ISSN 1402-0041

LMNT nytt

2020:2 oktober

FÖRENINGEN FÖR LÄRARNA I MATEMATIK, NATURVETENSKAP OCH TEKNIK

Matematik och och naturvetenskap kan vara inspiration för konstnärer. En av dem är Linda Jarlskog, lärare i matematik och fysik i Lund. De fyra konstverken ovan kallar hon Mörk materia, Knutteori, Mörk energi resp. Arkimedes pussel. Beskrivningar av verken finns på sidan 13. På sidorna 14 -17 presenterar Linda ett skolprojekt.

Ordföranden har ordet!

Nu har skolorna varit i gång ett par månader efter ett välförtjänt sommarlov. Coronan är dock med oss fortfarande och när den kommer att försvinna är det ingen som vet. Vi lärare har gjort ett heroiskt jobb med att hålla grundskolor och gymnasier igång och erbjuda eleverna kunskap, trygghet och framtid. Många, även jag själv, har också kämpat med sjukdom under perioden. Nu mår jag bra igen.

Under perioden har vi snabbt satt oss in i hur kommunikation över nätet verkligen kan se ut. Lektioner läggs upp på Google Classroom och digitala läromedel och resurser används som aldrig förr. Olika tjänster används för att kommunicera med elever och kollegor genom videosamtal.

Även LMNT har nu tagit klivet in i digitaliseringen. Du kan läsa om hur vi haft digitalt medlemsmöte där vi lärde oss mer om läromedlens roll nu och i framtiden. Anledningen var att utredningssekreteraren för *Utredningen om stärkta skolbibliotek och läromedel* bett ämnesföreningarna om svar på frågor i en enkät. Utredningen är initierad av Jämlikhetskommissionen som föreslår: en granskning av läromedlens betydelse och en förändring i skollagen som tydliggör elevers rätt till läromedel. Utredningens ordförande är Gustav Fridolin, f.d. utbildningsminister, som i de digitala samtalen visade sig vara mycket intresserad av våra åsikter.

Under det digitala mötet gästade Per Kornhall från Sveriges Läromedelförfattares Förbund oss. Han gav en översikt över läromedelssituationen i olika skolor i Sverige. Kostnaden per läsår och per elev skiljer sig mycket mellan skolor. Många skolor lägger mindre än 400 kr och sedan finns hela skalan upp till ett mindre antal skolor som lägger 1 500 kr eller mer. Skolan ska enligt lag vara likvärdig. Det är den inte nu. Även han var intresserad av LMNTs åsikter och föreslog en mer framträdande roll för oss i granskningen av läromedel.

LMNT:s svar på enkäten skickades sedan till Regeringskansliet. Läs vidare på sidorna 4 och 5.

Trots pandemin och alla problem som den fört med sig, kan vi här presentera ett fullmatat nummer av LMNT-nytt. Tidningen är fylld med experiment och artiklar.

Detta nummer har fått en liten övervikt av fysikartiklar, men inte ens en kemist kan motstå Berthold Nilssons artikel om hans elevers experiment med gräs. Må det inspirera någon att göra om samma försök. Det handlar om krafter av olika slag och det gör det också i Ann-Marie Pendrills artiklar. Ann-Marie bidrar med artiklar där modern media och teknik används, t.ex. i den där hon åker i en rulltrappa på Liseberg med en telefon i handen och noterar hur fysikens lagar verkar - något man vanligtvis inte gör när man går i en nöjespark. Ann-Marie och två kollegor skriver i facebook-gruppen *Fysikundervisning* om en vecka med Arkimedes och visar att intressanta diskussioner och lärande kan ske på sociala medier.

Några av Linda Jarlskogs verk har ni redan mött på tidningens förstasida. Hon beskriver hur man kan se på konst och arkitektur och hur man kan foga in matematiken i undervisningen.

Redaktion:

Åsa Julin-Tegelman	*08-588 10 199*	*asa.julin-tegelman@mnd.su.se*
Birgitta Lindh	*08-580 33 778*	*bi.lindh@telia.com*
Kjell Lundgren	*076 -806 31 26*	*kjell.lundgren@allt2.se*
Bodil Nilsson	*08-38 82 47*	*bodil.nilsson100@gmail.com*
Wilhelm Tunemyr	*073-6 970179*	*wilhelm.tunemyr@gmail.com*

LMNT-nytt är en medlemstidning som bygger på frivilliga bidrag från medlemmar och andra. Tidningen utkommer med två nummer per år och distribueras till medlemmarna. Lösnummer kan i begränsad utsträckning erhållas på begäran via e-post från ordföranden. E-postadresser till styrelseledamöter i införs varje år i nummer 1 av LMNT-nytt.

Redaktionen förbehåller sig rätten att i insända bidrag göra smärre redigeringar av redaktionell karaktär.
Inga honorar utgår för införda bidrag.

www.lmnt.org

Postadress till redaktionen: Suheyla Demir, Bennebolsgatan 18, 163 50 Spånga

I en intressant vetenskaplig artikel presenterar Karin Lundgren-Kownacki temat i sin doktorsavhandling, nämligen om klimatet på arbetsplatser. Är det för varmt? för kallt? En annan tvärvetenskaplig artikel är Sonja Murtos artikel där grundkunskaper i fysik och kemi är underlag i en meteorologisk artikel om molnbildning. Här kommer allmänna gaslagen väl till pass. Lasse Eriksson skriver om ett batteriprojekt och presenterar ett fantastiskt mikroskop som han och institutionen är stolta över.

Allt detta varvas med experiment något vi alltid vill ha i centrum för undervisningen i våra ämnen. Fysik- och matteproblemsidor liksom recensioner hittar du som vanligt sist i tidningen men inte minst. Vi kan här inte nämna er alla. Stort tack för allt arbete ni lagt ner på att bidra till detta nummer.

Kära kollegor: Fortsätt att skicka in experimentbeskrivningar och artiklar och tipsa gärna om intressanta böcker att recensera. En första deadline är den 15 februari men ju förr ni skickar ett bidrag eller tips om bidrag till någon i redaktionen desto bättre.

Lidingö den 23 oktober

Er ordförande,

Alexander Alsén alsen.science@gmail.com

Den pågående utredningen om statens roll gällande läromedel får förlängt uppdrag fram till sommaren. Det beslutade regeringen den 22 oktober Utredningen om stärkta skolbibliotek och läromedel presenterades i november förra året. Enligt direktivet skulle uppdraget redovisas den 30 november 2020, men idag kom ett tilläggsdirektiv som ger utredningen tid till och med den 30 juni 2021.

Maria Ingelman Sahléns minnesfond för matematiskt lärande

Fonden delar från och med januari 2020 årligen ut medel till lärare och studerande, för att möjliggöra projekt ämnade att stärka och utveckla undervisningen i matematik på framför allt gymnasienivå.

Projekten kan innebära utveckling av undervisningsmetoder, undervisningsmaterial eller egen fortbildning exempelvis genom deltagande i konferenser i kompetenshöjande syfte. Ansökan skall innehålla syfte, innehåll, kostnadsberäkning och en beskrivning av hur resultat från projektet kan leda till förbättrat matematiskt lärande. Projektanslagen i form av stipendier eller annat ekonomiskt stöd är flexibla till sin storlek beroende på projektets innehåll, men kan endast i undantagsfall överstiga 30 000 kr.

Ansökan görs på specifik ansökningsportal som finns på fondens hemsida www.mariasfond.org. För år 2020 är sista ansökningsdatum den 15 november och beslut rörande tilldelning planeras till december. Projektrapport inklusive ekonomisk rapport förväntas inom två månader efter projektidens slut.

Referat av tre belönade projekt i jan 2020 finns i LMNT-nytt 2020:1 sid 18-20.

Rättelse: I vårens nummer av LMNT-nytt (2020:1) blev två bilder på sidan 17 omkastade i Camilla Christenssons artikel om kemiundervisning i ett vardagssammanhang.
Vi ber om ursäkt för det/Red.

Utredningen om stärkta skolbibliotek och läromedel - LMNT:s arbete med svar på en enkät

Den 4:e maj 2020 blev LMNT kontaktad av Tove Mejer, på Regeringskansliet , Utredningssekreterare, för från *Utredningen om stärkta skolbibliotek och läromedel* (U 2019:04). Utredningen ber om svar på frågor i en enkät. Utredningens ordförande är Gustav Fridolin.

Vidare skriver Tove Mejer: Ämneslärarföreningarna är viktiga aktörer med värdefulla erfarenheter *och kunskaper om lärares profession och vardag. Det är därför mycket värdefullt i vårt utredningsarbete och för våra analyser att vi får ta del av era synpunkter utifrån frågorna som bifogas i detta mejl. Vi skulle också uppskatta om ni anmäler er till rundabordssamtalet den 2 juni!*

Vi satte genast igång en process för att besvara frågorna i enkäten samtidigt som vi ordnade givande aktiviteter för våra medlemmar. Det stod tidigt klart att vi behövde vara organiserade för att samla in de åsikter som vi blev tillfrågade om.

Jag utsågs av styrelsen att sköta processen. Det första steget var att ordna en diskussionsplats på Facebook för att samla intresse. Diskussionen fördes i ett speciellt "event". Detta "event" delades sedan på de olika FB-grupperna "Matematikundervisning", "NO i grundskolan" och på LMNT:s FB-sida. Syftet var att lyssna på och engagera lärarna i våra ämnen samt att nå ut till potentiella nya medlemmar.

Det andra steget blev att ge LMNT:s medlemmar tre veckor på sig att läsa dokumentationen som vi fått tillskickad av kommittén. Efter att ha läst och funderat gick sedan medlemmarna individuellt in och besvarade frågorna som kommittén ställt i ett digitalt formulär. Detta steg var färdigt den 21:a maj. Intressant var i detta sammanhang att Sveriges matematiklärar-örening (SMaL) gick ut med en snarlik enkät inför deras remissvar den 25:e maj. Vi hoppas att vi i LMNT spridit ringar på vattnet i arbetetet med att samla in lärarnas åsikter.

Den 25:e maj var även datumet för LMNT:s digitala medlemsmöte där vi i samtal utifrån enkätundersökningen skulle enas om ett gemensamt svar på varje fråga kommittén ställt. För att ytterligare väcka intresse för deltagande hade skolexperten Per Kornhall bjudits in. Han inledde det digitala medlemsmötet med en presentation utifrån sitt perspektiv som ordförande i Läromedelsförfattarna, en organisation för läromedelsförfattare. Efter Pers presentation var det dags för LMNT:s medlemmar att diskutera frågorna. Till stöd fanns en powerpoint-presentation där svaren från enkätundersökningen redovisades. Per såg också framför sig att LMNT kunde spela en roll som oberoende läsare av läromedel för att på så vis hjälpa lärarna ute på skolorna.

Tre dagar senare (28/5) skickades den gemensamma skrivelsen till kommittén. Efter det så ordnades ett digitalt rundabordssamtal med kommitténs ordförande Gustav Fridolin. Min uppfattning som deltagare vid rundabordssamtalet var att det fanns ett stort intresse för våra synpunkter.

Alexander Alsén alsen.science@gmail.com

Ordförande LMNT

Svar från LMNT på en enkät från
Utredningen om stärkta skolbibliotek och läromedel

1. Hur ser tillgången på ändamålsenliga läromedel ut på skolorna?
(god, ganska god, ganska dålig, dålig)
Vi ser en variation, mestadels god men det verkar vanligt att böcker roterar – detta skapar en begränsande faktor i planeringen.
Tillgången är sämre i landsbygdsskolor och skolor med mindre pengar, t.ex. från halvfulla klasser.
Utanförskapet verkar inte röra utanförskapsområden som har tillgång till läromedel.

2. Vad tror ni påverkar lärares tillgång på läromedel*?*
Ekonomin.
Tid att utvärdera och planera kring läromedel tillsammans.
Lärare har inte rätt verktyg från utbildningen att utvärdera läromedel.

3. Hur ofta använder lärare läromedel i undervisningen?
(varje lektion, någon gång i veckan, någon gång i månaden, aldrig)

4. Hur använder lärare läromedel i planeringen av undervisningen?
*(inför varje lektion, **någon gång i veckan**, någon gång i månaden, aldrig)*

5. Vilken betydelse har lärarhandledningar för lärare?
*(stor, **ganska stor**, ganska liten, liten)*
Spelar stor roll, eller kan spela stor roll.
Bra facit med djupare förklaringar uppskattas. Inte bara svar.

6. Hur vanligt är det att lärare använder flera olika läromedel i en och samma kurs eller årskurs?
Inte till eleverna men för läraren, som inspiration etc. En fysisk bok kan kompletteras med stenciler och digitala läromedel etc.

7. Vilka är de viktigaste funktioner som läromedel har för lärare?
Strukturera innehållet, normera och likrikta "vad som är viktigt".

8. Vilka är de viktigaste funktioner som läromedel har för elever?
Strukturera innehållet, normera och likrikta "vad som är viktigt".

9. Vilka är de allvarligaste kvalitetsbristerna när det gäller läromedel*?*
Inte nödvändigtvis många brister.
Lättlästa böcker missar poängen eller blir för kompakta.

10. Hur ser lärare på värdet av digitala respektive tryckta läromedel?
Det är viktigt att lyfta nackdelarna med digitala läromedel, såsom att eleverna lär sig mindre.

11. Vilka andra undervisningsmaterial använder lärare främst?
Laborationer i NO, fysiskt material i matematik, artiklar, skolverkets material, YouTube.

12. Hur väljer lärare läromedel och andra undervisningsmaterial?
Tyvärr ofta utan systematik. Rekommendationer, bekanta serier, kostnad.

13. Hur skulle val av läromedel och andra undervisningsmaterial kunna underlättas för lärare?
Att granskningar eller översikter kring läromedlen finns tillgängliga. Alternativt att läraran på skolan har utbildning kring läromedel och planeringstid för dessa val.

14. Övriga synpunkter? *Nej.*

Nystart för NRCF – Nationellt Resurscentrum för Fysik

Jag heter Urban Eriksson och är sedan december 2019 ny föreståndare för NRCF. Det har varit ett intressant år, med många bollar i luften. En del har nu landat och andra bollas fortfarande. Under våren 2020 handlade mycket om fysikdidaktiskt forskning, då mina två doktorander och två licentiander presenterade sina avhandlingar, samtidigt som planer för framtida verksamhet för NRCF också började ta form.

Jag har en bakgrund som gymnasielärare i fysik och matematik, vilket efter ca 5 år på Komvux i Kristianstad ledde fram till en tjänst på Högskolan Kristianstad, där jag jobbat i nästan 25 år med lärarutbildning och fortbildning. Under dessa år tog jag licentiatexamen i astronomi i Lund och disputerade i fysik med specialisering i fysikdidaktik vid Uppsala universitet. Min forskning handlar i stor omfattning om utmaningar att lära sig fysik och astronomi genom de representationer vi använder för att kommunicera vetenskap. Särskilt utmanande har det visat sig vara att lära sig astronomi, eftersom det är i stort sett omöjligt för oss att med våra egna ögon se något av universum, samtidigt som det är 4-dimensionellt genom rumtiden – en formidabel utmaning för alla! Här finns således mycket att göra och jag kommer att delvis fokusera på detta även för NRCFs verksamhet framöver.

I samband med att jag tog över som föreståndare, efter min företrädare Ann-Marie Pendrill, var vi också tvungna att byta lokaler på Fysicum i Lund. De nya lokalerna är bra och för närvarande ändamålsenliga för vår verksamhet de kommande åren. Nu håller vi som bäst på att organisera alla de resurser som NRCF utvecklat under åren, t. ex. experiment, utrustning och webresurser, ett jobb som kommer att ta hela hösten, samtidigt som vi arbetar med att lägga till en mängd nya spännande saker med astronomi-tema. Ett besök på vår hemsida rekommenderas, men ha inte för bråttom då arbetet pågår just nu och de kommande månaderna.

Om man vill, så finns det också fortbildningsinsatser planerade. NRCF, tillsammans med KRC och Bioresurs, erbjuder fortbildningsdagar under hösten med anledning av revideringen av kursplanerna i våra ämnen. Kolla in länkar på våra hemsidor. När det gäller den årliga fortbildningskursen på CERN så är den tyvärr inställd i år pga Covid-19. Vi beklagar detta men hoppas på att kunna erbjuda detta nästa år igen.

NRCF har nu också en tydlig forskningsprofil. Vi bedriver forskning inom fysikdidaktik, med fokus på hur vi lär oss vetenskap genom kommunikation av ”disciplinära representationer” samt kroppsliga upplevelser. På vår hemsida finns mer information om vad vi gör och våra publikationer.

Välkommen att besöka oss, virtuellt och i Lund!

Urban Eriksson, urban.eriksson@fysik.lu.se

docent och föreståndare för NRCF

Växande gräs på roterande tallrik

Man är långt ifrån bortskämd med fungerande fysikexperiment, så när sånt händer ger det viss förtjusning och understundom även en tidskriftsartikel.

Under min utbildning förra århundradet hörde jag talas om att gräs lutar om det får växa på en roterande skivtallrik. Trots att flera decennier förrunnit har jag aldrig utfört experimentet – men dock varje gång vi behandlat centralrörelse i Fy 2-kursen lovat mig själv att det i sinom tid ska ske.

Hur lång halveringstid ett sånt löfte har är inte lätt att säga, men i år har ett par elever genomfört försöket som ett led i ett gymnasiearbete. Om detta må jag berätta …

Frågeställning

De frågeställningar eleverna hade att besvara var

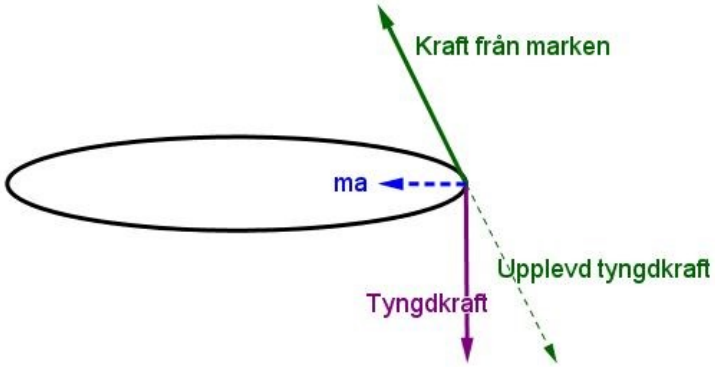
- om växande gräs på en roterande skiva lutar sig som en motorcyklist gör i en rondell.
- om man utifrån centralrörelsen kan förklara och verifiera gräsets lutning.

Teori

Elevernas idé var att gräset inte växer i tyngdkraftens motsatta riktning, men däremot den ”upplevda tyngdkraftens” motsatta riktning – i den mån gräs kan uppleva något.

