FysikLek formar elevernas tolkning av de fenomen de mixtrar med och observerar. Vår förhoppning är att läraren med sin klass efter besöket på en mängd olika sätt kan sammanfatta och förstärka de frågor, begrepp och principer som eleverna har fått med sig.

– *Det var helt fantastiskt och eleverna är fortfarande lyriska över besöket.* Elin Nilsson, Oxledsskolan

En kreativ miljö som FysikLek har potential att användas på en mängd olika sätt. Vi har haft fortbildningsdag för fysiklärare på högstadiet och gymnasiet i lokalerna och utvecklar nu en fortbildningskurs på kvällstid riktad mot lärare

som undervisar i fysik på de lägre åldrarna i grundskolan.

Nästa steg är att använda FysikLek i lärarutbildningarna vid Göteborgs universitet. I ett första steg har ämneslärarstudenter använt FysikLek för att demonstrera olika fenomen som både ska förklaras fysikaliskt men även didaktiskt reflekteras över. Här ser vi fram emot att låta våra ämneslärarstudenter både ta del av möjligheterna FysikLek kan ge i ämneskurserna inom fysik och fysikdidaktik och hjälpa till vid olika besök. Studenter på Teknisk fysik, Chalmers, har i en av sina kurser använt FysikLek som inspirationskälla för CAD/3D-skrivarprojekt och studenternas alster ingår numera i FysikLeks utställning.

Nu ser vi fram emot våren och att då träffa alla de entusiastiska barn och ungdomar som kommer på besök med sina klasser på bokade visningar eller under Vetenskapsfestivalen!

JONAS ENGER,
PEDAGOGISK ANSVARIG
FÖR FYSIKLEK OCH LEKTOR
VID INSTITUTIONEN FÖR FYSIK,
GÖTEBORGS UNIVERSITET

MAGNUS KARLSTEEN,
ANSVARIG FÖR FYSIKLEKS
VERKSAMHET OCH DOCENT
VID INSTITUTIONEN FÖR FYSIK
PÅ CHALMERS TEKNISKA
HÖGSKOLA

Foto: Malin Amesson



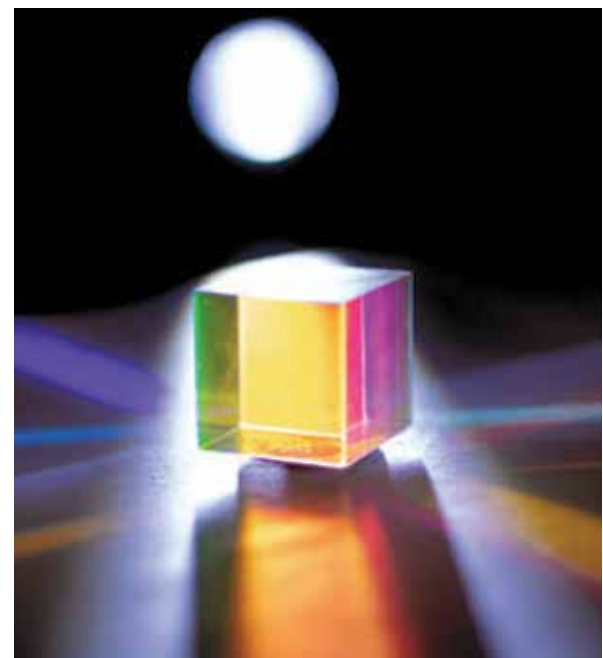
Foto: Mia Halleröd Palmgren och Helén Rosenfeldt



Bakgrunden till FysikLek är den stora mängd fysikaliska leksaker som professor Per-Olof Nilsson utvecklat och spridit genom åren. Den tidigare prefekten vid institutionen för fysik på Chalmers, Peter Apell, förde en dialog om hur en öppen verksamhet som denna kan inkorporeras i den befintliga universitetsstrukturen. Även medarbetare vid Navet i Borås har varit till stor hjälp och fin inspirationskälla i skapandet av FysikLek.



