

LMNT

NYTT

RIKSFÖRENINGEN FÖR LÄRARE I MATEMATIK, NATURVETENSKAP OCH TEKNIK

NR 1 2024

Bråksystemet

Rymden, hallå?

EOES Sverigefinal

Lämna klassrummet

Ytterby i periodiska systemet

Rimfrost, dimfrost och Mpembaeffekten

Dessutom: • problemspalter • kalendarium • m.m.



Omslagsbilden visar rimfrost på Käsjöns is (Partille) en januaridag när vädret slagit om till kallt igen efter en mildare mellandag med dimma och fuktig luft. Denna bild är tagen en dag senare intill Aspen, i Lerum (Foto: Ann-Marie Pendrill)
Läs mer på sidan 12-14.

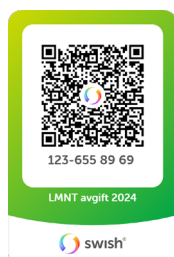
Riksföreningen för lärare i matematik, naturvetenskap och teknik (LMNT)

LMNT:s syfte är att tillvarata gemensamma intressen för lärare som undervisar i matematik, naturvetenskap, teknik och närbesläktade ämnen i det svenska skolsystemet, samt verka för god undervisning i dessa ämnen. Föreningen ordnar medlemsmöten ett par gånger per år – på senare tid digitalt – och ger ut tidningen LMNT-nytt. Vi är också aktiva som remissinstans gentemot Skolverket.

Du hittar mer om föreningen, inklusive styrelse och viktiga dokument på lmnt.org. Vill du kontakta styrelsen kan du maila styrelsen@lmnt.org.

Medlemskap

Medlemskap i LMNT kostar 150 kr per år och gäller från betalningsdatumet till årsskiftet. Du kan betala via Swish (scanna QR-koden nedan) eller PlusGiro 85825-8. Om du inte varit medlem innan, eller om du bytt adress sedan senaste inbetalningen, maila namn och postadress till nymedlem@lmnt.org.



LMNT-nytt

Medlemstidningen LMNT-nytt utkommer med 2 nummer per termin. Tidigare nummer finns tillgängliga på lmnt.org.

Tidningen bygger på ideellt arbete och frivilliga bidrag. Inga honorar utgår för artiklar. Vill du skriva i LMNT-nytt? Eller tipsa om en artikelidé? Skriv till redaktionen@lmnt.org. Manusstopp för nästa nummer är 15 april 2024.

Redaktion

Ann-Marie Pendrill
Wilhelm Tunemyr (ansvarig utgivare)
Bodil Nilsson
Åsa Julin-Tegelman

Kontakt: redaktionen@lmnt.org eller till respektive redaktionsmedlem enligt Fornamn@lmnt.org

Layout: Katarina Eriksson, Märka design
Tryck: Trydells
ISSN: 1402-0041



Detalj av en av rimfrostblommorna på omslagsbilden.

Innehåll

- 3 Välkomna!
- 4 Svensk astronaut!
- 6 Forskning och lektionsmaterial på Naturhistoriska
- 10 Bygge + naturkunskap = sant
- 12 Frysa varmt och kallt vatten
- 14 Rimfrost och dimfrost
- 15 EOES Sverigefinal
- 16 Science on Stage 2024
- 18 Rays sommarskola
- 20 Problempalten fysik
- 23 Inför bråksystemet!

Välkommen till LMNT-nytt!

Redaktionen har ordet

Kära läsare, välkommen till 2024 års första nummer av LMNT-nytt! Den stränga kylan under inledningen av året, även långt söderut, ledde till många olika lekar och undersökningar. Några av dem beskrivs på sida 12 och framåt. När kylan sedan avbröts av mildväder och fuktig dimma, omväxlande med köldnätter, uppstod många ovanliga snö- och isfenomen (se sida 14).

Under årets första månader har vi också fått bevittna Marcus Wandts uppskjutning till rymdstationen med expeditionen Muninn. På rymdstationen hann han också med att svara på frågor från elever på Tekniska museet (sida 4). Detta nummer innehåller också svar på förra numrets fysikproblem, där en av uppgifterna behandlade uppskjutningen av expeditionen Huginn, med dansken Andreas Mogensen ombord.

Nu går vi mot ljusare tider. Efter LMNT:s årsmöte den 9 mars följer Matematikbiennalen i Örebro. Flera LMNT-medlemmar medverkar med programpunkter och som en del av idéutställningen tillsammans med Facebookgruppen *Matematikundervisning*. Ses vi där?

Detta nummer innehåller också inspiration för ämnesövergripande samarbete: Jenny Jansson och kollegor berättar om ett byggprojekt på Öddö – långt bort från klassrummet (sida 10).

Sara Schesny på Naturhistoriska Riksmuseet berättar om utvecklingen av ett Escape Room med koppling till Ytterby gruva, där flera av periodiska systemets element upptäckts (sida 6).