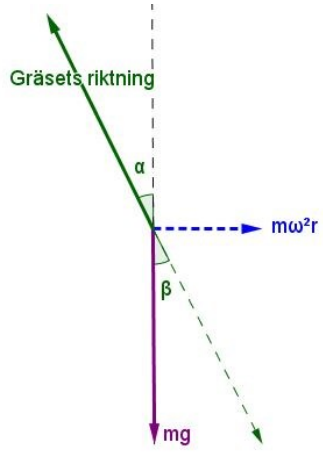
Fenomenet skulle i så fall motsvara att vi lutar oss in mot centrum om vi står fritt på en karusell och att motorcyklister lutar sig inåt i rondeller.

Utifrån Fy 2-kursen kan detta beskrivas som att kraften från marken på motorcykeln dels måste kompensera tyngdkraften, dels innehålla den inåtriktade komponent som krävs för centripetalaccerationen, dvs centripetalkraften $F_c = ma$ (1).



Tillåter man sig tröghetskrafter, kanske lutningen mest elegant åskådliggörs av tyngdkraften mg och centrifugalkraften:

$F_c = m\omega^2 r$ (2)



Tillåter man sig tröghetskrafter, kanske lutningen mest elegant åskådliggörs av tyngdkraften *mg* och centrifugalkraften:

$F_c = m\omega^2 r$ (2)

Gräsets avvikelse från lodlinjen α, fick de ur sambandet:

$$\tan\alpha = \frac{m\omega^2 r}{mg} = \frac{\omega^2}{g}\cdot r = \frac{4\pi^2 f^2}{g}\cdot r \quad (3)$$

Utförande

Eleverna köpte en plasthink, kapade den ett par centimeter från botten och borrade ett centrumhål i botten lämpligt för den motoraxel de skulle använda. Den tallrik de på så sätt fick hade radien r = 16,0 cm. De fixerade skivan på motoraxeln och för att fukt inte skulle tränga ner i motorn via axeln, trädde de en tunn soppåse över tallriken innan de fyllde med jord och började bevattna.

De hade tillgång till Phywes experimentmotor med tillhörande utväxling 30:1 samt en fotogrind kopplad till frekvensmätare. I all enkelhet klistrade de på en liten flärp på skivan som fotogrinden kunde känna av. För att minska solljusets inverkan gömde de experimentet i ett rum utan fönster, men tände i gengäld tre LED-växtlampor.

De använde COOPs vanliga så-jord och en av idrottslärarna bistod med gräs av märket Barenbrug RPR, ett slitstarkt gräs avsett för fotbollsplaner och golfbanor. Hur pass avgörande grässorten var för resultatet förtäljer inte historien, men det visade sig att gräset var mycket snabbväxande.

Eftersom eleverna var osäkra på hur tydligt de kunde se och mäta en eventuell avvikelse från lodlinjen, hade de som utgångsidé att gräset skulle luta 45° vid halva radien, för att göra fenomenet övertydligt. Det skulle kräva en frekvens på 1,8 Hz.

Starten gick förvånansvärt bra, men efter några timmar, i takt med att jorden torkade, flög den av tallriken och fördelade sig tämligen jämnt över närmsta väggar, golv och de bokhyllor som olyckligtvis fanns i närheten.

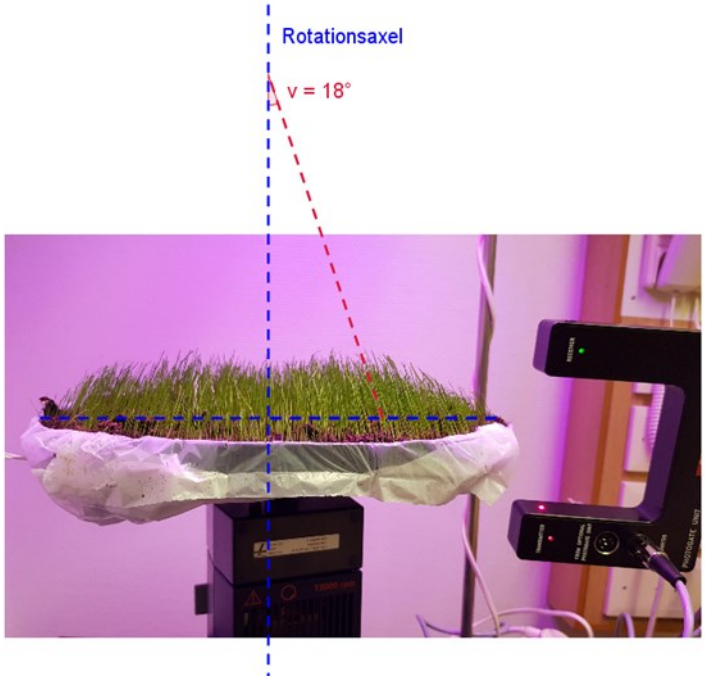
Vid närmare eftertanke bedömde de att frekvensen f = 1,0 Hz skulle vara mer skonsam mot deras odling och utifrån sambandet (3) kunde de se fram emot en avvikelse på 18° på halva tallriksradien, dvs då r = 8,0 cm:

$$\alpha = \arctan\left(\frac{4\pi^2 f^2}{g}\cdot r\right) = \arctan\left(\frac{4\pi^2 (1{,}0\ \mathrm{Hz})^2}{9{,}8\ \mathrm{m/s^2}}\cdot 0{,}080\ \mathrm{m}\right) = 18°$$

Resultat

Från sådd till grodd tog det 3 dygn och efter ytterligare 3 dygn (bilden till höger) var gräset så långt att de avslutade experimentet.

För att kunna verifiera lutningen, infogade de ett foto på odlingen i GeoGebra, där de kunde rita in riktningar och mäta vinklar.



Det var lättast att mäta gräsets lutning efter 2 dagars växt, medan det ännu gick att urskilja lutningen utefter radien, enligt skissen.

Det visade sig att den förväntade vinkeln på 18° då r = 8,0 cm blev så övertygande att de kontrollmätte även vid ett par andra radier. Resultatet blev följande:

Radie r	Vinkel α (teoretiskt)	Vinkel α (experimentellt)
0,080 m	18°	18°
0,040 m	9°	10°
0,130 m	28°	30°

Det var inte helt enkelt att kunna se gräsets riktning utefter radien eftersom framförvarande gräs delvis skymde, men frånsett detta samt ett och annat som kunde diskuteras kände vi oss ytterst belåtna och övertygade av resultatet.

Berthold Nilsson <berthold.nilsson@hkedu.se>
Hultsfreds gymnasium

Är Arkimedes princip en naturlag? En vecka på Facebook

Enligt Arkimedes princip gäller att " en kropp som är helt eller delvis nedsänkt i en vätska påverkas av vätskan med en uppåtriktad kraft vilken till sitt belopp är lika med den undanträngda vätskans tyngd", som den formuleras av Nationalencyklopedin (NE). Under vilka förutsättningar gäller Arkimedes princip? Och vilka svar kan en elev få som frågar om vattnet utövar lyftkraft på en sugpropp som sitter fast på botten av ett vattenfyllt badkar?

En lärare skickade elevfrågan vidare till Facebook-gruppen Fysikundervisning, som då hade omkring 600 medlemmar och fortsätter: "Inte påverkas väl den av någon lyftkraft trots att den tränger undan vätska?" Denna fråga, en måndag förmidag, ledde till en intensiv diskussion med totalt 225 svar till 21 kommentarer från 16 lärare på mindre än en vecka. Medan de första kommentarerna hävdade att lyftkraften beror på tryckskillnader på olika djup, och att sugproppen inte var utsatt för något vattentryck underifrån hävdades i senare kommentarer att "Ingenting undkommer Arkimedes" och "Man kan inte komma ifrån naturlagarna", och någon uttryckte förvåning över man överhuvudtaget kunde ifrågasätta lyftkraften.

Under veckan föreslogs och genomfördes olika experiment, som följdes av diskussioner om möjliga alternativa tolkningar av gjorda simuleringar och försök för att komma fram till mer precisa omformuleringar av Arkimedes princip. Denna artikel ger en kort sammanfattning av diskussionerna.

Experimentella undersökningar

De inledande teoretiska argumenten i gruppen följdes av foton och korta filmer av några experiment för att demonstrera händelseförloppet då en LEGO-bit, ett värmeljus och en plastburk placerades på botten av en kastrull, en glasbehållare eller en vask. Varje experiment följdes av livliga diskussioner som fokuserade på alternativa förklaringar av de gjorda observationerna.

En LEGO-kloss

Medan flera av deltagarna i diskussionen funderade över hur mycket vatten som skulle behövas under en "kropp" för att utöva tryck, så gjorde en av författarna (OD) ett enkelt experiment, med en LEGO-kloss i en kastrull. Efter att LEGO-biten tryckts ned med sidan mot botten av kastrullen blev den kvar där en liten stund innan den flöt upp till ytan, "helt konsistent med att flytkraften inte finns där när föremål ligger helt mot botten". Denna kommentar, postad en måndagskväll några timmar efter den ursprungliga frågan, ledde till en livlig diskussion till efter midnatt, och som sedan fortsatte nästa morgon, med mer än 30 svar.
Diskussionerna gick så småningom över i frågan om detta utgjorde bevis för att det inte fanns någon lyftkraft, eller om det fanns andra möjliga förklaringar. Skulle det kunna finnas någon form av adhesion? Skulle man kunna se en analogi med CE Johanssons passbitar? En uppföljningsfråga gällde hur mycket vatten som skulle behöva läcka in under LEGO-klossen för att den skulle börja flyta. Även om det fanns ett tunt lager vatten under klossen så visade det sig vara svårt att lyfta den: Innan vattnet kan utöva tryck underifrån så måste det komma dit, vilket tar viss tid. Det fanns alltså ett antal möjliga alternativa förklaringar, och slutsatsen var att LEGO-kloss-experimentet inte räckte för att avgöra om det fanns någon lyftkraft.

I detta läge, under tisdag eftermiddag valde en lärare att sammanfatta diskussionerna så långt de kommit: "Om föremålet ligger ovanför botten är vätskan i kontakt med undersidan på föremålet --> vätsketryck uppåt. Är vätskan inte i kontakt med undersidan --> inget vätsketryck uppåt. Finns lyftkraft vet vi att den är lika stor som tyngden av undanträngd vätska. Lyftkraft implicerar undanträngd vätska. Men undanträngd vätska implicerar inte lyftkraft." Olof Dahl började beräkna hur trycket under LEGO-biten varierade medan vattnet läckte in mellan LEGO-klossen och kastrullen.

Ett värmeljus på botten av en glasbehållare

Redan tisdag eftermiddag inleddes en ny kommentarstråd. Bo Eklund postade en kort film med ett värmeljus som trycks ned mot botten av en glasbehållare och stannar kvar några sekunder innan luftbubblor börjar komma upp på sidan och ljuset så småningom lyfte. Frågan kvarstår dock om vad som får ljuset att hållas kvar.

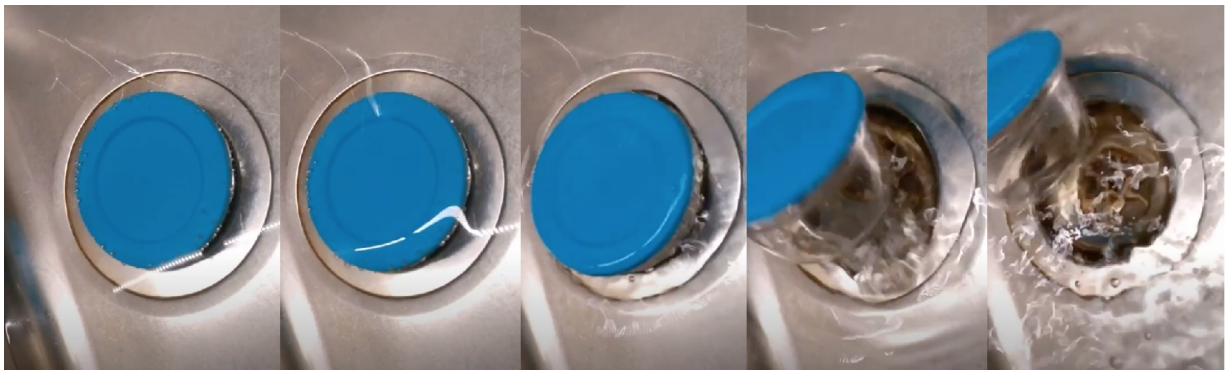
På onsdag morgon postade Olof Dahl en teoretisk uppskattning av hur lång tid det skulle ta om fördröjningen berodde på att vatten läckte in. Tiden beror på avståndet från början: För 0,01 mm skulle det ta ca 40 sekunder medan ljuset skulle lyfta nästan direkt om avståndet från början var 0,1 mm. Han konstaterade också att "detta är ytterligare ett exempel på att vi inte kan betrakta fysiken ur ett fenomenperspektiv, utan måste införa matematiska modeller."

Partiell lyftkraft

På onsdag eftermiddagen berikades tråden med en länk till en artikel av Lima m.fl. som studerade partiell lyftkraft, med uttrycket "downward buoyancy". Iden om "en nedåtriktad lyftkraft" katalyserade diskussionerna, eftersom den inte är konsistent med Arkimedes princip som en naturlag.

Sent på lördagkvällen kom nästa videodemonstration, med en liten plastburk (med lock) på botten av en diskho, över avloppet. Burkens botten hade mindre tvärsnittsyta än locket, och om vattennivån är tillräckligt hög räcker inte den uppåtriktade kraften även om vattentrycket är större närmare botten. Burken stannade i mer än 40 sekunder på botten, tills tillräckligt mycket vatten hade runnit ut för att den totala kraften på burken skulle bli uppåtriktad.

Detta blev alltså den tydligaste demonstrationen av att lyftkraften beror på vattentrycket på olika delar av ett föremål – utan vattentryck underifrån, ingen lyftkraft.



Teoretiska överväganden och omformuleringar

Diskussionerna om hur man skulle tänka om Arkimedes princip ledde till flera teoretiska diskussioner, parallellt med diskussioner om hur experimenten skulle tolkas.

En lärare införde ett argument byggt på *Reductio ad absurdum* om tolkningen att vatten på sidan av en kropp skulle kunna utöva en uppåtriktad kraft på kroppen. Enligt Newtons tredje lag skulle kroppen då utöva en nedåtriktad kraft på vattnet som skulle börja röra sig, en konsekvens som vi inte har observerat.

Flera lärare uttryckte förvåning över att det relativa enkla exemplet med ett platt föremål som vilar på en platt botten inte alls diskuteras i läroböckerna. Några föreslog olika omformuleringar av principen, t.ex.

- Lyftkraften är vätskans densitet multiplicerad med g och med volymen av den del av föremålet som är nedsänkt i vätskan, om det finns ett makroskopiskt lager av vätskan under föremålet.
- Allt kokar väl bara ned till skillnad i tryck oavsett om det ger nettokraft ned eller upp?"
- Arkimedes princip säger inte undanträngning av fluid => lyftkraft. Den säger att *om* det finns en lyftkraft så är den lyftkraften lika stor som tyngden av den undanträngda fluiden.

Den matematiska modellen av hur vattnet flödar in under ljuset presenteras i vår gemensamma artikel i Physics Education (troligen novembernumret 2020)

Läroböcker, tryck och Arkimedes princip

Flyta och sjunka är populära undersökningar redan i förskoleåldern och på science center kan de få göra "densitetsrör". Ogborn föreslår att man också tidigt bör introducera och diskutera upplevelser av krafter som behövs för att tränga undan vätska - att "göra hål i vatten".

På högstadiet är de teoretiska inslagen oftast mycket begränsade och föremål som vilar på botten är inte något som behandlas. Högstadieböckers bilder av tryck diskuterades nyligen i en licentiatuppsats av Charlotte Lagerholm.

Några av de vanliga gymnasieböckerna introducerar först Arkimedes princip, och introducerar sedan tryck och tar upp lyftkraft som ett exempel, medan andra börjar med att introducera tryck.

Universitetsläroböcker i fysik introducerar tryck i fluider innan Arkimedes princip behandlas som en konsekvens av tryckskillnader. Det finns dock stora skillnader i hur mycket fokus som läggs på exempel med tryck i olika situationer. Vi har inte hittat någon bok som tar upp exempel med partiell eller nedåtriktad lyftkraft.

Undervisningsritualer och problematisering

Laurence Viennot talar ibland om undervisningsritualer, när vi som lärare på alla nivåer kollektivt undviker komplikationer. Ett exempel hon ofta tar upp är "the isobaric hot-air ballon" - där man beräknar lyftkraften genom att anta att trycket överallt är lika stort på utsidan som på insidan. Vad svarar ni om någon student frågar vad som lyfter ballongen om trycket överallt på insidan är lika stort inifrån som lufttrycket utifrån? (På en bild ser man tydligt att tryckskillnaden i övre delen av ballongen är större än längre ned.) Viennot konstaterar att studenterna upplever en stor tillfredställelse när de kan knyta samman lyftkraft för gaser med Newtons lagar.

Lärardiskussioner i en Facebook-grupp kan ibland ha funktionen av asynkron "peer instruction", där många olika sätt att se på ett fenomen kan mötas och hypoteser formuleras och prövas gemensamt. I diskussionerna fördjupas allas förståelse både av begreppet och av vilka svårigheter som elever - och lärare - kan möta.

Olof Dahl, olof.dahl@kungsbacka.se **Bo Eklund,** bo.eklund@falkenberg.se

Ann-Marie Pendrill, Ann-Marie.Pendrill@fysik.lu.se

Referenser

Olof Dahl, Bo Eklund och Ann-Marie Pendrill 2020 Physics Education 55, 0650125

Is Archimedes principle a law of Nature?-- Discussions in an ´extended teacher room Physics Education https://doi.org/10.1088/1361-6552/aba733

Charlotte Lagerholm, Tryckt bild eller avbildat tryck?: Visuella representationer av begrepp relaterade till tryck i fysiklärböcker för högstadiet

https://lup.lub.lu.se/search/ws/files/78914140/Charlotte_Lagerholm.pdf

http://lup.lub.lu.se/record/25804e0e-8ae5-4258-968f-3d7b6017ffe9

Lima F M S, Venceslau G M and Brasil G T 2014 A downward buoyant force experiment. Revista Brasileira de Ensino de Fisica 36 (2) 1-5 doi.org/10.1590/S1806-11172014000200009

Ogborn J 2012 Archimedes' boat: making holes in water Physics Education 47 134

Viennot L 2006 Teaching rituals and students' intellectual satisfaction Physics Educaton 41 400 http://dx.doi.org/10.1088/0031-9120/41/5/004 (se också Physics Education 55 015008 https://doi.org/10.1088/1361-6552/ab4f64)

Konst, fysik och matematik

Bakgrund till de fyra verken på tidningens framsida

Mörk materia. Mörk materia bildar ett nät över universum och där nätet är tätare har det vuxit fram stjärnhopar och galaxer. Man är inte säker på vad mörk materia är men en teori är att den består av partiklar som inte växelverkar med andra partiklar och därför är svåra att upptäcka. Ungefär 23 % av all massa i universum består av mörk materia. Den mörka materian är genomskinlig och syns inte. Det var redan under 1930-talet som man började ana att det kan finnas mörk materia. Teorin slog igenom under 1970-talet.