Foto: Malin Amesson





Norsk gymnasiefysik under omstöpning

I vår genomgång av gymnasiefysiken i våra grannländer är det denna gång dags att besöka Norge. Den norska gymnasiefysiken är uppdelad på två kurser, Fysikk 1 och Fysikk 2, båda med huvudområdena *Klassisk fysikk*, *Moderne fysikk*, *Å beskrive naturen med matematikk*, *Den unge forskeren* samt *Fysikk og teknologi*. Kurserna är lika stora och var och en omfattar 140 sextiominuterslektioner.

De mål som anges under varje huvudområde är ofta mycket klart definierade, till exempel anges som ett Fysikk2-mål under *Den unge forskeren* att ”gi eksempel på en vitenskapelig strid som ble avklart, og hvordan avklaringen kom, og gi eksempel på en vitenskapelig strid som ennå ikke er avklart, og gjøre rede for hvorfor den ikke er avklart”. Ett av Fysikk1-målen under *Fysikk og teknologi* är ”gjøre rede for virkemåten til lysdetektorer i digital fotografering eller digital video”.

Obligatoriska examensprov avslutar Fysikk 2

Precis som i Danmark (se Fysikaktuellt 2019:3) har man i Norge kvar nationella obligatoriska examensprov i den sista fysikkursen (Fysikk 2). Provtiden är fem timmar, och provet är uppdelat i två delar där den första delen ska lämnas in senast efter två timmar. När eleverna arbetar med den första delen får de inte använda några andra hjälpmedel än penna, passare, gradskiva och linjal (dock finns en enklare formelsamling bilagd skrivningshäftet). I den andra delen är däremot alla hjälpmedel – utom sådana som möjliggör kommunikation med omvärlden – tillåtna.

Merparten av uppgifterna i den första delen är flervalsfrågor med fyra svarsalternativ. På nästa sida ger vi några exempel på hur sådana uppgifter kan se ut. Eftersom de är så många, 24 stycken, finns det genom dessa en god möjlighet att pröva eleverna på hela det stoff som kursen omfattar. Det finns också i den första delen uppgifter där hela lösningen ska redovisas. Ett exempel på en sådan uppgift är ”Tegn en skisse av et røntgenrør, og bruk skissen til å gjøre rede for hvordan røntgenstråling oppstår. Bestem et uttrykk for den maksimale frekvensen til strålingen.”

Uppgifterna i den andra delen är mer omfattande. Till skillnad från uppgifterna i de danska studentskrivningarna (som alltid utgår från autentiska tillämpningar) är de norska uppgifterna ofta tillrättalagda skolboksproblem där aktörerna är ”joniserade molekyler”, ”klossar” eller ”magneter med massan 200 g”. Men det finns också exempel på uppgifter som blickar utanför fysikklassrummet, i provet från i höstas handlade en av uppgifterna om hur en motor som accelererar xenonjoner kan användas för en resa till planeten Mars.

Examensproven läggs ut på Utdanningsdirektoratets hemsida när de genomförs, och här finns nu en rik källa till inspiration för den gymnasielärare som letar övnings- eller provuppgifter. Tips: Proven publiceras på både nynorsk och bokmål, det sistnämnda (som brukare vara enklare att förstå för svensktalande) ligger sist i dokumenten.

Tilläggs kan att det även finns praktiska-muntliga prov som utformas på lokal nivå.

Höga TIMSS-resultat men få elever på avancerad nivå

Norge hör liksom Sverige till de länder som deltar i TIMSS Advanced (Trends in International Mathematics and Science Study), den internationella studie som undersöker gymnasieelevers kunskaper i avancerad matematik och fysik. I senaste studien, TIMSS Advanced 2015, fick de norska eleverna ett klart bättre resultat än de svenska, i genomsnitt 507 poäng jämfört med 455. Bara två av de deltagande länderna, Slovenien och Ryssland, nådde fler poäng än Norge.

Men det är å andra sidan en betydligt mindre andel av det norska eleverna som läser den avancerade fysikkursen än vad det är i Sverige. Våren 2015 valde 6,7 % av den aktuella norska årskullen Fysikk2 medan 14,3 % av den svenska årskullen valde den motsvarande kursen Fysik 2. Nedgången har också fortsatt, läsåret 2017-18 var det i Norge endast 4 822 elever som valde att läsa fysik som fördjupning jämfört med 5 711 tre år tidigare. Antalet svenska elever som fick betyg i den jämförbara kursen Fysik 2 var förra året över 16 000.