Som vanligt på våren förbereds deltagande i många olika internationella tävlingar och andra evenemang: detta nummer innehåller en rapport från Sverigefinalen i EOES, med uttagning av de sex deltagare som under vecka 10 kommer att ha träningsläger i Göteborg. De projekt som i sommar ska representera Sverige i Science on Stage i Åbo presenteras på sida 16.

Vi är glada över att kunna presentera tidningen till LMNT:s medlemmar och till andra läsare. Om du är en av de som fått tidningen på prov hoppas vi att du vill gå med i föreningen; inte bara får du fyra nummer av LMNT-nytt om året, du får även tillgång till ett professionellt nätverk, medlemsaktiviteter och möjlighet att påverka såväl föreningen som svensk undervisning.

Trevlig läsning!

Ann-Marie Pendrill
Wilhelm Tunemyr

LMNT:s årsmöte 2024

I skrivande stund laddar vi inför LMNTs årsmöte den 9 mars. Om du läser detta innan mötet hoppas jag att du deltar – antingen på plats på Tekniska Museet i Stockholm, eller digitalt via Zoom. All info om hur du kan delta finns på www.lmnt.org/arsmote.

Om du läser detta efter årsmötet kan du se den nyvalda styrelsen och de beslut som fattades på vår hemsida, lmnt.org. Vi ser fram emot ett nytt verksamhetsår tillsammans!

LMNT:s styrelse vill tacka Tekniska Museet för deras generositet i samband med årsmötet.



Ny hemsida för LMNT

Under vårvintern har LMNT:s hemsida bytt skepnad. Vi går från WordPress till Google Sites, och ser fram emot en hemsida som är lättare att hålla uppdaterad med relevant information. Adressen kommer fortsatt vara www.lmnt.org.

Ordförandeord

Hej och varmt välkommen till senaste utgåvan av LMNT-nytt! Vi hoppas att du har haft ett avkopplande sportlov och är redo att återvända med förnyad energi.

Det är en spännande tid framför oss i skolvärlden med många intressanta händelser planerade. Bland höjdpunkterna i vår kalender:

Matematikbiennalen i Örebro: märk era kalendrar för 21-22 mars. Detta är en utmärkt möjlighet för oss att nätverka och dela kunskap. Hoppas vi ses där!

Skolverkets nationella professionsprogram för lärare: I april presenteras resultaten av Skolverkets arbete för regeringen. Det är en viktig milstolpe som syftar till att stärka likvärdigheten och professionalism inom vår lärarkår. En utveckling vi alla ser fram emot med spänning.

LMNT fungerar som en informell samlingspunkt för lärare inom matematik, naturvetenskap och teknik. Genom sociala medier, bidrag i LMNT-nytt och våra medlemsmöten, skapar vi en plattform för att stötta varandra och utbyta idéer. Denna gemenskap är viktigare än någonsin, och vi ser fram emot att fortsätta vårt samarbete och idéutbyte även under 2024.

Om du håller detta nummer i din hand har vi troligtvis redan avslutat vårt årsmöte på Tekniska museet. I år hade vi förmånen att lyssna till en inspirerande föreläsning av Ulrika Sultan om att väcka teknikintresse hos flickor. Evenemanget bjöd inte bara på värdefulla insikter utan även på lunch, kaffe och utmärkt sällskap. Vi hoppas att du kan delta nästa år och vara en del av denna berikande upplevelse.

Tack för att du är en del av vår gemenskap. Tillsammans gör vi skillnad.

Alexander Alsén
Ordförande, LMNT
alexander@lmnt.org

VIDEOSAMTAL

FRÅN JORDEN TILL RYMDEN

Den 29 januari hölls ett *in-flight call* från Tekniska Museet till ISS, där Marcus Wandt svarade på frågor från elever i olika åldrar. Han fick frågor om hur uppskjutningen kändes och om de första intrycken, hur han tillbringar sin tid i rymden, om sömn, arbete och mat, och om naturvetenskap, teknik och forskning.

Den första frågan ställdes av Ludvig som frågade om de första intrycken. Marcus beskrev den märkliga upplevelsen under dockningen, när de höll på att göra i ordning inne i kapseln, och hör hur det knackar på dörren, efter att de hade varit ett par dagar i rymden. Sedan följde den starka upplevelsen av att få träffa alla, att komma ut och få lite mer plats än inne i kapseln – och att titta ut mot jorden, uppleva skönheten och märka hur snabbt man rör sig över ytan.

Isabella frågade sedan hur uppskjutningen gick till och hur det kändes. Marcus tyckte att det var en riktigt rolig resa. Även om han "flugit många snabba saker förut" så var det här en annan nivå. G-krafterna kändes ungefär som i en berg- och dalbana, men under mycket lång tid.