Knutar och knutteori. Alla knutar inom knutteorin är slutna. Den centrala frågan inom knutteorin är om två knutar är lika. Om två knutar kan bearbetas så att de får samma form är de lika. Carl Fredrik Reuterswärds knut på revolverns pipa i Non-violence är enligt knutteorin ingen knut då den inte är sluten. En känd knut är den gordiska knuten. En gordisk knut är en knut som är besvärlig att knyta upp men som kan lösas upp på ett enkelt sätt med drastiska metoder.

Mörk energi - eterns återkomst?

Under antiken fanns det de som trodde att världsalltet består av fem grundelement. Dessa var eld, jord, vatten, luft och eter. Etern var rymden som finns runt jorden. Idag pratar man ännu om etern som när man säger att "radiovågorna går genom etern". I universum finns det mörk energi och mörk materia som vi inte kan se. Man tror att 73 % av all materia består av mörk energi. Ingen förstår sig på den mörka energin men den tycks finnas överallt som den eter man en gång trodde fanns. Det var i samband med att man studerade av en viss typ av supernovor i avlägsna galaxer som man införde begreppet mörk energi. Året var 1998.

Arkimedes pussel. År 2003 återupptäckte matematikhistoriker ett kvadratiskt pussel som hittades på ett 1000 år gammalt pergament. Man tror att det är Arkimedes som kom på detta pussel. Pusslet fascinerar för man kan lägga det på många olika sätt. År 2003 kom fyra matematiker fram till att man kan lägga det på 17 152 olika sätt för att få fram kvadraten.

Linda Jarlskog, linda.jarlskog@lund.se

Mer på hemsidan http://www.artandscience.se

Att se på offentlig konst och arkitektur med matematiska ögon - ett projekt

Ett syfte med mitt projekt är att uppmuntra elever att uppleva och utforska matematik utanför skolans väggar, i detta fall genom offentlig konst och arkitektur i Lund. Ett annat syfte med projektet är att väcka elevers intresse för Lunds kultur och historia. Dessutom vill jag att elever ska träna sin läsförståelse och matematiska kommunikation med hjälp av projektets noga utvalda frågeställningar.

År 2015 deltog jag vid *Adult Learning Mathematics* (ALM) internationella konferens i Washington DC på temat *Att öppna sina matematiska ögon*. ALM är en global organisation för vuxenutbildare, forskare och andra med intresse av vuxnas lärande i matematik. De inspirerande workshops och presentationer som jag fick ta del av öppnade verkligen mina "matematik-ögon". Tillbaka i Sverige ansökte jag och fick pengar från Gudrun Malmers stiftelse till mitt projekt med rubriken *Att se på offentlig konst och arkitektur med matematiska ögon*. En ämneskollega, Bengt Eklund, gick senare med som diskussionspartner i projektet.

I projektet ingår 76 offentliga verk och byggnader i Lund, som är indelade i 20 geografiska områden. Till varje verk eller byggnad finns det både matematiska och mer allmänna uppgifter. Uppgift 1 är identisk för alla skulpturer och byggnader och har 12 deluppgifter, se ruta 1. Övriga uppgifter är matematiska. I den sista uppgiften ska eleverna konstruera sin egen uppgift som de löser själva, så att de vet att den är lagom svår, för att senare byta uppgift med en annan grupp. Projektet avslutas med att elever tillverkar egna matematiska skulpturer.

Jag har sammanställt ett studiematerial som inkluderar mer än de 76 skulpturerna och byggnaderna samt uppgifter. Det inkluderar bland annat konst- och arkitekturhistoria, historiska beskrivningar av Lund, ett avsnitt om matematisk skulptur samt erfarenheter från när vi testade projektets uppgifter på en åk 9 grupp.

Uppgift 1 till offentlig konst

Frågor och exempel

1. Vad heter verket?
2. Vem har gjort verket?
3. Vilket årtionde uppfördes verket? (1830-talet, 1970-talet, ...)
4. Är verket platsspecifikt? (om verket är gjort för att passa in i sin omgivning)
5. Vad tror ni att konstnären vill säga med sitt verk? (vilket budskap verket kan ha)
6. Tycker ni att konstnären får fram sitt budskap?
7. Vilket/vilka material är verket gjort av? (granit, sten, glas, ...)
8. Varför tror ni att konstnären har valt detta/dessa material?
9. Vilken struktur har ytan/ytorna? (skrovlig, len, blank, matt, reflekterande, ...)
10. Vilken konststil (ism) kan verket tillhöra? (se avsnittet konststilar (ismer))
11. Ge exempel på hur ni kan se detta.
12. Tycker ni att verket är matematiskt? (se avsnittet Matematisk skulptur).
13. Om ja, till vilken kategori skulle ni i första hand klassificera verket och varför?
14. Föreställ er att ni ska beskriva verket för någon som aldrig har sett det. Markera de ord som är matematiska.

I slutet på denna artikel visas exempel på uppgifter för två olika skulpturer, *Kalender 1/11 2011 – 31/3 2012* och *Labyrint* i det geografiska området Stadsparken.

Om tillvägagångssättet när vi testade projektet

Vi fick låna en grupp med drygt tio åk 9 elever under fem entimmes pass under fem olika dagar. Eleverna, som alla utom en var pojkar, ville av olika skäl studera verkens matematik i mindre grupper.

Dag 1 Enkät, bildspel, genomgång matematik
Vi inledde det första passet med att informera eleverna om projektets olika syften. Därefter visade vi dem en grovplanering för de fyra dagar som vi hade planerat för. Ett femte tillfället som blev till dag 3 tillkom i efterhand när vi förstod att eleverna behövde mer tid för de matematiska uppgifterna. Sedan fick eleverna svara på en inledande enkät. Vi gick även igenom en del av den matematik som eleverna behövde till nästa dags besök.

Dag 2 Stadsparken
Den andra dagen besökte vi Stadsparken. Väl där fick varje grupp gå till sin tilldelade skulptur eller byggnad. Då vi var tre lärare delade vi upp oss så att varje grupp fick sällskap av en av oss.

Dag 3 Det extra insatta tillfället - era uppgifter - varandras uppgifter - matematisk kommunikation
Under det extra insatta tillfället löstes bland annat de matematiska uppgifter som eleverna inte hann med eller klarade av under dag 2. Det blev även mer allmänna diskussioner om till exempel sannolikheter och så gjorde eleverna deluppgift 12 i uppgift 1.

Dag 4 Ett bildspel om matematisk skulptur med exempel
Under den fjärde dagen visade vi ett bildspel om matematisk skulptur där skulpturerna var organiserade i fem kategorier (geometri, analys, algebra, topologi och andra matematiska koncept) till vilka det även fanns underkategorier.

Dag 5 Vi skapar matematiska verk till vår utställning - avslutande enkät
Till denna sista dag hade vi med oss olika sorters material som lera, ståltråd, rep, färgade glasspinnar och lim till eleverna att skapa med. Varje elev gjorde ett verk enligt den kategori av matematiska skulpturer de valt. Projektet avslutades med att eleverna fick fylla i den avslutande enkäten.

Resultat

Har projektet väckt elevers intresse för Lunds kultur och historia?
Enkätsvaren visade att i stort sett samtliga elever har med hjälp av projektets uppgifter lärt sig något om Lunds kultur och historia, åtminstone på kort sikt. Det visade sig också att eleverna kände till fler offentliga skulpturer i Lund vid projektets slut än i dess början. Den tydligaste skillnaden var dock att eleverna i slutet av projektet kunde namnet på samtliga offentliga skulpturer som de undersökt. Vid projektets början kunde inte någon av eleverna namnge en enda.
Vår slutsats att några elever lärt sig lite mer om Lunds historia stärks även av att tre elever i den avslutande enkäten skrev att Stadsparken har sitt ursprung i en utställning (Lundautställningen 1907) och att en svarade att det var samma man som ritat Lunds gamla Observatorium och Domkyrkans torn.

Fick elever uppleva matematik i offentlig konst och arkitektur?
Eleverna fick uppleva matematik i offentlig konst och arkitektur under projektets alla steg. Det två sista dagarna fick de även ta del av mer udda matematiska fält som till exempel knutteori, boolesk algebra och minimala ytor. En antydan till att elever börjat se och uppfatta matematik i offentlig konst förekom även i den avslutande enkäten när två elever kopplade som exempel på matematik utanför skolan till skulpturer. Den kopplingen gjorde ingen i den inledande enkäten.

Fick elever träna sin läsförståelse till bland annat problemlösning?
Vi lyckades inte träna elevernas läsförståelse för vi gick igenom uppgifterna med dem. Detta gjorde vi för att det inte skulle bli för svårt för dem så att de skulle mista sin glädje och motivation för att lära matematik.

Fick elever träna sin matematiska kommunikation?
Eleverna fick göra sina egna matematiska uppgifter och de diskuterade matematik både i klassen och vid verken. Därmed fick de träna både sin skriftliga och muntliga matematiska kommunikation. Resultaten från den sista deluppgiften i uppgift 1 för offentlig konst, som besvarades under det extra insatta tillfället, visade dock att eleverna antingen valde bort eller inte klarade av att använda matematiska begrepp för att beskriva en skulptur. Därmed tränade de inte sin matematiska kommunikation i den utsträckning som vi hoppats på.

Kalender 1/11 2011 - 31/3 - 2012

Eva Löfdahl är fascinerad av datum. Även om en dag är den andra lik kan vissa datum upplevas som magiska. Ett exempel är 00-01-01. Då trodde många att datorer och annat skulle få problem. Datum som 06-06-06 och 11-11-11 kan också sätta igång fantasin.

Mellan 1 november 2011 och 31 mars 2012 gjorde *Löfdahl* en skulptur om dagen. Därefter göts skulpturerna i brons och sattes upp på de stavar ni ser i bild 1.

Bild 1 och **2**. Kalender 1/11 2011 - 31/3 2012

Eva Löfdahl. 2012. Foto: Linda Jarlskog

Uppgift 1 - Beskriv verket

Beskriv *Kalender 1/11 2011 - 31/3 2012* genom att svara på frågorna på förra sidan.

Uppgift 2 - Om skottår och antal skulpturer

Det finns lika många skulpturer på stavarna som dagar från 1/11-2011 till 31/3-2012 och lika många stavar som månader från november till mars. När det är skottår har februari 29 dagar, annars har februari 28 dagar. April, juni, september och november har alltid 30 dagar, övriga månader 31 dagar.

För att ta reda på om ett årtal är ett skottår kan man dividera årtalet med fyra. Om kvoten blir ett heltal är årtalet, med några undantag som år 1900, 2100 och 2200, ett skottår.

a Var 2012 ett skottår?

b Utgå ifrån vad ni vet om antal dagar per månad. Hur många skulpturer finns på stavarna?

Tal	Latin	Svenska
V	quinqe	fem
VI	sex	sex
VII	septem	sju
VIII	octo	åtta
IX	novem	nio
X	decem	tio

Tabell 1. Siffrornas namn på latin och svenska.

Uppgift 3 - Antal dagar per månad och månadernas namn

För ungefär 2000 år sedan hade kalendern 10 månader och två månader som var "dötid". Under "dötiden" var det som kallast. Då låg jordbruket nere. På den tiden var den första månaden på året mars och sedan kom april, maj och juni. Därefter hade månaderna namn efter i vilken ordning de kom. Tabell 1 visar vad siffrorna fem till tio heter på latin.

Senare ersattes den femte månaden quintilus med juli för att hedra *Julius Caesar. Kejsar Augustus* fick nästa månad uppkallad efter sig. Därför heter den sjätte månaden augusti. En förklaring till att februari är kortast är att Augustus inte ville att hans månad skulle vara kortare än Cesars månad så han tog en dag från februari. Detta kan dock vara faktoid. Idag är september den nionde månaden på året. Vilken månad på året var september för 2000 år sedan och hur kan man höra det på dess namn?

Uppgift 4 - Gör er egen uppgift

Gör nu er egen uppgift. Den ska vara lagom svår och gå att lösa. Ni ska senare ge er uppgift till en annan grupp i klassen.

Omöjliga figurer

Oscar Reutersvärd var professor i konsthistoria och konstnär. Han är mest känd för sina världsberömda omöjliga figurer. Figurerna 1 och 2 är två exempel på omöjliga figurer. Dessa kan inte existera på riktigt.

Det är lätt att blanda ihop *Oscar Reutersvärd* med konstnären *Carl Fredrik Reuterswärd*. De har samma efternamn och är släkt. Oscars farfarsfarfarsfar, *Lorentz Peter Reutersverd* (1708 – 1768) är Carl Fredriks farfarsfarfarsfarfar.

Figur 1 En omöjlig figur. Ritad av Linda Jarlskog.

Uppgift 1. Omöjliga figurer
Rita en egen omöjlig figur och förklara varför den är omöjlig.

Figur 2. En omöjlig figur.

©kovalto1/depositphotos.com
(bildbyrå)

Häcklabyrinten

Oscar Reutersvärds häcklabyrint, se bild 3, är tänkt för barn som är ungefär fem år gamla. Äldre barn och vuxna kan se över häckarna och då är det inte lika spännande. *Reutersvärd* funderade på att göra en labyrint för vuxna men det blev aldrig av.

Uppgift 2 - Beskriv verket.

Beskriv *Labyrint* genom att svara på frågorna på förr-förra sidan.

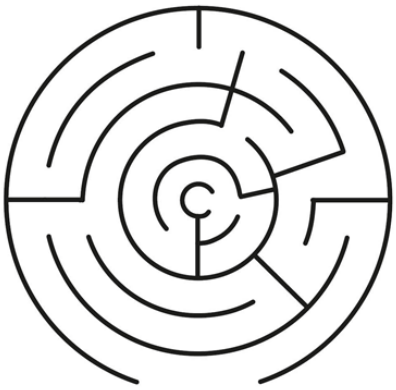
Bild 3. Labyrint av Oscar Reutersvärd. 1996.
Foto: Linda Jarlskog.

Uppgift 3 - Den snabbaste vägen till mitten

Vad är sannolikheten för att man väljer den snabbaste vägen till mitten av labyrinten om man inte vet vilka gångar man ska välja? Ni har en skiss på labyrinten i figur 1. Ingången är längst ner.

Uppgift 4 - Gör er egen uppgift

Gör nu er egen uppgift men den ska vara lagom svår och gå att lösa. Ni ska senare ge er uppgift till en annan grupp i klassen.



Figur 3. En skiss av Oscar Reutersvärds labyrint. Skissen är inte skalenlig. Ritad av Linda Jarlskog

Källor inhämtade den 30 augusti 2020:

https://lundskonsthall.se/lunds-konst/ljudguide/eva-lofdahl/

Hans Thorbjörnsson, medförfattare till Prio Historia, Sanoma Utbildning. Inhämtad från https://www.so-rummet.se/fakta-artiklar/vara-manaders-namn-kommer-fran-rom

https://lundskonsthall.se/lunds-konst/ljudguide/oscar-reutersvard/

https://sok.riksarkivet.se/sbl/artikel/6626, Svenskt biografiskt lexikon (art av HG-m)

Linda Jarlskog, linda.jarlskog@lund.se
lärare i matematik, fysik och kemi, Komvux, Lund.

Från vår trogne expeimentator Carl-Olof Fägerlind kommer denna gång tre experiment. - som alltid med fina foton. Glöm inte att experimentera!!

Cykelhjulet - illustration av gyroeffekt

Experiment

- Häng upp ett cykelhjul i två trådar. Förutom ett cykelhjul behöver du 2 stativ med muff och klämmare och en stång samt tråd. Snurra hjulet (Bild 1).
- Klipp av den ena tråden (Bild 2).
- Hjulet vrider sig kring kvarvarande tråd (Bild 3).

Bild 1

Bild 2

Bild 3

Förklaring. Rörelsemängdsmomentet är bevarat, men tack vare tyngdkraften, så blir det ett vridande moment. Hjulet vrider sig runt sin upphängning, men hänger kvar ett bra tag.

Teorin ingår inte, varken på grundskolan eller gymnasiet, men jag visade det i årskurs 3 och eleverna gillade det. De ville också hålla i hjulet när det snurrade. Då är hjulet svårt att vrida på. En härlig upplevelse!

Istället för ett cykelhjul kan man använda en leksakssnurra för att illustrera gyroeffekten.

Med hjälp av ett snöre sätter man fart på snurran (Bild 4). Därefter flyttar man snurran till stativet (Bild 5). Den kommer då att fortsätta snurra och behålla sin riktning. När rotationsenergin tar slut faller den ned.

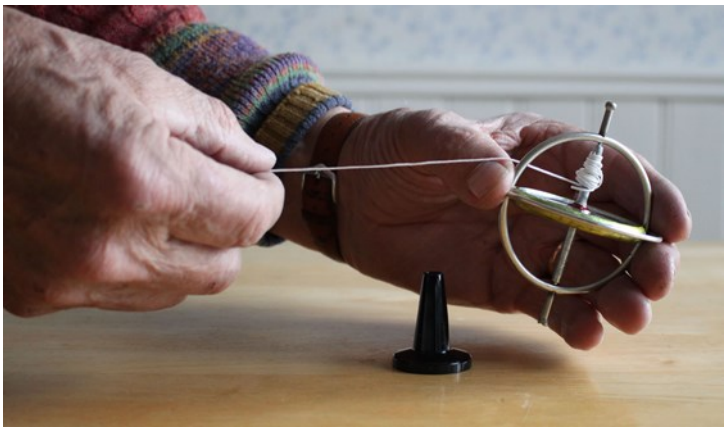


Bild 4

Bild 5

1. **När gyroskopet inte snurrar** kommer det att falla åt sidan, vilket grundskoleelever förstår och på gymnasiet ges förklaringen att tyngdkraften verkar i tyngdpunkten och ger ett vridmoment med avseende på stödpunkten.

2. **När gyroskopet snurrar** kommer det inte att falla åt sidan. Pga att det är symmetri är det lika troligt att den faller åt vilket håll som helst. Det betyder att det inte faller alls, utan rör sig åt sidan. Rotationsenergin tar alltmer slut och då ökar vinkeln så att gyroskopet ramlar ned.

Ballongen - illustration av undertryck

Vi har ett tänt ljus i ett glas (bild 1) och en uppblåst ballong, som innehåller lite vatten. Sätt ballongen över glaset (bild 2). Håll den där tills ljuset slocknar (bild 3). Tack vare att ballongen innehåller vatten, så klarar den ljusets värme. Lyft sedan upp ballongen. Då följer glaset och ljuset med (bild 4).