Trots att de norska resultaten i TIMSS Advanced 2015 står sig väl i en internationell jämförelse så har de försämrats över tid. Detta är dock något som är en generell trend, alla deltagande länder har antingen försämrade eller oförändrade resultat. I Norge har poängen sjunkit från 581 år 1995, via 534 år 2008 till 507 år 2015. Motsvarande svenska serie är 578, 497 och 455.

Nya ämnesplaner på gång

Den norska skolan, på både grundskole- och gymnasienivå, stöps nu om och alla ämnesplaner revideras. Utkast har publicerats och det har funnits möjlighet att lämna synpunkter på dessa. Remissvaren ligger öppna på Utdanningsdirektoratets hemsida så att alla kan ta del av dem. Vi avslutar med att citera det svar som getts av Universitetet i Oslo, Fysisk institutt, Seksjon for fysikkdidaktikk på frågan om det nya förslaget till ämnesplan för fysik är tillräckligt framtidsinriktat:

Videre vil vi bemerke at sammen-setningen av læreplangruppa ikke i tilstrekkelig grad legger opp til et framtidsretta fysikkfag. En læreplangruppe for et programfag på høyeste nivå i skolen bør bestå ikke bare av fysikklærere, men også av aktive fysikere som kjenner fysikk som vitenskap. Læreplangruppa trenger noen som kan identifisere de store spørsmålene som rører seg i fysikk som vitenskap i dag, som kan se hvor faget er på vei, som har tanker om hvordan fysikken kan brukes til å møte morgendagens utfordringer, og som ser hvilke kunnskaper og ferdigheter som vil bli viktige for dem som skal jobbe innen fysikk og relaterte fagfelter i framtida. Både forskning og erfaring tilsier at skolefysikk-kulturen er ganske konservativ. Hvis man ønsker at en ny læreplan skal strekke seg ut over tradisjonen og ta inn nye impulser for å gi kompetanser for framtidens arbeidsliv, bør læreplangruppa forsterkes og utvides med en fagfysiker med vid horisont og interesse for skole og undervisning.

Ord att begrunda även för den svenska regeringen som nu har att besluta om nya kursplaner för grundskolan?

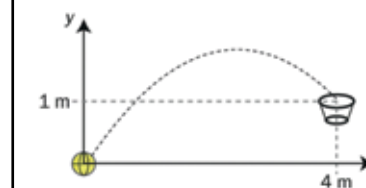
ANNE-SOFIE MÅRTENSSON
HÖGSKOLAN I BORÅS

Norska gymnasiefysiken – klarar du examensuppgifterna?

Här återges fem av de 24 flervalsuppgifterna i examensprovet i Fysikk 2 från den 22 november 2019. Hela provet är publicerat på Utdanningsdirektoratets hemsida, se <https://www.udir.no/eksamen-og-prover/eksamen/>

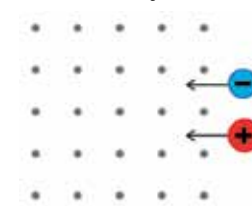
- a) Vilka är enheter för elektrisk fältstyrka?
- N/C och V/s
 - N/C och V/m
 - N/kg och V/s
 - N/kg och V/m

- f) Mari kastar en boll mot en korg. Korgen befinner sig i positionen som visas i figuren. När $t = 0$ kastas bollen från origo. Vilken parameterframställning representerar ett kast där hon träffar korgens ovansida? Låt g vara 10 m/s^2 .



- $x = 4 t, y = 1 t - 5 t^2$
- $x = 1 t, y = 4 t - 5 t^2$
- $x = 4 t, y = 6 t - 5 t^2$
- $x = 2 t - 5 t^2, y = 4 t$

- k) En elektron och en proton har samma fart. Partiklarna kommer vinkelrätt in i ett homogent magnetiskt fält så att de kommer att följa cirkelformade banor. Elektronens bana har radien r_e och protonens bana har radien r_p .