Bild 1

Bild 2

Bild 3

Bild 4

Förklaring: När ljuset slocknar så sjunker luftens temperatur. Enligt allmänna gaslagen, även kallad ideala gaslagen, $pV = nRT$ (där p är lufttrycket, V är volymen, n är substansmängden, R är gaskonstanten och T är temperaturen) resulterar det i att lufttrycket minskar ($p = nRT/V$). Det undertryck som uppstår i glaset leder till tryckkrafter ($F = p \times A$) som håller ihop ballong och glas.

"Koka kaffe" - illustration av övertryck

Experiment

I en skål har vi lagt kaffe och hällt på hett vatten. Nu skall vi få kokat kaffe med hjälp av en PET-flaska utan lock.

För ner den upp- och nedvända flaskans topp i kaffevattnet. Det börjar bubbla. Det ser ut som om kaffevattnet kokar.

Förklaring:

Det varma kaffevattnet värmer luften i petflaskan. Luften utvidgas och bubblar ut i kaffevattnet. Enligt allmänna gaslagen, $pV = nRT$, ökar luftens tryck och volym i PET-flaskan med temperaturen. Flera deciliter luft bubblar ut. Experimentet kan förstås utföras med bara vatten, utan kaffe.

Carl-Olof Fägerlind c.fagerlind@gmail.com

Kyla och värme påverkar vår hälsa och arbetsmiljö

Det är vanligt att vi hör kollegor beskriva att de har klimatproblem på sina arbetsplatser. Problemen kan vara relaterade till både värme och till kyla. Problemen är av skiftande karaktär och beror bland annat på om det är utomhusarbete, en kontorsarbetsplats eller arbete inom industrin det handlar om. Termiska klimatproblem är vanliga, men kan oftast lösas med god kunskap. De kan bland annat bero på att det är för varmt eller för kallt eller att man upplever drag, ojämn lufttemperatur eller värmestrålningsutbyte, torr luft samt kalla väggar och fönster. Det termiska klimatet kan ha effekt på upplevelse och prestation och ha fysiologiska och medicinska effekter. Det är därför viktigt med kunskap om hur sådana problem kan förebyggas. Klimatet på arbetsplatsen brukar indelas i tre kategorier***: kyla, inomhusklimat samt värme,*** som bygger på de bedömningsmetoder som används inom respektive kategori (Parsons, 2014).

Utvärdering och bedömning av det termiska klimatet

För upplevelsen av klimatet och effekter på individen har fyra omgivningsfaktorer stor betydelse. Dessa faktorer består av omgivningens luft- och strålningstemperatur, lufthastighet och luftfuktighet. Utöver dessa påverkar arbetstyngden och klädseln i hög grad belastningen. För att på ett bra sätt göra en riskbedömning om klimatets inverkan på den arbetande människan är det bra att alla faktorer vägs in och för omgivningsfaktorerna görs detta framför allt genom mätningar.

Som tidigare nämnts bör man också ta hänsyn till personens inre metaboliska värmeproduktion (arbetstyngd) och de kläder hen har på sig. Arbetstyngd kan uppskattas genom observationer eller mätas/ beräknas utifrån puls och/eller syreupptagning.

Kläders betingelser kan också uppskattas och/eller mätas på en termisk docka, där man framför allt mäter isolation och ångmotstånd (hur bra kläderna andas) (Parsons, 2014). En ekvation, som är knuten till typ av klimatkategori, räknar till slut ut ett så kallat klimatindex med hjälp av dessa parametrar. 'Wet-Bulb Globe Temperature' (WBGT) är ett vanligt sådant index som utvärderar varma miljöer. Det är också en internationell standard som sätter gränsvärden för arbete i värme (ISO7243:1989).

Bild 1. WBGT fältinstrument.

I laboratoriet för termisk miljö på Lunds Universitet finns två klimatkammare som tillsammans kan simulera miljöer från -50 ºC upp till +60 ºC. Studenter och forskare använder bland annat klimatlabbet för att lära sig hur olika material och produkter känns och fungerar i kyla och värme. Kamrarna ger även möjlighet att lära känna kroppens reaktioner i olika klimat, och undersökningar inom olika områden utförs ofta med riktiga försökspersoner.

För mer information se:

http://www.design.lth.se/om-institutionen/forskningslaboratorier/klimatlab/

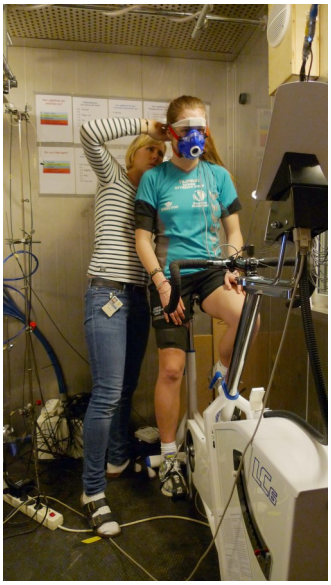


Bild 2. Experiment i värme- och kylkammaren. På bild: Karin Lundgren-Kownacki/Amitava Halder med försökspersoner. Foto: Erik Andersson, Designvetenskaper, LTH.

Klimatförändringarna kommer att påverka

En hittills ofta förbisedd konsekvens av klimatförändringarna är dess påverkan på hälsa och arbetsmiljö. Bland annat påverkas arbetares produktivitet på grund av ökad exponering för värme och är en samhällskostnad som inte inkluderats i kända ekonomiska analyser och rapporter om klimatförändringarnas påverkan på ekonomin (se till exempel Stern, 2006).

Värmeexponering är ett vanligt arbetsmiljöproblem redan idag över hela världen (se till exempel Gao et al., 2017) som resulterar i försämrad hälsa och i dödsfall varje år. Sedan 2013 har ett ökat antal analyser uppmärksammat detta vilka pekar på att det kan bli den absolut största kostnaden av klimatförändringarna (se till exempel Dunne et al., 2013 samt DARA, 2013).

Forskningsprojekt i Chennai, Indien

Ökad hetta i den tropiska och subtropiska klimatzonen är framför allt ett hot mot folkhälsan och påverkar de allra fattigaste människorna som arbetar fysiskt utomhus. I ett forskningsprojekt tillsammans med ett universitet i Chennai, Indien samlade författaren in data om det termiska klimatet som en del av sin doktorsavhandling (Lundgren-Kownacki, 2018). Chennai ligger i sydöstra Indien där det året runt är varmt och fuktigt. Universitetet har en varaktig relation med industrin i och runt om Chennai. Denna relation gav en unik möjlighet att komma in på arbetsplatser och utföra klimatmätningar för att utvärdera arbetarnas värmebelastning.

Fältundersökningar utomhus och inomhus visar värmebelastningen

Under fältarbetet i Indien mättes klimatet på ett risfält, en matsal, ett tvätteri, en byggnads-arbetsplats, ett tegelstensbruk, en bildelsfabrik och en kakfabrik. Arbetskläderna skickades till klimatlabbet där deras egenskaper mättes på en termisk manikin. Det visade sig att alla arbetsplatser var nära eller överskred de gränsvärden den internationella standarden fastställer under de varmaste månaderna på året (april till juni).

Den varmaste arbetsplatsen var matsalen som mätte en medeltemperatur på 36,8 ºC och en relativ luftfuktighet på 55,6% under mätperioden. På många arbetsplatser hade kvinnor en högre värmebelastning än män på grund av arbetsklädsel. I Chennai har de flesta kvinnor på sig traditionella kläder som Saree's och Salwar Kameez. Trots att dessa kläder är fantastiska från en klimatsynpunkt eftersom de är lätta och ventilerar bra är det ofta så att kvinnorna skyddar dessa kläder på arbetsplatsen genom att sätta på sig en skjorta utanpå. Då ökar isolationen och ångmotståndet och därmed värmebelastningen (Lundgren-Kownacki et al., 2014).

Termisk komfort inomhus är ett komplext forskningsområde

Definitionen av termisk komfort i kategorin inomhusklimat är *'A condition of mind which expresses satisfaction with the thermal environment*'. Alltså är termisk komfort ett sinnestillstånd och många fältstudier påvisar att termisk komfort inte kan förklaras fullt ut av de sex ovan nämnda faktorerna för riskbedömning.

Som individer har vi olika upplevelser och fysiologi. Dock är modellerna för utvärdering av det termiska klimatet är ofta statiska medans människor i verkligheten är aktiva. Det finns därtill ett flertal aspekter att ta hänsyn till såsom kultur, beteende, utomhusklimat, dygnsrytm, ålder, kön, inredning, termisk historia (tidigare erfarenheter) samt individuella preferenser som alla påverkar upplevelsen.

Ett ökat antal forskningsstudier bedömer därför att det är viktigt att en dynamisk inomhusmiljö skapas i så stor mån som möjligt, vilket betyder större möjlighet till att kontrollera klimatet på olika sätt. Slutligen är det termiska klimatet ett komplext forskningsområde där vi långt ifrån förstår alla dess sammanhängande aspekter.

Karin Lundgren-Kownacki *karin.maria.lundgren@gmail.com*

Designvetenskaper, Lunds universitet

Nu verksam vid SMHI som utredare för samhällets klimatanpassning.

Referenserna hittar du på LMNT:s hemsida www.lmnt.org

Ta molnet med dig - skapa en egen mini-atmosfär

Inledning	Tillverka ett moln i en petflaska
Material	Stor petflaska med kork, tändstickor, degeltång/pincett, lite vatten
Riskbedömning	*En fullständig riskbedömning ges av undervisande läraren.*
Utförande	

1. Häll i ca 50 ml vatten i en stor petflaska.
2. *Rök och sotpartiklar bildas när en tänd-sticka brinner.* Tänd en tändsticka, håll den med en degeltång/pincet och för ner den varsamt i petflaskans mynning. Se till att plasten inte smälter eller att tändstickan släcks. Träna!
3. Skruva snabbt på locket. Skruva till extra hårt!
4. Nu gäller det att snabbt klämma ihop petflaskan.Då bildas ett moln (dimma). Molnet försvinner när trycket upphör.

Förklaring **Se artikeln nedan**

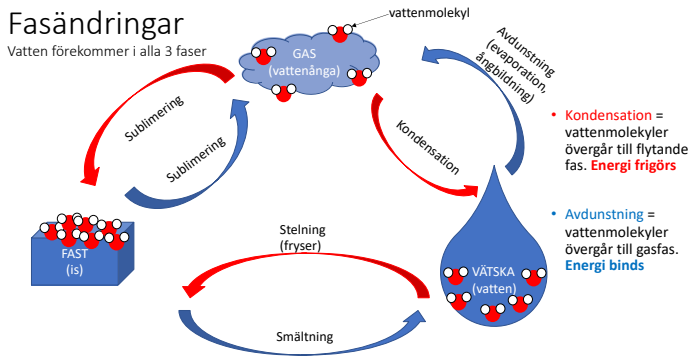
En variant av experimentet är publicerad i tidskriften Science in School. Där används en 500 ml plastflaska och en 1 tesked vatten. Man kan pröva sig fram till vad man tycker ger bästa resultat.

https://www.scienceinschool.org/2009/issue11/weather

Karin Axberg karin@krc.su.se

Moln i atmosfären och i flaskan- hur bildas de?

Ha gärna den här bilden med dig när du läser artikeln. Det är den högra delen som är aktuell.



Moln kan bildas då varm fuktig luft stiger uppåt i atmosfären. Högre upp i atmosfären minskar trycket som omgivningen utövar på den stigande fuktiga luften, vilket medför att luften expanderar. Temperatur orsakas av molekylernas rörelseenergi. Vid ett lägre tryck och större volym, expansion, kommer molekylernas hastighet att minska, dvs. färre kollisioner inträffar mellan molekylerna och därmed lägre tryck vilket leder till att den stigande luften kyls ner. Vid fortsatt läsning kan det vara bra att ha allmänna gaslagen $pV = nRT$ i tankarna.

Då luften kyls ner, kan molekylerna i vattenångan lättare dras/fästa sig till varandra, dvs. kondenseras, och bilda små droppar. Moln bildas alltså då vattenånga, fukt i luften, kondenserar runt små partiklar, s.k. kondensationskärnor. Dessa kondensationskärnor kan vara sotpartiklar, damm eller andra små luftpartiklar.

Om luftfuktighet

Luftfuktigheten anger hur fuktig luften är, och även om vi inte kan se dem, finns det alltid vattenmolekyler i luften runtom oss. Dessa vattenmolekyler studsar runt i luften, har mycket rörelseenergi och fäster sig inte lätt till varandra. Luftfuktigheten, eller den så kallade relativa fuktigheten, anger den procentuella andelen fuktmängd i luften jämfört med den fuktmängd som luften i den rådande temperaturen maximalt kan innehålla.

För att kondensation ska ske, måste alltså den relativa fuktigheten i luften uppnå 100 %. Ju lägre luftfuktighet, desto torrare är luften. Då den relativa fuktigheten är lägre än 100 %, är luften inte ”mättad” på fukt, utan då kan mer fukt (vattenmolekyler) avdunsta tills luften i den aktuella temperaturen blir mättad på fukt, dvs. då luften inte kan ta in mer vattenånga.

Vid varmare luft kan mer vattenånga avdunstas i luften tills den blir mättad på fukt, medan kallare luft blir snabbare mättad och uppnår 100 % snabbare.

Då luften blir mättad sker fasändring, kondensering av vattenmolekyler i gasform till vätskeform, vattendroppar. För att få fukt i luften behöver vi även en källa för vatten. Vi vet att vatten täcker ca 70 % av jordens yta, men vattnet är aldrig stilla utan rör sig kontinuerligt genom vattnets kretslopp.

Så hur ska vi förstå experimentet med moln i flaska - vår egen skapade miniatmosfär?

Till molnbildningen behöver vi 3 ingredienser:

fuktkälla, tryckminskning/temperaturminskning, kondensationskärnor.

En källa av fukt. Vi häller vatten i flaskan. Så fort vi har en källa av fukt, kommer vattenmolekyler att avdunsta från vattenytan till luften. Härmed får vi allt mer vattenånga till luften. Så länge luften är omättad, avdunstar mer och mer fukt från vattnet till luften och luftfuktigheten ökar. Vi vet att den relativa fuktigheten beror på temperaturen.-Mättnadsskedet uppnås snabbare vid lägre temperatur. Men vi behöver fler ingredienser för att ett moln ska bildas!

Hur skall vi då få temperaturen att minska? Låt oss repetera fysiken: I atmosfären minskar trycket ju högre upp i atmosfären vi går. Molekyler och partiklar som kolliderar med varandra är det som bildar trycket, tryckkraft som utövas på en yta.

Låt oss först föreställa oss en låda med viss volym. Ifall partiklarna i lådan rör på sig mera, kommer de att studsa mot väggarna i lådan kraftigare och oftare, och därmed -utöva en större kraft på varje yta.

Detta medför att trycket i vår låda ökar p.g.a. den ökade rörelseenergin av hos partiklarna. Eftersom rörelseenergin av hos molekyler skapar värme, kommer temperaturen att öka. Trycket är proportionellt mot temperaturen: trycket ökar med stigande temperatur. Låt oss nu ändra på volymen av vår låda: Ifall vi ökar volymen, kommer gasen i vår låda, molekylerna i gasen, att spädas ut, sprida ut sig till en större volym. Vi kan tänka oss som att luften expanderar i lådan. Det medför glesare kollisioner mot väggarna, dvs. trycket minskar och temperaturen sjunker. Det är exakt samma fenomen som sker i atmosfären: mängden partiklar i luften minskar ju högre upp i atmosfären man går, trycket minskar, luften expanderar, volymen ökar, denna expansion kräver arbete och energi, vilket även leder till att temperaturen sjunker, stigande luft utför arbete mot sin omgivning, energin tas från luftpaketet.

Så låt oss gå tillbaka till vårt lilla flask-experiment

Då vi klämmer ihop flaskan, kommer vi att sätta ett tryck på flaskan och dess innehåll. Vad som sker är att volymen som luften inne i flaskan upptar kommer att minska, och partiklarna inne i flaskan kommer att tvingas kollidera mer och röra på sig mer, vilket leder till en temperaturhöjning inne i flaskan då trycket stiger. Arbete från omgivningen, här du som pressar flaskan, kommer även att medföra en tillförsel av energi till flaskan.

Temperaturhöjningen som sker i atmosfären motsvaras av trycket du sätter på flaskan genom att klämma ihop den. Vattenmolekylerna i luften tvingas därmed att pressas ihop. Ifall du nu snabbt släpper trycket mot flaskan, ökar volymen och luften i flaskan kommer att expandera fort, volymen ökar igen. Denna snabba volymökning leder till att lufttemperaturen inne i flaskan minskar, vilket i sin tur tillåter molekylerna i vattenångan att fästa sig nära intill varandra, det blir kallare, eftersom molekylerna rör på sig mindre, och detta kan leda till kondensation. Temperatursänkningen i atmosfären motsvaras nu av att du släpper trycket mot flaskan. Kondensation sker alltså då man lättar på trycket, vilket gör att temperaturen sjunker och då uppnås mättnadsskedet snabbare (relativa fuktigheten 100 %). Den andra ingrediensen för molnbildning är därmed ett *minskat tryck.*

Ifall man gör experimentet med att hälla varmt vatten till en tredjedel i en stor plastflaska sedan klämmer ihop flaskan och därefter släpper trycket mot flaskan ser vi dock inga moln som bildas i flaskan! Varför inte det?

Ett enkelt svar på det är att vid fasövergångar sker energiomvandlingar. Avdunstning från vätske- till gasform kräver energi, eftersom molekyler i gasform rör på sig mer och det krävs energi för att bryta de starka vätebindningarna mellan vattenmolekylerna. Jämför: för att koka vatten måste vi därför tillföra energi för att vattnet ska börja koka. Energin tas från omgivningen, vilket gör att omgivningen kyls ner och energin binds i vattenångan. Vid kondensation sker motsatsen: den bundna energin frigörs då vattenånga kondenseras till droppar. Det är därför t.ex. frys och kylskåp är varma på baksidan av skåpen. Den frigjorda värmen samlas där vid frysning/kylning.

De små vattendroppar som bildas vid kondenseringen i vårt lilla experiment kan fästa sig vid flaskväggen (kallare yta), men inget moln bildas?! Varför inte det? Även om vi har små droppar som bildas i luften inne i flaskan, är de för små för att fortsätta växa via kondensering, utan avdunstar bort nästan genast efter att de bildats (ifall de inte fäst sig vid väggen av flaskan); energin som frigörs gör även att temperaturen ökar lokalt och luften inne i flaskan kan bli omättad igen.

Det är som en kamp mellan avdunstning och kondensation. Hur ska vi då få dessa vattendroppar att förbli fästa tillsammans och bilda ett moln (=grupp av små vattendroppar) och växa genom kondensation och inte torka ut p.g.a. avdunstning?

Molnbildning i atmosfären

Förutsättning för molnbildningens tredje faktor är förekomsten av *kondensationskärnor:* små partiklar i atmosfären (diameter på ca 0,1 μm) på vilka vattenångan kan kondenseras. Vi kan tänka oss fenomenet av en kopp hett te: Varm het fuktig luft stiger uppåt och blandas med den omgivande luften, som är kallare, då kyls den fuktiga luften, vilket leder till att vattenångan kondenseras på de osynliga partiklarna som finns i luften, och ett litet synligt ”moln” bildas för en kort stund ovanför koppen.

Vi behöver dessa kondensationskärnor för att kunna öka storleken, radien, på droppen, så att färre vattenmolekyler flyr från droppen. Vi vill motverka avdunstningen av hela droppen och istället få vattenmolekylerna att stanna kvar i vattendroppen, så att den kan fortsätta växa genom att mer vattenånga kondenseras på ytan. En viktig faktor vid bildningen av moln är kondensationskärnornas löslighet i vatten. Ju mer hydrofila de är desto lättare attraherar de vattenmolekyler. Det betyder att saltpartiklar är bra kondensationskärnor.

Utan hjälp av kondensationskärnor, skulle vi faktiskt behöva en relativ fuktighet på ca 400 % i atmosfären för att en ren vattendroppe, dvs. utan hjälp av yttre partiklar, ska växa av sig själv och inte avdunsta, p.g.a. att de är så små. Så höga luftfuktigheter finns inte i verkligheten (maximala relativa fuktigheten ligger kring 104%). Däremot gör kondensationskärnorna att droppen får en tillräckligt stor yta för att kondensationen ska vinna över avdunstningen: ju större radie på kärnorna, desto lägre relativ fuktighet krävs för att molndroppar ska kunna bildas. Då dropparna blir tillräckligt tunga (stora), kommer de att falla ner p.g.a. tyngdkraften, och kollidera och sammanslutas med andra droppar, och växa snabbare i storlek (det s. k. andra stadiet). Då de blir tillräckligt tunga och vindarna inne i molnet inte längre klarar av att bära på de tunga dropparna, kommer dropparna att falla ner från molnet: detta kallar vi för nederbörd.

Så låt mig slutligen återgå till experimentet på vår mini-atmosfär

Sammanfattning 1-3 Om vi tänder tändstickor och sedan släpper de släckta tändstickorna in i flaskan så, att så mycket som möjligt av röken samlas in i flaskan, har vi tagit med oss partiklar in i flaskan (dessa är våra kondensationskärnor). Nu har vi de tre ingredienserna som behövs för molnbildning:

1. fukt som kan kondenseras och

2. minskat tryck (minskad temperatur) och

3. partiklar inne i flaskan (sotflagor, damm osv.) som kondensationskärnor. Vi har alltså vatten i flaskan, som till en del avdunstat och bildat vattenånga inne i flaskan, vi har rök som fungerar som kondensationskärnor och vi har en sänkning av trycket (expansion av volymen och minskad temperatur) då vi efter att ha klämt ihop flaskan och släppt trycket - nu kan vi se ett moln då vi släpper trycket mot flaskan!

Vid frågor, kontakta mig gärna. Moln är ett av de mest fascinerande fenomen som finns tycker jag, de är som atmosfärens spegel och molnen berättar för oss allt som sker uppe i atmosfären. De är fantastiska! Så var glad att du ser moln och väderfenomen varje dag.

Fortsätt studera himlavalvet!

Sonja Murto sonja.murto@misu.su.se

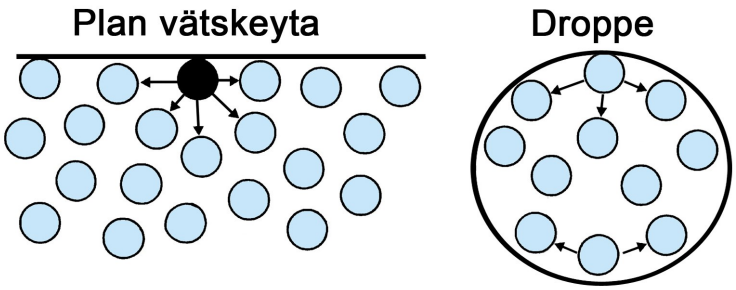
Doktorand, Meteorologiska institutionen, Stockholms Universitet

Varför har molnen ibland en plan undersida?

Ofta kan man se att cumulusmoln har en plan undersida men en fluffig ovansida. Man kan undra varför undersidan blir plan och varför blir inte ovansidan också plan?

När fuktig luft stiger uppåt kyls den av adiabatiskt (utan att avge värme) eftersom trycket sjunker när höjden ökar. På någon höjd kommer temperaturen att hamna under daggpunkten (den temperatur där luften är mättat med vattenånga). Med tillgång till lämpliga föroreningar, om alltid finns i luften, börjar vattenångan kondensera till droppar. Det sker då på samma höjd i ett begränsat område med samma relativa luft-fuktighet i den uppåtstigande luften. Därför blir molnens underkant relativt plan.

Om man sen undrar vad som håller ihop ett moln så är svaret ingenting. De droppar som utgör ett moln upplöses och nybildas hela tiden. Och det är speciellt de små vattendropparna som försvinner snabbast.



I en plan vätskeyta växelverkar en vattenmolekyl vid ytan med andra molekyler i en halvsfär. I en droppe har en molekyl vid ytan betydligt färre omgivande molekyler som kan hålla kvar den. Ju mindre krökningsradie en droppe har, desto färre omgivande molekyler finns vid ytan. Se den schematiska figuren.

Fuktig luft på väg uppåt kommer att börja kondensera på samma höjd. Men framförallt riktigt små droppar upplöses snabbt för att sen kondensera igen på ett slumpmässigt sätt. Därför blir molnens ovansida ojämn och fluffig.

Göran Jönsson gj.teachsupport@gmail.com

Preussiskt blått – ett material för batterier?

Batterier i allmänhet

Batterier har alltid fascinerat människor. Principiellt finns stora likheter mellan olika sorters batterier. I samtliga batterier finns det två poler, två avdelningar, mer eller mindre åtskilda där ett flöde av elektroner sker ifrån minuspolen till pluspolen.

Batterier som förekommer i skolan
Ofta förekommer det s.k. citronbatteriet i skolsammanhang, bestående av en bit citron och en zink respektive kopparplåt som elektroder. Det fungerar utmärkt för att få en lysdiod att lysa, förutsatt att minst tre celler seriekopplas. Ett tips kan vara att byta ut citronen mot s.k. sushi-ingefära. Mer material om detta kan hittas genom att "googla" med söksträngen "ingefärsbatteriet KRC"

Figur 1. Tre seriekopplade ingefärsbatterier, som förmår att driva en lysdiod.

Syntes av berlinerblått

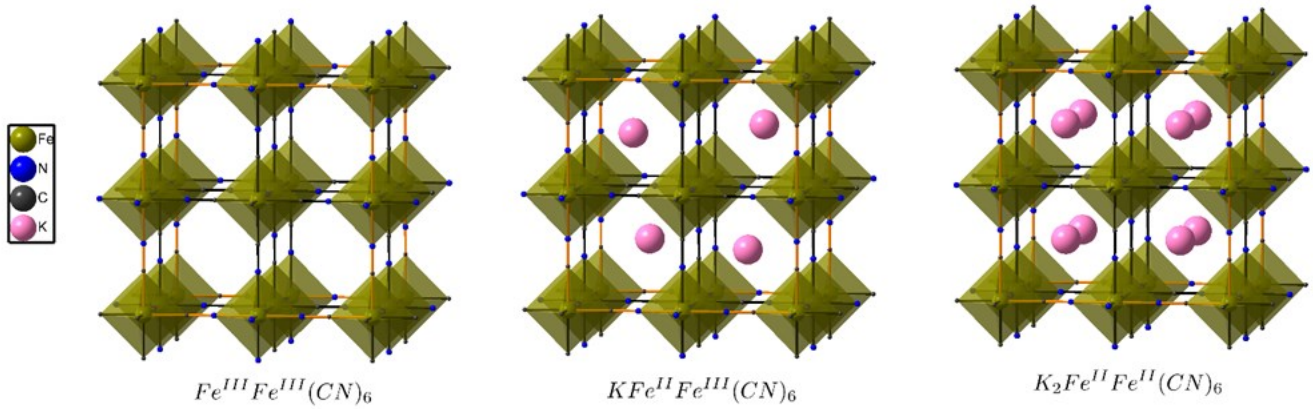
Ett utmärkt material för att konstruera laddningsbara batterier är "preussiskt blått" eller "berlinerblått" som det också kallas på svenska. Ämnet har varit känt i mer än 200 år.

Det framställs genom att göra en fällning av $Fe^{2+}(aq)$ och $Fe(CN)_3^{3-}(aq)$ enligt nedan. Ett beprövat recept är att sakta blanda vattenlösningar av $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$ och $K_3Fe(CN)_6$, då bildas snabbt en mörkblå svårlöslig förening, s.k. berlinerblått. Fällningen som bildas kan vara svår att filtrera.

$$K^{+}(aq)+Fe^{2+}(aq)+Fe(CN)_6^{3-}(aq)\rightarrow KFe^{II}Fe^{III}(CN)_6(s)$$

Alternativt kan en formel skrivas som inte innehåller några alkalijoner, dock måste det bli vakanser på några av järnplatserna för att få laddningsneutralitet.

$$4\,Fe^{3+}(aq)+3\,Fe(CN)_6^{4-}(aq)\rightarrow Fe_4^{III}[Fe^{II}(CN)_6]_3(s)$$



Figur 2. Tre olika tillstånd för en hypotetisk modell av berlinerblått, utan vakanser. Det mest oxiderade tillståndet till vänster med tomma tunnlar kan anses vara det "laddade" tillståndet och det mest reducerade tillståndet till höger, där tunnlarna är fyllda av kaliumjoner kan anses vara det "urladdade" tillståndet. Troligen är det den mittersta som bildas vid syntesen.

Precis i detalj hur strukturen av berlinerblått ser ut är inte känt, men klart är att den innehåller ett visst mått av vakanser. Det går också att framställa analoger av berlinerblått exempelvis där Cu^{2+} eller Mn^{2+} ersätter den ena järnjonen.

Konstruktion av berlinerblåbatteriet i praktiken

Strukturmodellen vi använder här nedan förutsätter att järn-atomerna kan växla oxidationstillstånd mellan +II och +III, därmed kan två formella urladdningsförlopp ske enligt nedan.

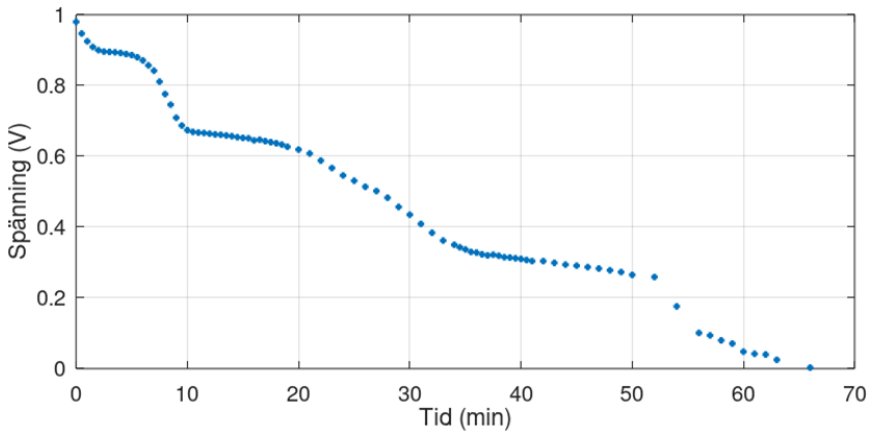
$$K^{+}(aq)+Fe^{III}Fe^{III}(CN)_6(s)+e^{-}\rightarrow KFe^{II}Fe^{III}(CN)_6(s)$$ första reduktions-steget.

$$K^{+}(aq)+KFe^{II}Fe^{III}(CN)_6(s)+e^{-}\rightarrow K_2Fe^{II}Fe^{II}(CN)_6(s)$$ andra reduktions-steget.

Kaliumjoner flyttar in i tunnlarna under det att vissa järnatomer reduceras och kaliumjoner flyttar ut ur tunnlarna då järnatomerna oxideras.

Experiment

- Börja med föreningen $KFe^{II}Fe^{III}(CN)_6$ eller hur den nu ser ut precis, i alla fall med hälften av järnatomerna som Fe(II) och hälften som Fe(III).
- Blanda en sked berlinerblått med en sked grafit för att få elektrisk konduktivitet. Blanda noga, gärna i en mortel.
- Sy små påsar av finmaskigt tyg, eventuellt i laminat med filtrerpapper och fyll med pulverblandningen.
- Splitsa en flertrådig koppartråd och stoppa ner i påsen. Sy ihop så att kopparelektroden sitter fast.
- Upprepa ovanstående, du behöver två påsar för varje cell.
- Preparera en elektrolyt av en K_2SO_4-lösning och arrangera i en bägare. Låt helst inte elektroderna röra vid varandra.
- Ladda batteriet. Vid pluspolen kommer fasen med oxiderade Fe att bildas och vid minuspolen kommer fasen med reducerade Fe att bildas. Använd inte för hög spänning, ty då blir det en massa bi-reaktioner vid elektroderna.
- Efter att ha laddat över natten har kanske en tillräckligt stor skillnad etablerats på plus och minuspol. Därefter kan batteriet användas.
- Cellspänningen blir inte så stor, 0.5-1.0 V så flera celler behöver seriekopplas för att få en lysdiod att lysa.



Figur 3. Urladdningskurva för en uppladdad berlinerblåcell, belastad av ett stort motstånd och en voltmeter. Uppenbarligen finns flera intermediära tillstånd eftersom det tycks bli flera "platåer".

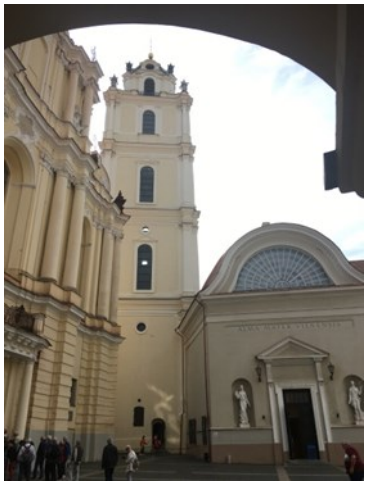
Lars Eriksson, lars.eriksson@mmk.su.se

Institutionen för material och miljökemi, Stockholms universitet

Foucaults pendel

I gymnasiets fysikkurs 2 finns ett avsnitt om pendlar. Vanligtvis behandlas matematisk pendel, fysisk pendel, torsionspendel och konisk pendel. Det finns många enkla laborationer om pendlar. Foucaults pendel är ett exempel på matematisk pendel med en liten utslagsvinkel på några få grader.

Léon Foucault påvisade 1851 i Parisobservatoriet jordens rotation kring sin axel med ett mycket enkelt experiment. Pendeln svänger hela tiden i samma plan i universum medan golvet under pendeln roterar tillsammans med jordklotet.



Periodtiden för en matematisk pendel, $T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$ (där l är pendellängden och g är Tyngdaccelerationen), kan härledas mha fysik och matematik.

I Vilnius universitetsområde finns S:t Johns katedral. Där intill finns en Foucault pendel i ett 35 m högt klocktorn. Se bilden till höger.

Genom den långa pendellängden blir periodtiden stor och jordens rotation blir extra påtaglig.

Jag gick till klocktornet och studerade pendeln vid två tillfällen samma dag. Tiden mellan besöken var ungefär sex timmar och skedde i september 2019.

Vänstra bilden är tagen kl. 10.13.

Högra bilden är tagen kl.15.51.

Jag stod ungefär på samma plats när bilderna togs och kulan var i sitt vändläge.

Det syns tydligt att golvet och därmed jorden har vridit sig och pendeln svänger i samma plan. Golvet vrider sig moturs.

Genom att titta på kompassrosen ser man att golvet vridit sig ca 70 grader under tidsintervallet 15.51 - 10.13 = 5 h 38 min. På ett dygn vrider sig jordklotets yta 360 grader på nordpolen men vid ekvatorn blir däremot motsvarande vridning 0 grader!

Detta senare faktum inses efter lite eftertanke. I själva verket blir lodräta komponentens vridning beroende av ortens latitud φ. För Vilnius gäller latituden $\varphi = 56{,}7$ grader.

Lodrätta komponentens vridning per timme är för valfri latitud:

$\alpha = 360/24 \cdot \sin \varphi$. För Vilnius blir jordytans vridning per timme 12,5 grader. Tidsintervallet 5 h 38 min eller 5,63 h ger golvets totala vridning till $5{,}63 \cdot 12{,}5 = 70$ grader. Denna vinkel stämmer väl med den okulärt uppmätta vinkeln med hjälp av golvets gradskiva där varje sektor motsvarar 30 grader.

Jag mätte tiden för ett antal svängningar och fann medelvärdet $T = 11{,}4$ s. Hur lång är pendelns längd?

Vid besöken i klocktornet tog jag två videos på pendeln. De är på 15 respektive 18 s. Vill du ha en kopia på filmsnuttarna, så kontakta mig via nedanstående mailadress.

Ingvar Pehrson ingvar_pehrson@tele2.se

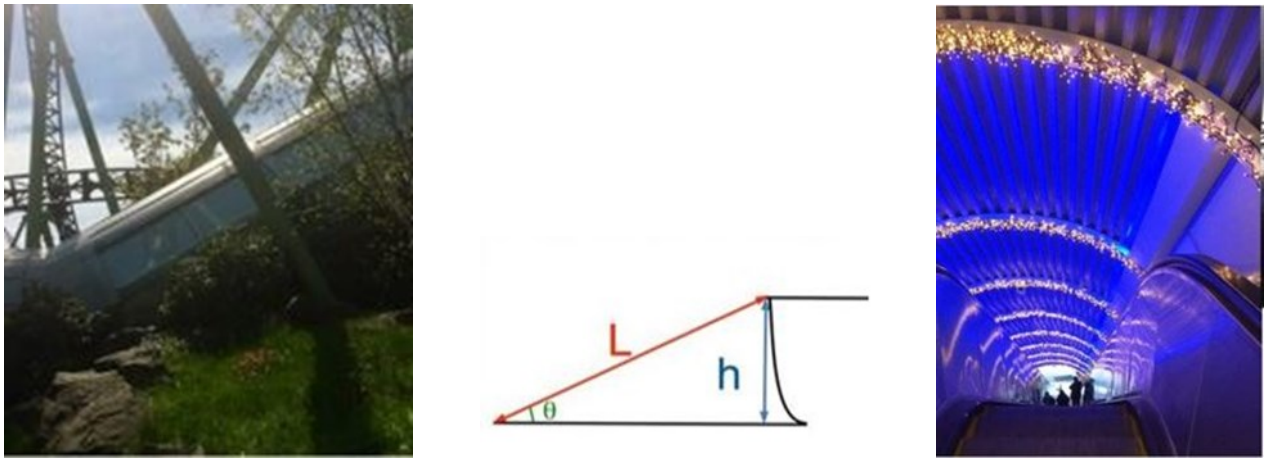
Med telefonen i en rulltrappa

1. Telefonen som mätinstrument: Lufttryck, kraft och rotation

Telefonens sensorer ger många nya möjligheter att illustrera och studera rörelse. Mätdata är lättillgängliga via appar, som Physics Toolbox Sensor Suite (vieyrasoftware.net) och PhyPhoX (Physics Phone Experiments, phyphox.org). Många telefoner har en trycksensor som kan användas i en hiss eller rulltrappa för att mäta höjdförändringen, som i sin tur kan användas för att få en graf över hur hastigheten i vertikalled varierar med tiden.