Forts.

Vilket påstående om partiklarnas banradier och rotationsriktningar stämmer?

- $r_p = r_e$ och riktningarna är desamma.
- $r_p = r_e$ och riktningarna är motsatta.
- $r_p > r_e$ och riktningarna är desamma.
- $r_p > r_e$ och riktningarna är motsatta.

- r) Vilken är den minsta samplingsfrekvensen vi kan använda när vi ska digitalisera musik där den högsta signalfrekvensen är 14 kHz ?

- Samplingsfrekvensen måste vara högre än 14 kHz annars får vi aliasing.
- Samplingsfrekvensen måste vara högre än 14 kHz annars får vi klippning.
- Samplingsfrekvensen måste vara högre än 28 kHz annars får vi aliasing.
- Samplingsfrekvensen måste vara högre än 28 kHz annars får vi klippning.

- u) En proton och en elektron har samma de Broglie-våglängd. Vilket påstående stämmer?

- Partiklarna har lika stor rörelsemängd.
- Elektronen har mindre kinetisk energi än protonen.
- Elektronen har större rörelsemängd än protonen.
- Partiklarna har lika stor kinetisk energi.





Spegel, spegel på väggen där...



Figur 1, uppifrån och ner: I en klotspegel (julgranskula) avbildas nästan allt. I en cylindrisk spegel blir cirklar respektive radier i ett plan räta, vinkelräta linjer. En platt kul tomte blir en jultomte.

”Spieglein, Spieglein an der Wand, Wer ist die Schönste im ganzen Land?” skrev Bröderna Grimm i början av 1800-talet. Sedan urminnes tider har dock människan velat se sig själv. Naturen erbjöd vattenspeglarna, men turligt nog gör inte alla som Narkisos, ty då skulle BNP sjunka. Naturen erbjöd också svarta, blanka stenar av vulkaniskt glas (obsidian). De var portabla och därför eftertraktade.

De första människoskapade speglarna bestod av polerat silver och andra metaller. De var små och tunga. Fram till 1800-talet var speglar dyra, men 1835 introducerade Justus von Liebig tekniken att lägga ett tunt silverskikt på baksidan av en plan glasskiva. När sedan glasytor som inte var alltför skrovliga blev tillgängliga blev glasspeglar billigare och därmed vanligare. Nu för tiden görs speglar ofta med vakuumteknik genom att metallisera en glasyta med aluminium.

Inte dig själv

Andra människor ser dig inte likadant som du själv gör i en spegel, utan som du ser ut på en del selfies. Det beror på att du felaktigt betraktar spegelbilden som en annan person. Prova att hälsa på din spegelbild, som givetvis inte kastar om vänster till höger.

Att vi uppfattar det som att spegeln istället vänder på vänster och höger beror säkert på att det vi ser i spegeln liknar det vi ser när vi möter en annan människa ansikte mot ansikte. Detta är något vi är vana vid från vår vardag och därför ligger den tolkningen nära till hands. Illusionen förstärks av att vi nästan är symmetriska

i sagittalplanet. Men genom att ha två speglar i 90 graders vinkel ser du dig som andra ser dig.

Stor spegel

För att du ska se hela dig själv behöver spegeln bara vara hälften så lång respektive bred som du. I praktiken behövs en längre spegel om den ska passa för både korta och långa personer, eftersom speglens höjd över golvet har betydelse. Avståndet till spegeln saknar däremot betydelse.