Kroppens upplevelser av krafter i olika situationer kan fångas av telefonens accelerometer. Även om acceleration som andraderivata av läget kan uppfattas som ett ganska abstrakt begrepp så är krafterna på kroppen påtagliga. Acceleration kan också introduceras genom Newtons andra lag, i formen $\mathbf{a} = \mathbf{F}/m$.

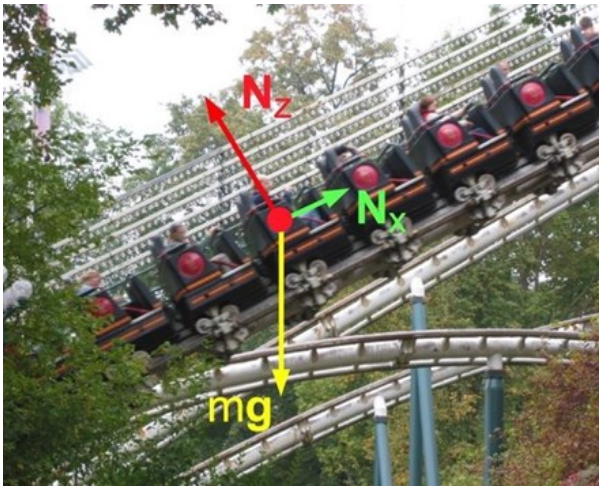
Eftersom tyngdkraften, $\boldsymbol{F_g} = m\mathbf{g}$, alltid verkar så kan den totala kraften på ett föremål skrivas som $\boldsymbol{F} = m\boldsymbol{g} + \boldsymbol{X}$, där $\boldsymbol{X}$ är summan av övriga krafter som bidrar till accelerationen. I fritt fall, där bara gravitationen verkar är $\boldsymbol{X} = 0$ och $\boldsymbol{a} = \boldsymbol{g}$. I vila eller rörelse med konstant hastighet, dvs $\boldsymbol{a} = 0$, blir i stället $\boldsymbol{X} = -m\boldsymbol{g}$. (Om man vill arbeta med tröghetskrafter så kan man se $-\boldsymbol{X}$ som den ”upplevda tyngdkraften”).



Figur 1. Rulltrappa på Liseberg, sedd utifrån och inifrån, tillsammans med en detalj av ett steg i rulltrappan. Mätningar på plats visar att $h \approx 20$ cm och $L \approx 40$ cm.

Traditionellt definieras koordinataxlarna för biomekaniska effekter på människokroppen så att *x*-axeln pekar framåt och *z*-axeln upp längs ryggraden. För att få ett högersystem måste *y*-axeln sedan peka åt vänster. Tag fram telefonen, ladda ned någon av apparna och undersök telefonens axlar!

Många telefoner har också tillgång till gyroskop, som mäter vinkelhastigheter runt *x*-, *y*- och *z*-axlarna. Dessa rotationer kallas rulla, tippa och gira (roll, pitch, yaw) och kan ses som att en gymnast hjular, gör en kullerbytta eller en piruett.



Figur 2. Krafter på en person som åker i Lisebergbanans ‘uppdrag’. Krafterna är uttryckta i ett koordinatsystem som följer med den som åker, där *x*-axeln pekar framåt, *z*-axeln pekar upp från sätet och *y*-axeln måste då peka till vänster för att få ett högersystem.Trots namnet mäter en accelerometer inte acceleration utan i stället vektorn $\boldsymbol{a} - \boldsymbol{g} = \boldsymbol{X}/m$, som är oberoende av massan. (Beroende på inställning kan den också visa $\boldsymbol{X}/g$). Detta gäller både accelerometern i telefonen och mer traditionell utrustning (som t.ex. från Pasco eller Vernier). Vektorn $\boldsymbol{X}/m$ ger en formell definition till det som ofta kallas ”G-kraft”.

2. Lutande plan och rulltrappor

Kraft och rörelse i lutande plan är en obligatorisk del av varje introduktionskurs i fysik, och undervisningen innehåller vanligtvis kraftpilar i läroboken, och möjligen också block, dynamometrar och demonstrationer för att illustrera att normalkraften måste vara $F_n = mg \cdot \cos\theta$ (figur 1, N_z) och den tangentiella kraften $F_x = mg \cdot \sin\theta$ (figur 1, N_x) för att kompensera för den nedåtgående tyngdkraften, $F_g = mg$, så att kroppen är i vila eller rör sig med konstant hastighet. En berg- och dalbanas "uppdrag" är ett exempel på lutande plan, där krafterna verkar på din egen kropp, som i figur 1.

Krafterna på ett lutande plan kan också illustreras med telefonens accelerometer.

Handledaren på en rulltrappa lutar lika mycket som uppdraget i Lisebergbanan, dvs 30°. Rulltrappor knyter ihop olika nivåer i butiker, stationer och nöjesparker. När en rulltrappa rör sig uppåt (eller nedåt) är rörelsen ett exempel på Newtons första lag, där kraften från rulltrappan på en person som åker i den måste kompensera för tyngdkraften. Detta gäller även för en telefon placerad på "handledaren". Men medan kraften på en person pekar rakt upp från steget, är telefonens axlar orienterade med lutningen. (Hur kan de olika graferna i figur 2 avslöja om rörelsen är uppåt eller nedåt?)

Krafterna som visas i figur 2 överensstämmer väl med en vinkel $\theta \approx 30°$ som också erhålls från mätningen av rulltrappans längd och höjd. För denna vinkel förväntas normalkraften på telefonen (i z-riktningen i graferna) vara $mg \cdot \cos\theta$ som har värdet mg medan kraften i rörelseriktningen (definierad som x axeln i graferna) ges av $\pm\, mg \cdot \sin\theta = \pm\, mg/2$.

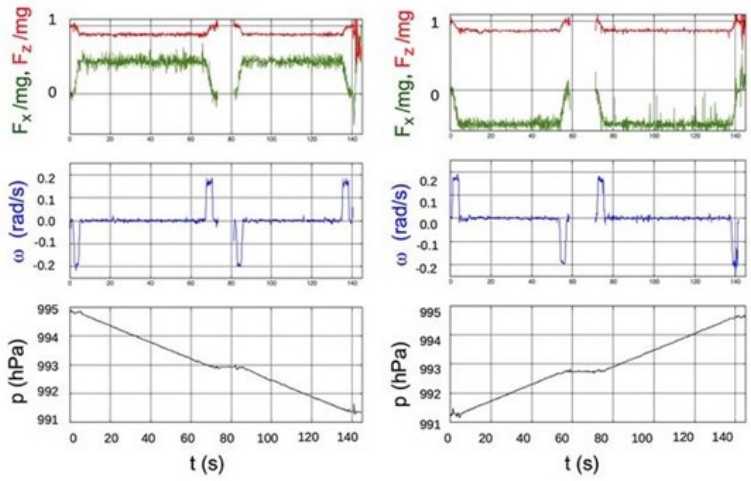
Ett tredje sätt att uppskatta vinkeln θ är att använda relationen $\theta(t) - \theta(t_0) = \int_{t_0}^{t} \omega(t)dt$ och utföra en numerisk integration av data för vinkelhastigheten, $\omega(t)$. En approximation erhålls genom att räkna rektanglar i diagrammet i figur 3, som en påminnelse för eleverna att integration kan tillämpas på andra relationer och variabler än dem som vanligtvis används under matematiklektioner.

3. Att kontrollera sina resultat

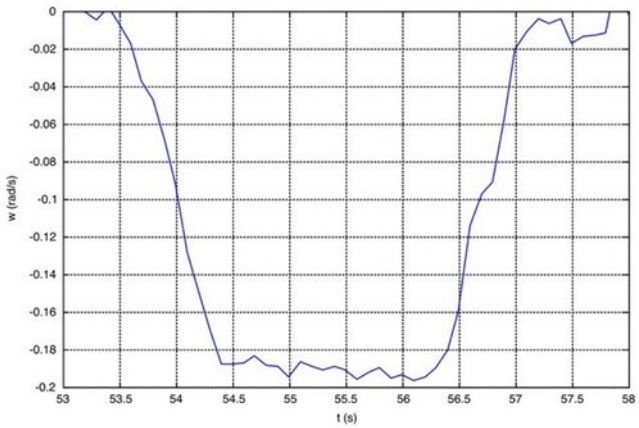
Data från en rulltrappa ger ytterligare sätt att kontrollera resultaten: Tryckskillnaden över den längsta rulltrappan som visas i figur 3 är $\Delta p \approx 2$ hPa. För en densitet på $\rho \approx 1{,}3$ kg/m^3 för luften svarar detta mot $\Delta h \approx 16$ m. En manuell räkning i en rulltrappa som inte rörde sig kom fram till att det var 87 steg med 20 cm höjd, men lite mindre för några steg i vardera änden. Cirka 80 steg à 20 cm/steg ger också $\Delta h \approx 16$ m.

Diagrammet visar att uppförsbacken i den längsta rulltrappan tar cirka 64 sekunder vilket motsvarar en vertikal hastighetskomponent på 0,25 m/s. Måtten som visas i figur 1 ger en lutning på 30° (observera att $\cos 30° = \sqrt{3}/2$ och $\sin 30° = 0{,}5$). För långa rulltrappor är 30° den internationella standardlutningen och 0,5 m/s är en vanlig hastighet som visat sig ge optimal kapacitet för ett kontinuerligt flöde av människor. Detta motsvarar en vertikal hastighetskomponent på 0,25 m/s, vilket stämmer väl med de uppmätta värden för ändringen i höjdled.

Utanför skolans värld kan man inte alltid kontrollera svaret genom att bläddra i facit, utan försöker i stället få överensstämmelse mellan flera olika sätt att få fram resultatet. Telefonen som mätinstrument ger nya möjligheter!



Figur 3. Accelerometer, gyroskop och tryckdata, när man åker upp i rulltrappan i figur 1 och sedan ner igen. Rulltrappan är uppdelad i två delar med en korsande stig mellan dem. Brusiga data från promenaden över vägen mellan rulltrappans två delar är uteslutna ur diagrammet. Den nedre rulltrappan har cirka 87 steg.



Figur 4. Detalj av vinkelhastighetsdata från en av graferna i figur 2. Integrering över vinkelhastigheten ger förändringen i vinkel från horisontell till rulltrappans lutning. Varje rektangel motsvarar en vinkelförändring på 0,01 radian ≈ 0,57°. Vinkeln 30° svarar mot ungefär 0,52 rad.

Ann-Marie Pendrill, Ann-Marie.Pendrill@fysik.lu.se, var under tiden 2009-2019 föreståndare för Nationellt resurscentrum för fysik, Lunds universitet, där hon nu är seniorprofessor.

Denna artikel bygger delvis på *Smartphones and Newton's first law in escalators and roller coasters* i Physics Education **55** (3) 035016 (2020) https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1361- 6552/ab7682. Bilden i Figur 1 är tagen från den artikeln.

Missa inte att lyssna på Ann-Marie Pendrill i https://youtu.be/M5A6GkWAlkg Filmen handlar om Newtons första lag i rulltrappor och i berg- och dalbanor.

Tornado-titrering

Inledning

En förutsättning för en kemisk reaktion är i allmänhet att partiklar (atomer och molekyler) kolliderar med varandra. Ibland är diffusion tillräcklig för att partiklar ska kollidera, men för det mesta används omrörning som hjälp. Man glömmer dock ofta att för att komponenterna i lösningen skall blandas ordentligt så måste omrörningen vara turbulent. Ifall den inte är turbulent, skiljs delar av blandningen åt. Detta fenomen kan demonstreras med en tornadotitrering. Då en stor mängd vätska omrörs jämnt, bildas en virvel som förhindrar komponenter som tillsätts i virveln från att blandas i resten av lösningen.

Material

Stor bägare, byrett och byrettställ, magnetomrörare, 5 cm stav

20 ml 2 M HCl, 30 ml 2 M NaOH, 4 ml fenolftalein

Riskbedömning

Både **saltsyra** och **natriumhydroxid** är frätande och skadliga. Stänk ska sköljas omedelbart med riktligt med vatten. Stänk i ögonen ska sköljas i minst 20 minuter, varefter läkare ska uppsökas. Använd skyddsrock, skyddshandskar och skyddsglasögon under hela arbetet och medan du diskar!*En fullständig riskbedömning ges av undervisande lärare.*

Utförande

1. Till den stora bägaren tillsätts ca 1,5 liter vatten (kranvatten duger), 20 ml 2 M HCl-lösning samt 4 ml fenolftalein-indikator.
2. Sätt på magnetomröraren så att lösningen rörs om ordentligt. Det tar ca 1 min för att en jämn virvel ska uppstå. Ytan för virvelns centrum är ca 1 cm under vätskenivån.
3. Till centrumet av virveln tillsätts med byretten droppvis 2 M NaOH lösning, varvid en karminröd tornado bildas. Dess livslängd är påfallande lång, 10-30 s. Färgen sprids till lösningen först efter att ekvivalenspunkten

Svara på frågorna

1. Vad är titrering?
2. Vad händer med ett ämne då det hamnar i virveln?
3. Vad betyder neutralisering?
4. Vad grundar indikatorers funktion sig på?

Underlag för riskbedömning

Saltsyra 2M < 2,7mol/dm^3 ej märkespliktig

Natriumhydroxid 2m Fara, Frätande, H314 Orsakar allvarliga frätskador på hud och ögon. P260.P264, P280, P304+P340, P310, P321, P363, P405. P501 Fenolftalein <1% ej märkespliktig
Fenolftalein är ett utfasningsämne. Fenolftalein över 1% är ett CMR-ämne och står på kandidatlistan. Samla in allt avfall.

Källa: LUMA-centret vid Helsingfors universitet. Hittad i KRC.s arkiv. Bearbetad version.

Nils-Erik Nylund nils-erik@krc.su.se

Titta på enskilda atomer – faktiskt en möjlighet

En vanlig fråga: Kan man se atomer?

Den klassiska frågan om man kan se atomer har på senare tid blivit allt enklare att besvara jakande!

I och för sig har röntgenkristallografin varit ett verktyg för detta under drygt 100 år men bilderna av atomer återskapas med tämligen omständliga beräkningar. Med elektronmikroskop kan materien studeras direkt på atomär nivå och på senare tid har kvaliteten på bilderna blivit rätt bra. Vid Stockholms universitet har det senaste nytillskottet i instrumentparken, ett ThermoFisher Themis Z möjliggjort undersökningar på atomär nivå. Idealt är upplösningen något bättre än 0,6 Å. Jämförelsevis anses atomer i medeltal vara ca 2-3 Å stora, varför det i princip är möjligt att få syn på mellanrummet mellan atomerna!

En översikt om olika elektronmikroskop finns på: https://sv.wikipedia.org/wiki/Elektronmikroskop

Vanliga ljusmikroskop och transmissionselektronmikroskop har principiellt en liknande uppbyggnad men med några skillnader.

- Ljuset i vanliga mikroskop ersätts med elektronstrålning. Elektroner kan också beskrivas som vågor vilket ger möjlighet att med fokusera elektronstrålen med linser.

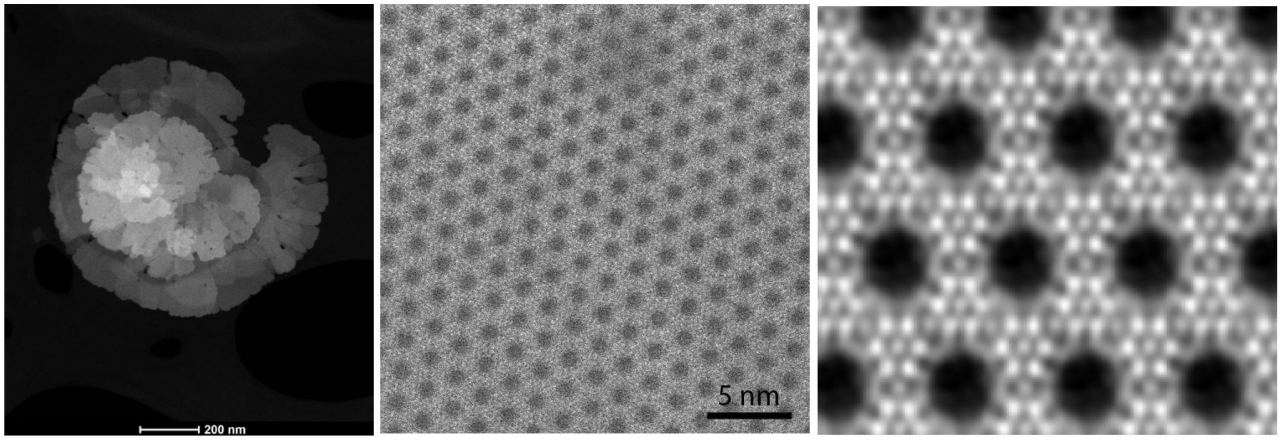
- Vanliga optiska mikroskop har linser av glas och elektronmikroskop har elektromagnetiska linser. Vanliga glaslinser ger skarpa bilder, upplösningen är i närheten av ljusets våglängd men detta har tyvärr inte (ännu) varit fallet för elektronmikroskopens linser.

- Elektronstrålningen kan fås med väldigt kort våglängd, bara någon hundradels Å, så i princip tycker man att så små objekt skulle kunna urskiljas, men dessvärre är detta inte möjligt (än), p.g.a. de elektromagnetiska linsernas brister.

Nya teorier om hur linserna ska konstrueras har dock förskjutit gränsen till ca en halv Å stora detaljer. Linserna sägs vara korrigerade för abberationer, d.v.s. optiska störningar. De nyaste linserna ger mycket bättre bilder än vad som var möjligt för bara 15 år sedan.

Högupplösta bilder (HRTEM) med Themis Z

Skarpa bilder med hög upplösning betyder att kemiska ämnen kan studeras i detalj, på atomär nivå. Även små defekter och andra saker som ibland är viktiga för egenskaperna kan upptäckas.



Figur 1. *Zeolit LTL, uppbyggd av ett silikatliknande nätverk, i tre olika storleksskalor. Till vänster ett helt korn av LTL, delförstoring i mitten samt ännu mer detaljer till höger. I kanalerna kan kaliumjoner adsorberas. Bilderna är tagna av Tom Willhammar, MMK, SU*

Det nya Themis Z är ett s.k. STEM, d.v.s. Skannande TransmissionsElektronMikroskop, inte att förväxla med andra s.k. SvepElektronMikroskop, SEM som vanligen används för att studera hur ytan av olika material ser ut. De har tyvärr ännu inte atomär upplösning.