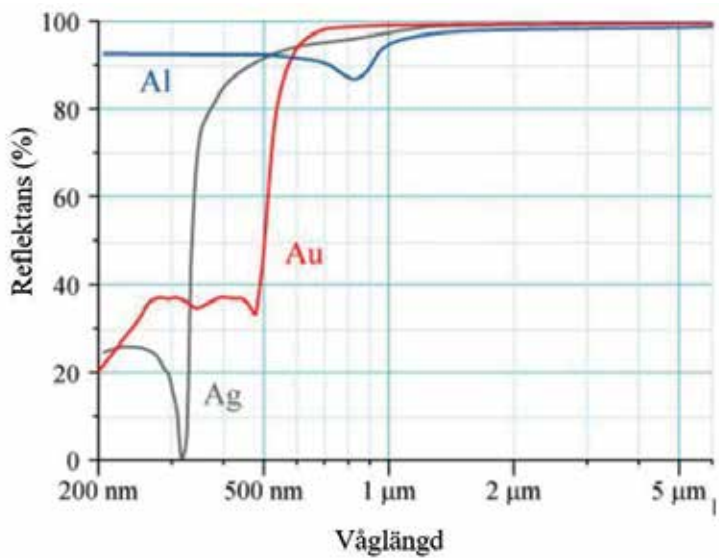
Krökta speglar

En rakspegel är inte ”rak”, utan konkav. En skrattspegel har omväxlande konvexa, konkava och cylindriska ytor. Det gör att betraktarens spegelbild blir förvrängd på olika sätt, med avsikt att locka till skratt. I en klotspegel avbildas nästan allt, utom den lilla del som ligger rakt bakom klotet. Anamorfoser kallas förvrängda bilder som återfår sina rätta proportioner när de betraktas i speglar med olika geometrier (figur 1). Speciellt cylindriska speglar har ibland utnyttjats bland annat av konstnärer, understundom för att dölja ekivoka motiv för den oinvidige.

Spegel i fokus

En spegel består av ett reflekterande metallskikt oftast i kombination med ett skyddande skikt. För hand- och väggspiegel läggs metallskiktet på baksidan av en glasskiva. Är kraven höga används kiseldioxid, istället för glas, som skydd. Infallande ljus reflekteras både i skydds- och metallskikt. Reflexen i skyddsskiktet är visserligen mycket svagare än den i metallskiktet, men för att slippa dubbelbilder används ytförsilvrade speglar. Ytförsilvringen består, trots namnet, numera oftast av aluminium. Sådana speglar är dock extremt känsliga för damm och beröring.

En spegels reflektionsförmåga beror på ljusets våglängd, valen av metall och skyddsskikt. Silver och framförallt aluminium har hög reflektans i det synliga området (figur 2). Guld reflekterar dåligt i blå området och ser därför gult ut, men reflekterar utmärkt inom IR-området. Astronauternas visir är guldbelagda vil-



Figur 2: Reflektansen vid olika våglängder för några metaller.

ket stoppar IR-strålning, men släpper igenom synligt ljus. Det nya Webb-teleskopets 18 speglar har guldbeläggning, för att reflektera bra inom IR-området, medan Hubble-teleskopet har aluminium.

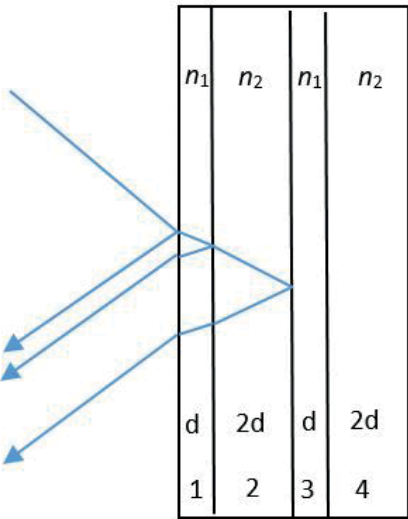
De lätttrörliga ledningselektronerna gör att metaller är utmärkta ledare för elektrisk ström och värme. De reflekterar därför synligt ljus mycket bra, vilket förklarar metallglansen. De är däremot transparenta för UV-ljus, eftersom strålningens energi då räcker för att åstadkomma egensvängningar hos ledningselektronerna. Den energin svarar mot den s.k. plasmafrekvensen som är proportionell mot kvadratroten av elektronkoncentrationen ($\approx 10^{28} \text{ m}^{-3}$). Även jonosfären har tillräcklig elektronkoncentration ($\approx 10^8 \text{ m}^{-3}$) för att reflektera radiovågor längre än 3 km (långvåg). I praktiken reflekteras även kortare våglängder eftersom infallet är snett och jonosfären består av flera skikt.

Dielektriska speglar

Metallbelagda speglar förmår reflektera drygt 90 procent av infallande strålning. Med dielektriska beläggningar kan

över 99 procent reflekteras. De bygger på alternerande skikt av icke-metalliska material med olika brytningsindex och tjocklek.

Vid antireflexbehandling görs skikt 1 i figur 3 en fjärdedels våglängd ($\lambda/4$) tjockt och med brytningsindex $n_2 > n_1$ släcker de två översta strålarna i figur 3 ut varandra. Om istället skikt 2 ges lägre brytningsindex, så $n_1 > n_2$ sker ingen fasförskjutning vid gränssytan mellan skikt 1 och skikt 2 och då fås konstruktiv interferens. Om skikt 3 sedan ges brytningsindex n_1 kommer reflexen mellan skikt 2 och skikt 3 att ge fasförskjutning, vilket



Figur 3: Principskiss av ett dielektriskt filter där $n_1 > n_2$ och $d = \lambda/4$, vilket gör att övre, mellan och undre reflekterade strålarna är i fas.

kan kompenseras med dubblerad tjocklek $\lambda/2$. Därvid kommer reflexerna från skikt 1 och 2 respektive 2 och 3 bägge att vara i fas med reflexen från skikt 1 och samverka. På detta sätt kan man med flera skikt stegvis förbättra spegelns reflektans.

Dielektriska speglar är, till skillnad från metallspeglar, vinkelberoende och optimerade för en enda våglängd eller ett begränsat våglängdsområde. Det är priset för den mycket höga reflektansen.

Envägsspegel

Spionspegel, förhörsspegel eller envägsspegel, kärt barn har många namn. Den består av en vanlig glasskiva och en sådan reflekterar omkring 8 procent vid normalt infall oavsett från vilket håll du tittar. Sitter du i ett upplyst rum och det är mörkt ute (figur 4) syns det reflekterade ljuset och fönstret förefaller vara en spegel. Precis som i ett förhörssrum på film. Släcker du ljuset i rummet kan inte det reflekterade ljuset konkurrera med ljuset utifrån. Förhörssrumspegeln fungerar således genom att de två rummen hålls olika upplysta, och det saknar därvid betydelse åt vilket håll spegeln/glasskivan vänds.

Mikrovågor

Mikrovågor reflekteras av metaller, vilket utnyttjas i parabolantennor och mikrovågsugnar. I de senare utnyttjas att även en metallskiva med hål reflekterar, givet att hålen är små jämfört med mikrovågornas våglängd (λ). I princip mindre är $\lambda/2$, men i praktiken bör för säkerhets skull hålen vara minst en storleksordning



($\lambda/10$) mindre än våglängden. I en vanlig mikrovågsugn är våglängden omkring 1 dm och hålen i luckan omkring 1 mm, dvs. en skillnad på hela två storleksordningar. Det betyder att mikrovågorna inte "ser" hålen. Dessutom är våglängden för synligt ljus mindre än 1 μm , vilket gör att man kan titta in i ugnen, utan att mikrovågorna kommer ut.

Ljudvågor

Ljudvågor i luft utgör en longitudinell vågrörelse, och när de träffar en plan yta, reflekteras ljudet ungefär som ljus givet att den reflekterande ytan är stor i förhållande till våglängden. Annars "ser" ljudvågorna inte ytan. Hörbart ljud har frekvenser mellan cirka 20 Hz och 20 000 Hz

Figur 4: I det övre fönstret är det ljusare än i omgivningen och där ser man in. Det undre är mörkare än omgivningen och där kan en person stå innanför och titta ut, utan att bli sedd.

och därmed våglängder i luft mellan cirka 17 mm och 17 m.

Reflexionen beror på ytans material och struktur. Porösa material absorberar ljudenergin och ojämna ytor, sett med en upplösning given av våglängden, sprider ljudet och dess energi i olika riktningar. Hårda material kan ha en reflektans på över 95 procent och görs ytan krökt fokuseras ljudet. Exempelvis möjliggör parabolmikrofonen i figur 5 avlyssning på stora avstånd, men återger givetvis låga frekvenser dåligt. Den är också riktningskänslig, vilket gör att man kan avlyssna enskilda samtal i stora grupper av människor.