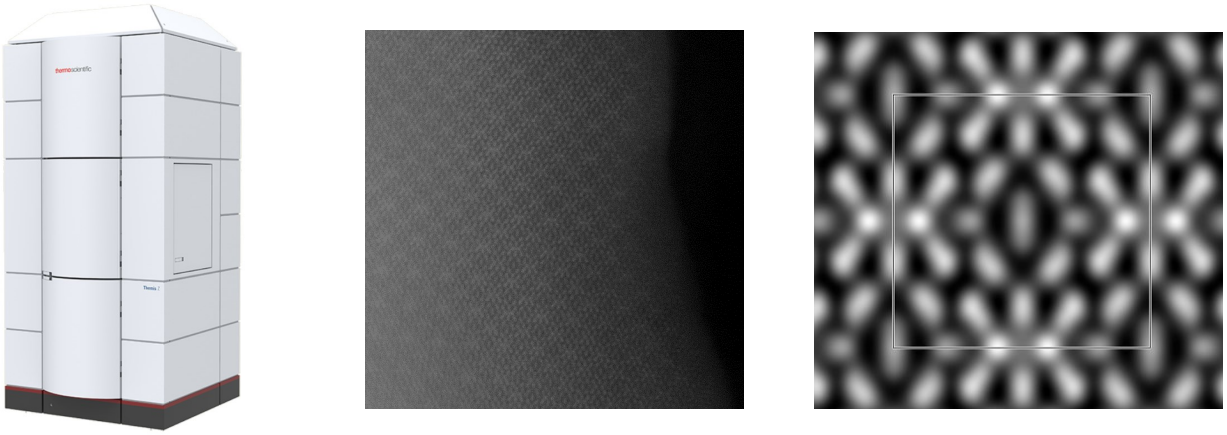
Med STEM skannas elektronstrålen över provet vilket ger möjligheter till flera olika analyser jämfört med ett konventionellt TEM.

Elementanalys kan göras på atomär nivå, genom att analysera våglängden på röntgenstrålningen som avges när elektronstrålen passerar varje atom. På så sätt får man reda på både vilka sorters atomer de är och var de sitter i strukturen.

Det går att bestämma atomernas oxidationstillstånd genom en spektroskopisk metod som kallas EELS (Electron Energy Loss Spectroscopy).

Givetvis kan allt detta avbildas på atomär nivå.

Proven som studeras måste både hålla för att exponeras för en elektronstråle samt tåla vakuum och vara tillräckligt välordnade i den tredje riktningen. Alternativt måste man ha väldigt tunna kristaller men då håller de kanske inte ihop.



Figur 2. *Ovan, till vänster syns Themis Z, inuti boxen sitter själva mikroskopet och allt detta finns inuti ett extra rum av aluminiumplåt. Bilden i mitten visar en STEM-bild av AuSiGd en s.k. kvasikristallapproximant och bilden till höger en medelvärdad och förstorad bild av strukturen. Uppenbarligen ligger inte alla atomer på raka linjer i djupled eftersom en del "blobbor" är lite utsträckta.* De båda strukturbilderna är tagna av Tom Willhammar, MMK, SU

Vill du ha ett Themis Z själv att leka med? Det är nog inga problem. Maila FEI i Holland. Skaffa en bit berggrund att ställa det på, så att det står ordentligt stilla. Bygg ett elektriskt ledande hus (Faradybur) runtomkring mikroskopet för att avskärma elektromagnetiska störningar och se till att du har ca 50 miljoner kr för att betala.

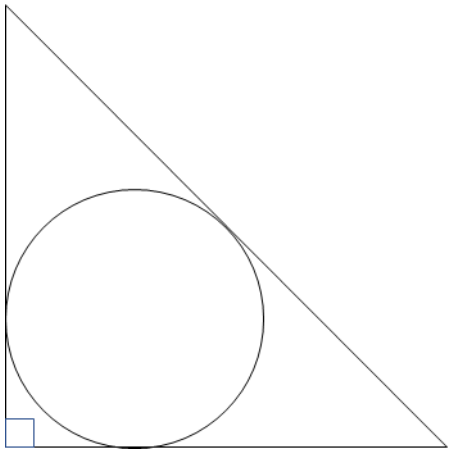
Lars Eriksson, lars.eriksson@mmk.su.se

Institutionen för material och miljökemi, Stockholms universitet

Lösningar till matematikproblemen i LMNT-nytt 2020:1

Förra numrets spalt bestod av tre olika utmaningar; ett klassiskt geometriskt problem, ett felaktigt bevis och en illustrationsutmaning.

Det geometriska problemet – att finna radien på en cirkel inskriven i en rätvinklig likbent triangel uttryckt i den halva kvadratens sidlängd a – löstes på flera olika sätt vilket gladde mig. Inför gärna egna punkter, linjer och beteckningar när du tittar på de olika lösningarna.



Kjell Karlsson ritade in sträckan från ett av de spetsiga hörnen till cirkelns mitt samt radier från mittpunkten till de tre tangeringspunkterna. Därmed bildas två kongruenta rätvinkliga trianglar. Den långa kateten för en av dem är halva hypotenusan på den stora triangeln (dvs) $\frac{a}{\sqrt{2}}$

men detta ser vi också motsvarar den stora triangelns katet minus cirkelns radie. Därmed fås uttrycket $r = \frac{a}{(2+\sqrt{2})}$

Gunnar Törnblom drog linjer från triangelns tre hörn till cirkelns mittpunkt och konstruerade på så sätt tre uppsättningar med par av kongruenta rätvinkliga trianglar, som alla hade cirkelns radie som sin ena katet. Genom att uttrycka triangelns area och omkrets i termer av de nybildade delarna gavs ett elegant samband mellan cirkelns radie och triangelns sida.

Även Lars Thunberg drog linjer från de två spetsiga hörnen till cirkelns mitt, varpå ett arearesonemang gav upphov till en andragradsekvation med r som variabel.

Som övning för en fingerfärdig elev lämnas att visa ekvivalensen mellan Gunnars uttryck för arean och Lars och Kjells:

$$\frac{\pi a^2}{6+4\sqrt{2}} = \pi a^2\left(\frac{3}{2} - \sqrt{2}\right)$$

Min egen lösningsidé var att skriva in en kvadrat med ena hörnet i triangelns räta vinkel och andra hörnet i cirkelns mittpunkt. Dess sidlängd motsvarar då cirkelns radie. Av det kan man se sambandet

$$\frac{a}{\sqrt{2}} = r(1+\sqrt{2})$$

(vänsterledet ges av höjden mot triangelns hypotenusa, högerledet av cirkelns radie samt den lilla kvadratens diagonal). Ur detta löser man ut radie och area.

Problem: Bevisföring Induktionsbevis är en metod för bevisföring som i korthet bygger på att visa att *om* ett påstående P är sant för något heltal n så kommer det *även* vara sant för $n + 1$, samt att P är sant för $n = 1$. Metoden bygger ofta på algebraisk fingerfärdighet och kan vara en intressant övning för gymnasieelever (eller ibland även högstadiet). Från min egen gymnasietid kommer dock även ”beviset” för att alla hästar har samma färg – detta problem handlar om att hitta felet i bevisgången.

P_n: i en grupp med n hästar kommer alla ha samma färg. Notera att t.ex. ”vit med svarta prickar” i detta sammanhang räknas som en färg.

P_1: vi inser trivialt att en häst har samma färg som sig själv.

$P_n \Rightarrow P_{n+1}$: Betrakta en grupp med n hästar, som enligt bevisets påstående har samma färg. Om en ny häst introduceras till gruppen kan vi samtidigt avskilja en. Den nya hästen ingår därmed i en grupp av n hästar, och har samma färg som de hästar som redan ingår i gruppen. Men den avskilda hästen behåller ju sin färg, vilket ger oss en grupp av $n + 1$ hästar som måste ha samma färg. Alltså kan vi se att *om* alla hästar i en grupp med n hästar har samma färg, så måste även alla i en grupp med $n + 1$ hästar ha samma färg. Uttalandet är sant för $n = 1$ och därmed för alla n. Alltså har alla hästar samma färg, vilket skulle bevisas.

Svar: Det felaktiga induktionsbeviset genomskådades enkelt: Steget i beviset där en häst lämnar gruppen och en annan inträder kräver att det finns $n - 1$ hästar som ingår i gruppen såväl före som efter bytet, och därmed ser till att samma färg upprätthålls. Detta går inte om $n = 2$, så där brister kedjan som förbinder P_1 (trivialt sant: en häst har samma färg som sig själv) och övriga påståenden. Tack Lars för en trevlig diskussion kring huruvida induktionspåståendet verkligen är meningsfullt för $n = 1$, och tekniska detaljer i hur man undviker att ett induktionsbevis blir ett cirkelresonemang!

Slutligen Storleksordningar. Hur skulle du på bästa sätt illustrera storleken av en biljon (10^{12})?

Talet har illustrerats som ett väldigt fält med meterstora kuber, från Göteborg österut till Ryssland och söderut till Alperna; det har visats motsvara antalet liter vatten i Orsasjön och även beskrivits som antalet travade kopieringspapper, nästan en tredjedel upp till månen. Men mest poetiskt tycker jag ändå det var att beskriva talet som antalet soluppgångar en plats på jorden upplevt sedan solsystemet skapades. Tidsperspektivet svindlar onekligen!

Nya matematikproblem 2020:2

Probem 1 Numreringen av en sexsidig tärning följer vissa regler. De flesta vet säkert att summan av motstående sidor ska bli 7, kanske är det inte lika välkänt att västerländska tärningar ofta är ”högerhänta”; sidorna 1, 2 och 3 går moturs runt det hörn de delar. Kinesiska tärningar är däremot ofta ”vänsterhänta”, och 1, 2 och 3 går då medurs runt sitt gemensamma hörn.

Detta nummers första fråga blir därför: antag att präglingsmaskinen har tappat delar av programvaran, så alla konfigurationer är lika sannolika. Du ser en tärning på ett bord och kan läsa av de tre sidorna som är mer eller mindre vända mot dig. Med vilken säkerhet kan du avgöra om den är korrekt präglad eller inte? Det vill säga, om du inte ser några felaktigheter, vad är sannolikheten att de tre dolda sidorna också är rätt?

Som delfråga kan det vara värt att fundera på: hur många unika möjligheter finns det att numrera en tärning på? Som unikt räknas att den ena tärningen inte kan vridas (i tre dimensioner) till att bli identisk med den andra.

Problem 2. Nästa spel är schack, och vi tittar specifikt på hästens rörelser.

Från ett hörn kan hästen flytta längs en kant till nästa hörn på fem drag. Från ett hörn diagonalt till motstående går det på sex drag. Hur kan du lättast visa att detta är de kortaste möjliga förflyttningarna?

Finns det några rutor som är längre än sex drag från varandra (den kortaste möjliga vägen)?

Skriv en algoritm som tar hästen mellan två angivna rutor (för extra poäng: som tar minst möjliga antal drag på sig). Entydiga instruktioner kan användas, det måste inte vara riktig programkod.

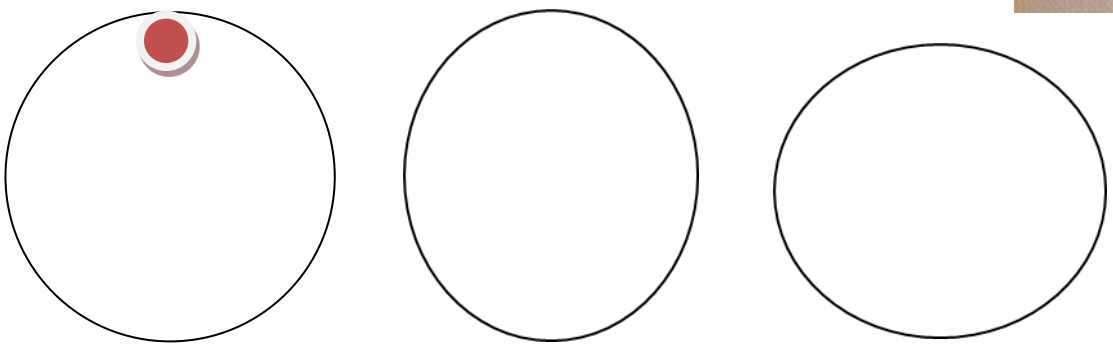
Wilhelm Tunemyr

Skicka dina lösningar senast den 1 februari 2021 till **wilhelm.tunemyr@gmail.com**

Vilken frekvens har min skeppsklocka i mässing?

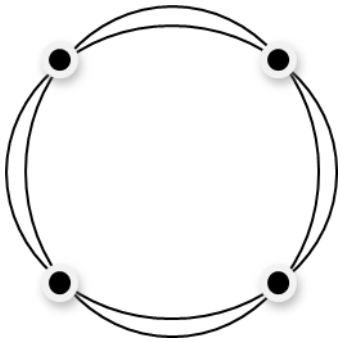
Slå till med kläppen mot klockan.

Vid träffen kommer den cirkelformade klockan att bli svagt elliptisk.



Sett från undersidan

Därefter kommer den elliptiska formen att vilja återta sin tidigare cirkelform. Men under denna process bildas en ny ellips som är vinkelrät mot den tidigare. Så upprepas förfarandet. Detta medför att vi under dessa svängningar får 4 punkter där klockan inte svänger.



Med diametern på 15 cm får vi en omkrets på ca 47 cm.

Avståndet mellan två av dessa närliggande minpunkter blir då runt 12 cm. Avståndet mellan två på varandra minpunkter är ju $\lambda/2$.
Detta ger ett lambdavärde på 24 cm.

Formeln för en fortskridande våg ger då $f = v/\lambda$ vilket ger värdet 1433 Hz.

Ladda ner Spectroid på telefonen. Den ger ett värde på 1465 Hz.

Undrar du över något kontakta Stig 070/4445494 eller maila.

Stig Sandström stigkrios@gmail.com

Svar till fysikproblemen i LMNT-nytt 2020:1

Problem "1 Vakuum och isolering *Vi har under flera decennier förhoppningsvis blivit allt mer energimedvetna. Ett sätt att vara försiktig med energianvändning är att isolera byggnader så väl som möjligt. Frågan är hur stor kunskap som finns på området: Det finns företag som marknadsför så kallade Vacuum Insolation Panels, dvs skivor av exempelvis glasfiber inneslutna i vakuumtät film av organiskt material och/eller metallfilm. Diskutera om sådana skivor kan vara funktionella, dels på kort sikt dels med perspektiv av byggnadens livstid. Vilka svårigheter finns? Vad menas med ”vakuum” i detta sammanhang? Hur uppnås och bibehålls ett sådant vakuum? Finns alternativa metoder som redan nu används rutinmässigt i bostäder som goda ”insolation panels”?*

Svar: Här finns två kritiska synpunkter, dels hur gott vacuum man måste ner till, dels hur gott ett sådant vacuum håller jämfört med den tid isoleringen ska sköta sin uppgift, dvs flera tiotals år. Det är väl känt sedan 1800-talet, att gasers värmeledningsförmåga är i stort sett oberoende av trycket ner till mycket låga tryck, åtminstone ner till en tusendel av normalt lufttryck. Det beror på att gasmolekylernas medelfriväglängd ökar ungefär i samma mån som molekyltätheten minskar vid evakuering.

Det är också väl känt, att allt i evakuerade kärl ”gasar” inklusive kärlet självt. För att komma tillrätta med det brukar man ”baka” kärlet före evakuering – detta tillämpas ständigt på strålrör mm i acceleratorer och det är skälet till att Max-lab i Lund lär vara landets största förbrukare av aluminiumfolie för att förhindra onödig värmeutstrålning. Men det är inte praktiskt möjligt att tillräckligt baka vare sig innehåll i panelerna eller dess väggar. Så även om man under pumpning når tillräckligt gott vacuum, så skulle det snabbt förstöras även utan läckor genom intern gasning. Slutsatsen blir att det är onödigt att ens bry sig om att evakuera. Att panelerna ändå isolerar väl beror på, att materialet i dem är väl valt och det är därför de isolerar väl under lång tid. Men”allting går att sälja med mördande reklam!

Problem 2 *I vår tids skola förekommer många experiment med avancerad utrustning innehållande ”svarta lådor”. Ibland kan man sakna enkla klassiska försök där fokus läggs på tolkning. Ett sådant experiment som var vanligt tidigare skisseras här: Undersök på ett lutande plan den kraft F utefter planet som behövs för att hålla en vagn med kullagrade hjul i vila på planet. Rigga en praktisk uppställning och mät F med dynamometer. Mät för minst fem olika lutningar på planet. Gör upp en tabell med F, planets längd* l, *planets höjd h (vertikala kateten i en rätvinklig triangel) och vagnens tyngd* $F_g = mg$, *samt två kolumner med kvoterna* h/l *respektive* F/mg. *Försöket kan verka banalt men här kommer frågeställningarna (tolkningen):*

a) Vilken slutsats kan dras ur tabellen?

b) Vilken slutsats kan dras om arbete i tyngdkraftfältet?

c) Resultatet belyser en fundamental ekvivalensprincip i fysiken. Vilken?

Svar: a) I den mätvärdestabell du gjort bör det framgå att kvoterna h/l och F/mg är lika inom experimentella felgränser. Förslag: Experimentet kan användas som lab i skolan för att få lite statistik.
b) $h/l = F/mg$ $mgh = Fl$, vilket betyder att arbetet att lyfta kroppen till nivån h är detsamma oavsett man väljer den lodräta vägen eller den utefter planet.
c) Vi kan alltså uttala oss om arbete, vilket kräver förflyttning trots att vi i försöket inte gjort någon förflyttning, dvs inget arbete. Det bygger på en av fysikens ekvivalensprinciper, som jämställer alla intertialsystem: Vila är likställt med likformig rörelse. Som ytterligare bonus gäller att uttalandet är sant bara i ett konservativt kraftfält; det gäller alltså bara om friktion saknas. Men här behöver vi inte bry oss om det, för även om friktion skulle finnas så uträttar den i försöket inget arbete eftersom förflyttningen är 0.