Under första världskriget karvades akustiska speglar ut ur sten vid den engelska kanalkusten. En operatör satt med ett stetoskop i fokus för att avgöra om fientligt flyg närmade sig. När sedan radarn kom i slutet av 1930-talet behövdes de inte längre.

MAX KESSELBERG
FYSIKUM,
STOCKHOLMS UNIVERSITET



Figur 5: Handhållen parabolmikrofon för avlyssning på distans till vänster. Till höger en omkring fem meter hög akustisk spegel av sten för avlyssning av flygplan.



Jubileumsåret!

Fysikersamfundet fyller 100 år under 2020, vilket kommer att uppmärksammas under året på olika sätt. Välkommen som jubileumsmedlem och ta del av firandet under året.

Welcome to Nordic Physics Days 2020

19-21 August
Uppsala, Sweden

THE CONFERENCE IS ORGANIZED by the National Physical Societies in the Nordic countries and hosted by the Department of Physics and Astronomy at Uppsala University. It will be held in Uppsala, at the University Main Building, 19-21 August 2020.

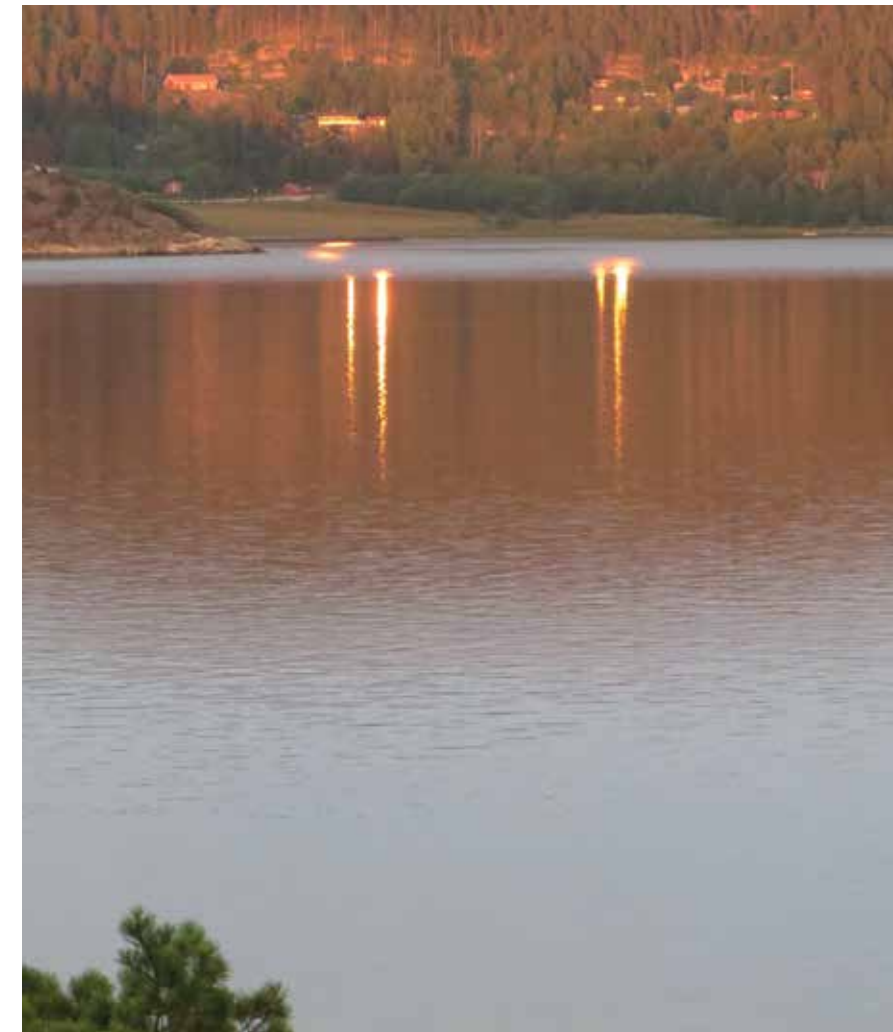
THE NORDIC PHYSICS DAYS is an international conference that welcomes students, researchers and teachers. The program includes plenary contributions from outstanding researchers and speakers, presenting exciting research findings in a variety of physics fields. In addition, parallel sessions will be dedicated to the meetings of the different sections of the Physical Societies. In special recognition of Uppsala University's contributions to Physics Education Research (PER), a symposium on PER is arranged within the Conference. The PER focus will be on Representations in the teaching and learning of physics.

THIS CONFERENCE will also be the occasion to celebrate the 100-year jubilee of the Swedish Physical Society, founded in Uppsala in 1920.

www.nordicphysicsdays2020.se



GÖRAN GRIMVALL



Fotot visar ljusreflexer på en vattenyta. Men var är ljuskällan?

Fotot togs från min sommarstuga i Bohuslän, belägen drygt 10 meter över vattenytan. Ljuset från den lågt stående solen reflekteras i fönsterrutor. Notera att fönsterrutan och vattenytan bildar en hörnspegel som återkastar ljuset i motsatt riktning, jfr laserreflektorn som placerades på månen 1969 och utnyttjades för att bestämma avståndet dit, radarreflektorer till sjöss och det traditionella kattögat på en cykel. När solen sjunker allt lägre kommer reflexerna i glasrutorna inte längre att träffa vattenytan. Man kan istället under en kort stund se direkt reflektion från andra fönsterrutor.

Ständigt aktuellt och anpassat för alla

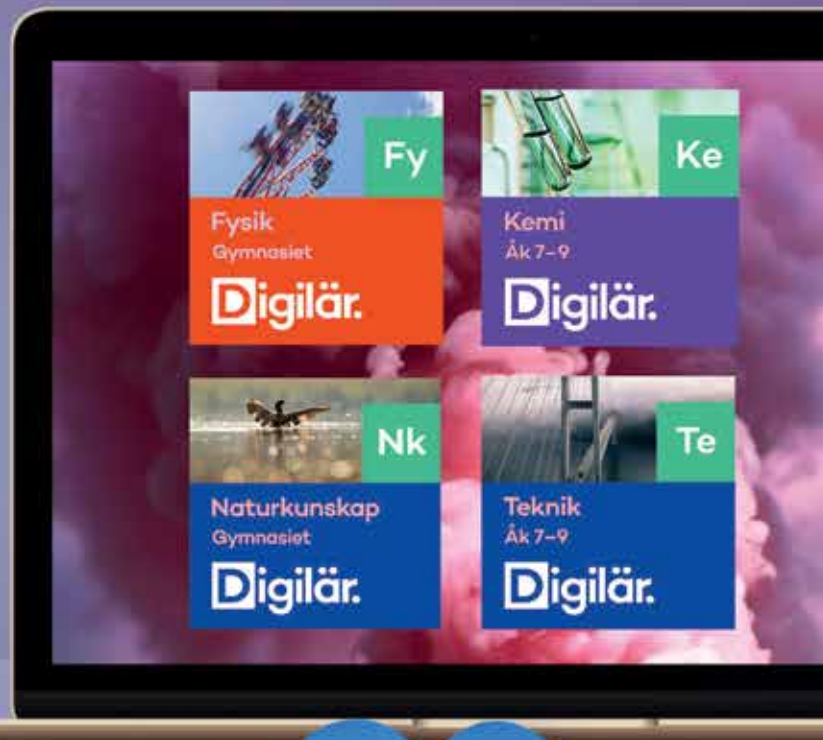
Digilär.

I Digilärs läromedel finns hela paketet – högkvalitativt undervisningsmaterial, intuitivt gränssnitt och inkluderande funktionalitet. Variera din undervisning med filmer och simuleringar, spännande laborationer, självvärterande övningar och uppgifter med lösningsförslag.

Forskningstorget ingår!

Vi uppdaterar löpande med aktuellt material kring forskning, naturvetenskap och teknik.

Välkommen in på
digilar.se för att
testa gratis!



**Heldigitala
läromedel för
mellanstadiet,
högstadiet och
gymnasiet.**

Visste
du att...



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