Problem 3 *Det svenska elsystemet påverkas mycket dels av Vattenfalls beslut 2015 (bekräftat 2020 i Sveriges Riksdag) att stänga två kärnreaktorer i Ringhals på Hallandskusten, dels av den s.k. energiöverenskommelsen som istället ökar utbyggnaden av vindenergi med 18 TWh nya elcertifikat till 2030 och slopar avgifter för anslutning till stamnätet. Besluten påverkar hela elsystemet från produktion, via distribution till konsumtion och kommer att märkas i människors vardag. Elsystemet kan därför tas som ett exempel i skolan på naturvetenskap och teknik i vardagen:*

- *Den svenska debatten har klassiskt handlat om begreppet energi, men formuleringar i energiöverenskommelsen betonar begreppet effekt. Varför är det viktigt?*

- *När produktionen i Ringhals minskar, finns mer utrymme för överföring av vindel från danska Själland till Norge via det västsvenska nätet. Men ändå saknas överföringskapacitet i Göteborgsområdet då Danmark har elöverskott när det blåser. Man kräver att Svenska kraftnät förstärker kapac-iteten. Vad berättigar sådana krav?*

- *Det svenska elnätet bygger på synkron inmatning av effekt med frekvensen 50 Hz och så att spänningen hålls på 230 V i konsumentledet. Som bekant är inga mätvärden exakta, så båda värdena har toleranser. Det betyder dels att nätet har en viss elasticitet och spänst, men också att inmatning från generatorer måste ske snävt synkront* för att nätet ska behålla sin stabilitet eller undvika kollaps – nätet måste kunna möta variation i effekt både på utbudssidan och efterfrågesidan. Ge exempel på hur tendens till över- eller underspänning snabbt ska kunna regleras. Ge motsvarande exempel på hur en tendens till för hög eller låg frekvens kan snabbt motverkas.*

- *Snävt synkron* inmatning av effekt är ett nödvändigt men inte tillräckligt villkor. Vad mer måste till förutom det du svarat i föregående deluppgift?*

- *Svensk vatten- och kärnkraft bidrar med en mycket viktig komponent till stabiliteten i vårt elsystem – vad består den komponenten av?*

- *Det finns lokala elsystem som är anslutna till resten det nationella elnätet, t.ex. via högspänd likström, HVDC. Ett sådant litet finns i skånska Simris, ett större är hela Gotland. Om sådana nät, som bygger på sol- och vindel tappar förbindelse med det fasta nätet, saknas mer eller mindre den stabiliserande komponent som efterfrågas i ovanstående uppgift. De kan ändå fortsätta leverera effekt, s.k. ödrift. Vilka problem kan vara förknippade med sådan drift?*

Svar: a) Den politiska debatten brukar framhålla, att Sverige har stor export av elektrisk energi, men det säger ingenting om tillgången på energi i ett ögonblick, energi när den efterfrågan, dvs tillgången till elektrisk effekt. Vid sidan om energidebatten borde vi ha en effektdebatt, men den allmänna medvetenheten om det är ännu låg.

b) Danmark stöder sig på kraven i EU om fri rörlighet för, i detta fall, tjänster. När det blåser mycket tenderar priset på dansk vindel att bli lågt eller negativt, så behovet av export är stort för att hålla priset uppe. Det gäller även export till Norge, vilket inte är optimalt ur energisynpunkt, eftersom norsk vattenkraft inte bygger på vattenmagasin i samma utsträckning som svensk utan mer på momentant vattenflöde. Kruxet är att överföringskapaciteten från Själland och via Västsverige är så begränsad här, att Danmark framför synpunkter. Gå gärna in på Svenska Kraftnäts site svk.se/kontrollrummet för att få en överblick över det nordiska ”kraftnätet”. Gör gärna detsamma på energinet.dk, energinet.dk/energisystem_fullscreen

c) Det så kallade elkraftsystemet är dynamiskt på grund av sin stora geografiska utsträckning och generatorernas roterande massor. Systemet måste hållas i inom fastställda ramar kring sin jämviktspunkt även vid störningar: Rutinmässigt sker förändring av effektuttaget, ”lasten”, eller förändring av inmatad effekt vid exempelvis hastig ändring av vinden. För att hålla spänningen rimligt konstant används reaktiva komponenter, exempelvis kondensatorer.

d) Synkron inmatning kräver även konstant frekvens 50 Hz inom givna ramar. Frekvensen är beroende på hur den ögonblickliga balansen mellan tillförd och konsumerad effekt är. Om lasten exempelvis ökar mer än vad som svarar mot inmatad effekt, sker ett nettouttag av generatorernas rotationsenergi och frekvensen minskar. Genom att tillräckligt snabbt tillföra mer effekt, t ex med gasturbiner, återställs frekvensen.

e) Hur snabbt inmatning av ny effekt måste ske i ovanstående uppgift beror bl a på generatorernas rotationsenergi: Klassiska generatorer har stor lagrad rotationsenergi beroende på sin massa och geometriska storlek; de har betydande s k svängmassa. Vindkraftverk bidrar inte nämnvärt med svängmassa och solceller inte alls.

f) Ö-drift kan fungera under långa perioder även sedan kontakt brutits med överliggande nät, men man har normalt inte samma kontroll över spänning och frekvens som i nätet som helhet. Att ön är spänningssatt trots att det råder avbrott är i sig risk. Hela Gotland är känsligt och drabbas varje år av ett antal ”strömavbrott”.

Nya Fysikproblem 2020:2

Den här gången handlar det om mekaniska storheter som utmärkta vid problemlösning, nämligen energi och rörelsemängd, därför att de ger enkel ”bokföring”.

- **Problem 1** En kloss på horisontellt underlag sätts i rörelse av en dragkraft F_d på 5,0 N, som också är horisontell. F_d och verkar på klossen under enbart de första 2,0 meterna av dess rörelse. Sedan F_d, upphört att verka glider klossen ytterligare 8 m innan den stannar. Motivera väl! Vilken friktion f påverkar klossen under dess rörelse?

- **Problem 2** Ishockey har sitt historiska ursprung i bandy, och spelades i begynnelsen på sjöis. Med bakgrund i bandy var den tidens hockeyspelare alltså utmärkta skridskoåkare, vilket framgår av följande uppgifter. Vid ett skott på en spegelblank sjöis fick en puck farten v_0 = 40 m/s utefter blankisen på en sjö.

a) Hur långt glider pucken innan den stannar, om friktionskoefficienten är 2 procent av dess tyngd?

b) Hur länge glider pucken innan den stannar? Motivera väl!

Skicka dina svar till

Carl-Erik.Magnusson@fysik.lu.se

Ännu ett fysikproblem 2020:2

När man står på en strand och tittar ut över öppet hav kan man undra hur långt man kan se.

a) Hur långt borta är horisonten om man står nere vid vattnet?

b) Hur mycket längre bort kan man se om man bara flyttar sig upp till exempel två meter i höjdled?

c) I tropikerna går solen ganska rakt ner vid horisonten. Hur lång tid tar det från att solens underkant precis verkar röra vid horisonten tills att solen har försvunnit helt?

d) Om man precis har sett solens sista strålar försvinna nere vid vattenbrynet, hur lång tid tar det innan samma sak händer om man står 10 meter högre upp?

Problem där man själv måste anta en förutsättning och sen ge ett svar, som är en uppskattning, brukar inte vara populära bland elever/studenter.

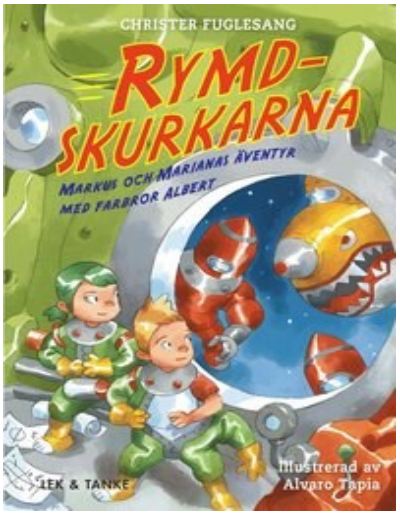
Göran Jönsson gj.teachsupport@gmail.co

Skicka ditt svar till

Carl-Erik.Magnusson@fysik.lu.se

Rymdskurkarna

av Christer Fuglesang,



Fri Tanke Förlag, ges ut i samarbete med Kungliga Vetenskapsakademien (KVA). 125 sidor 189 kr

ISBN 978918858958

Rymdskurkarna är Christer Fuglesangs sjätte bok om barnen Markus och Marianas rymdäventyr med farbror Albert.

De tidigare böckerna är Rymdresan, Sifferplaneten, Vattenvärlden, Det svarta hålet och Schackjakten.

Christer Fuglesangs berömvärda syfte är att väcka nyfikenhet hos barn kring vetenskap.

Bokens upplägg är att själva äventyret upptar ca 75% av sidoantalet och de resterande 25% , dvs. 30 sidor är förklaringar av bitvis ganska svåra begrepp och fenomen. Inom dessa 30 sidor finns det t.o.m. ytterligare och ibland djupare förklaringar för den extra intresserade. Exempel: fotosyntesen förklaras noggrant på 2 sidor, för de extra intresserade förklaras balanseringen av fotosyntesformeln.

Äventyret går ut på att farbror Albert och syskonen deltar i en kapplöpning med skurkarna Ruda och Hilger för att först få tag på en liten konstig asteroid. Albert och barnen har en raket som heter Månlisa som de färdas i tillsammans med en hund och en mus. Skurkarnas raket heter Stjärnhajen. Den konstiga lilla asteroiden kallas Syrestenen och är gjord av ett unikt material. Den har egenskapen att när solen skiner på den fungerar den som katalysator för att splittra koldioxid till syre och kol. Om farbror Albert kan få tag på den så kan han studera den och göra massor av kopior och på så sätt lösa klimatkrisen, därför är det viktigt att farbror Albert får tag på den och inte skurkarna som bara vill tjäna pengar på den.

I berättelsen vävs en otrolig mängd fakta in, som kanske behöver förklaras och då är de 30 sidorna i slutet helt nödvändiga. Jag kan tycka att det är för många och för svåra fakta, särskilt som målgruppen enligt förlaget är 6-9 år. GPS-system, antiprotoner, kolsyreis, SAFER(förenklad hjälp för räddning under rymdpromenad), katalysator, växthuseffekt, koreolevkratern, tyngdlöshet etc är bara några exempel på fakta som kräver förklaringar.

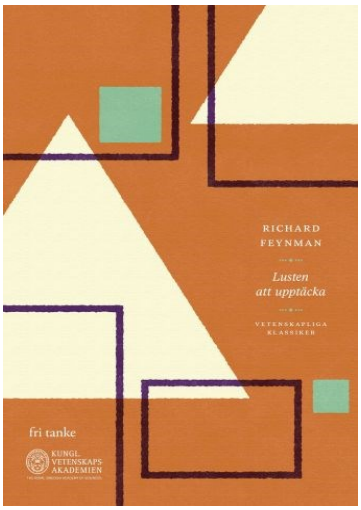
Jag försökte läsa boken för mitt 6-åriga barnbarn och hon tappade intresset efter ett par sidor, men för en rymd- och teknikintresserad 8-11-åring kan jag tänka mig att det fungerar bra. Boken är fint illustrerad i färg av Alvaro Tapia.

Bodil Nilsson Bodil.nilsson100@gmail.com

Lusten att upptäcka

av Richard Feynman,

Fri Tanke Förlag, ges ut i samarbete med Kungliga Vetenskapsakademin (KVA). 292 sidor . 269 kr
ISBN 97891885894



Den världsberömda teoretiske fysikern Richard Feynman (1918–1988), nanoteknologins fader och naturvetenskaplig folkbildare, var känd för sin förmåga att förklara grundläggande begrepp på ett enkelt och intresseväckande sätt.

Under andra världskriget medverkade han i Manhattanprojektet med att ta fram den första atombomben. Senare i livet var han en av medlemmarna i kommittén som utredde katastrofen med rymdfärjan *Challenger.* Tillsammans med Shinichiro Tomonaga och Julian Schwimmer mottog Richard Feynman år 1965 nobelpriset i fysik för bidraget till kvant-elektrodynamiken.

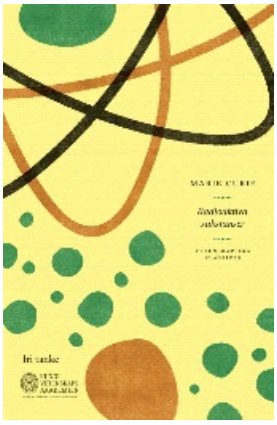
Lusten att upptäcka utgavs år 1999 postumt av Carl Feynman och Michelle Feynman och finns nu år 2020 i svensk översättning. Samlingsverket innehåller berömda tal, föreläsningar, artiklar och intervjuer. Feynman visar stor entusiasm och passion till vetenskap. Han var också känd för sin förmåga att förklara grundläggande begrepp på ett enkelt och intresseväckande sätt. Hans tankevärld var mångfacetterad och rörde vetenskaplig integritet, relationen mellan religion och vetenskap och vaksamhet för osanningar. Vetenskap var ett viktigt begrepp och skulle skiljas från pseudovetenskap. Vi varnas för fallgropar som till exempel att begreppet energi kan vara svårförståeligt för nybörjare liksom tröghetslagen.

Relationen till fadern var viktig. Deras skogspromenader gav honom ett vidare tankeperspektiv och grubblerier, vilket är en bristvara i dagens samhälle.

Boken *Lusten att upptäcka* är en trevlig läsning och bidrar till eftertanke och inspiration. Boken passar mycket bra för lärare och kunskapssugna elever som har baskunskaper i fysik. Den ingår i bokserien ”Vetenskapliga klassiker” som publiceras i samarbete med Kungliga Vetenskapsakademien.

Eija Nyström eija.nystrom@gmail.com

Radioaktiva substanser
Marie Curie



Vetenskaplig klassiker utgiven av Fri tanke förlag i samarbete med Kungliga Vetenskapsakademien. 168 sidor, 167 kr, ISBN 978-91-8858-42-2

”Syftet med föreliggande arbete är att presentera den forskning om radioaktiva substanser som jag har bedrivit under de senaste fyra åren. Allt började med att jag undersökte de uranstrålar som Becquerel hade upptäckt. Resultaten av det arbete var så lovande att herr Curie gav upp sin egen forskning för att i stället hjälpa mig i min. Med gemensamma ansträngningar arbetade vi mot målet att extrahera de nya radioaktiva substanserna och att sedan undersöka dem närmare.”

Så börjar boken ”Radioaktiva substanser”. Boken är en översättning av den andra upplagan av Marie Curies doktorsavhandling från 1904.

Marie Curie föddes i Polen som Marie Sklodowska 1867. Hon var yngst av fem barn och hennes föräldrar var båda lärare. Hon började intressera sig för vetenskap redan som 10 åring. För att få råd att studera fick Marie och hennes syster hjälpas åt. Marie jobbade som guvernant under tiden systern läste till läkare. När systern var klar med sina studier, fick hon hjälpa Marie med hennes utbildning. Marie flyttade till Paris som 24 åring.

Marie Curie var den första kvinna som fick ett nobelpris i fysik. Hon delade priset 1903 med Henri Bequerel och Pierre Curie. År 1911 fick Marie Curie ensam också nobelpriset i kemi. Hon är den enda personen som har fått priset i både kemi och fysik.

Marie Curie utförde sin forksning under en tid då man gjorde stora framsteg inom fysiken. I den här boken får man ta del av Maries liv och arbete. En mycket intressant, men svår läsning.

Avhandlingen är ett vetenskapligt arbete, med mycket experiment. Marie beskriver utförligt hur hon går till väga när hon försöker ta reda på vilka strålar som finns i ämnet uranit.

Första delen av boken kan kännas tung, när man beskriver hur försöken gick till, men i slutet kommer ett kapitel där Maries liv beskrivs. Det är mycket intressant läsning och man kan förstå de problem som fanns för en kvinnlig vetenskapsman. Marie avled den 4 juli 1934 i Passy, Frankrike där hon begravdes tillsammans med sin man Pierre. När man läser det sista stycket i boken, förstår man att det hon hade hållt på med i hela sitt liv verkligen var farligt. 60 år efter hennes död flyttade man Maries kvarlevor till Paris och askan var då fortfarande radioaktiv.

Ann-Margret Carlsson annmca66@gmail.com

Jan Trofast: Några drag i utvecklingen av kemisternas språk vid tiden för den moderna kemins genombrott.

Berzeliussällskapets sekreterare Monica Paulsson har meddelat att **Jan Trofast** i september 2020 kommit ut med en ny bok. Kontakt: paulssonmonica35@gmail.com

Innehållsförteckning	LMNT-nytt 2020:1	Sida
Alexander Alsén	Ordföranden har ordet	2
Red.	Utlysning av stipendium ur Minnesfond för Matematiskt Lärande	3
Alexander Alsén	Utredning om stärkta skolbibliotek och läromedel” - LMNT:s	4
	arbete med enkätsvar	5
LMNT	LMNT:s svar på enkäten	
Urban Eriksson	Nystart för NRCF – Nationellt Resurscentrum för Fysik	6
Berthold Nilsson	Växande gräs på roterande tallrik	7
Dahl, Eklund, Pendrill	Är Arkimedes princip en naturlag? En vecka på Facebook	10
Linda Jarlskog	Konst, fysik och matematik	13
Linda Jarlskog	Att se på offentlig konst med matematiska ögon	14
Carl-Olof Fägerlind	Ballongen - illustration av undertryck	18
	Cykelhjulet - illustration av gyroeffekt	19
	Koka kaffe - illustration av övertryck	20
Karin Lundgren-Kownacki	Kyla och värme påverkar vår hälsa och arbetsmiljö	20
Karin Axberg	Ta molnet med dig! Ett experiment	23
Sonja Murto	Moln i en flaska - skapa egen mini-atmosfär	23
Göran Jönsson	Varför har molnen ibland en plan undersida?	27
Lars Eriksson	Preussiskt blått - ett material föt batterier?	28
Ingvar Pehrson	Foucaults pendel	30
Ann-Marie Pendrill	Med telefonen i en rulltrappa	31
Nils-Erik Nylund	Tornado-titrering	35
Lars Eriksson	Titta på enskilda atomer - faktiskt en möjlighet	36
Wilhelm Tunemyr	Matematikproblem	38
Stig Sandström	Vilken frekvens har min skeppsklocka av mässing?	40
Carl Erik Magnusson	Svar till fysikproblem och nya problem	41
Göran Jönsson	Ännu ett nytt fysikproblem	44
Bodil Nilsson	*Recension* Christer Fuglesang, Rymdskurkarna	45
Eija Nyström	*Recension* Richard Feynman, Lusten att upptäcka	46
Ann-Margret Carlsson	*Recension* Marie Curie, Radioaktiva substanser	47

Styrelsen	Ordf	Alexander Alsén	alsen.science@gmail.com
	Vice ordf	Ann-Margret Carlsson	annmca66@gmail.com
	Kassör	Suheyla Demir	seila.demir@gmail.com
	Övriga	Bodil Nilsson	bodilnilsson100@gmail.com
		Wilhelm Tunemyr	Wilhelm.tunemur@gmail.com
		Ebtisam Hatem	ebtisamhatem@yahoo.com
		Peter Åkesson	peter.akesson@linkoping.se

Enklast blir du medlem genom att sätta in årsavgiften 150 kr på PG 8 58 25-8.Glöm inte att ange namn och adress. Ange ”Årsavgift 2020”. Gå gärna in på hemsidan www.lmnt.org och registrera dig.