Agnes frågade vad Marcus gör under dagarna i rymden och vilka projekt han arbetar med. Lite senare frågade Noomi om hur forskningen i rymden kan hjälpa oss på jorden. Vi fick bl.a. höra om studier av rörelse, stamceller, och materialvetenskap, och att styra robotar. Dagarna omfattar förstås också träning för att inte förlora för mycket muskler och benmassa, att prata med astronaut-kollegerna – och titta ut mot jorden.

Maja undrade hur det kändes när det blir dag och natt så många gånger per dygn. Marcus berättade att det inne på rymdstationen hålls tänt under dagen, ca 6-22, och släckt under natten – men att man ändå kunde bli förvånad över de snabba växlingarna när man tittar ut. Viggo frågade om sömn, och Marcus berättade att han flyter fritt inne i den svävande sovsäcken, men ändå upplever att han ligger i en säng strax innan han somnar.

Max frågade om maten – som kommer i påsar att värma i värmeskåp, eller

som pulver att blandas med vatten. Alicia frågade om hur man får syre. Marcus berättade att de visserligen odlar lite växter, men inte alls tillräckligt, och att ESA utvecklat en teknik för att ta hand om koldioxiden och återanvända syret. Benjamin frågade om kommunikationen med jorden och fick veta att den går dels från satellitnätverk (längre ut i rymden) vidare till jorden och internet, och dels via traditionell radiokommunikation. Ett antal gånger per dygn är de dock helt utan kommunikationsmöjligheter.

Olle frågade vad en kompass visar och fick veta att den borde visa det jordmagnetiska fältet som räcker en bra bit längre ut än rymdstationens bana, men att det troligen skulle vara stört av alla sladdar och metallen omkring dem.

Elvis frågade hur det ser ut när en isbit smälter i tyngdlöshet. Marcus hade inte provat med trodde att den skulle smälta och så småningom bli en vattendroppe. Han tog fram sin vattenpåse och tryckte fram en liten vattendroppe och låter den växla en stund mellan olika former innan han dricker upp den med munnen.

Flera frågor gav Marcus tillfälle att återkomma till utsikten från ISS. Love frågade hur det ser ut när man tittar ut. Marcus noterar att det beror på var man är. När han tittar snett uppåt är det helt svart utom där det finns stjärnor, men när han sänker blicken syns atmosfären som ligger runt jorden längs horisonten. Vi fick också veta att atmosfären är skiktad i olika nivåer med olika blå nyanser, och att molnen ser ut som om de är en meter över marken. Man ser också kusterna och vatten och var det finns människor – även om man naturligtvis inte ser människorna som är för små. Att titta ut var också en av flera saker Marcus nämnde som svar på Leos fråga om vad som är det bästa med att vara astronaut,

men också att få vara med i utvecklingen av vetenskap och teknik – och prata med elever och "få höra era fantastiska frågor".

David fick ställa den sista frågan, om vad Marcus saknar: Familj, och att kunna träna och röra på sig, nämndes, "men det är inte så mycket jag har börjat sakna, det är så mycket roliga intryck".

Efter samtalet beskrev Christer Fuglesang och Cecilia Kozma med hjälp av en modell hur uppskjutningen gick till.

Ann-Marie Pendrill
Ann-Marie@lmnt.org

Samtalet anordnades av ESERO Sverige, ett initiativ av ESA och Rymdstyrelsen, som drivs av KTH i samarbete med 5 Wisdome-arener (Visualiseringscenter C i Norrköping, Curiosum i Umeå, Malmö museer i Malmö, Universeum i Göteborg och på Tekniska museet i Stockholm).

Gå till Tekniska museets YouTube-kanal (youtu.be/AnbQEEET0vY) för att se och lyssna, både på samtalet med rymden och Cecilias och Christers demonstrationer.

Se mer: på Rymdstyrelsens YouTube-kanal finns en film där Christer Fuglesang leker med vatten – och Ahlgrens rymdfärjor. youtu.be/j8KoFipe6G4

Följ ESERO på YouTube:
youtube.com/@ESEROSverige



Överst. Marcus Wandt trycker ut en droppe ur en vattenpåse.
Skärmbild från videosamtalet. Foto: Marcus Wandt, ESA

Ovan. Samtal från rymden. Marcus Wandt på storbildsskärm på Tekniska
museet med publik av elever som ställde frågor.

Höger. Vår tidigare astronaut Christer Fuglesang och Cecilia Kozma
beskriver med hjälp av en modell hur uppskjutningen gick till.
Foto: Anna Gerdén, Tekniska museet



FORSKNING, SAMLINGAR OCH ARKIVMATERIAL BLIR LEKTIONSMATERIAL MED STARK VERKLIGHETSKOPPLING

När man hör Naturhistoriska riksmuseet tänker förmodligen de flesta på dinosaurier. De som besökt museet i Stockholm tänker nog på den stora tegelbyggnaden i jugendstil intill Universitetet, med den mäktiga kupolen alldeles ovanför huvudentrén. Någon kanske tänker på Cosmonova, den stora kupolbiografen där man blev åksjuk i mitten av 1990-talet innan filmskaparna lärde sig hantera kupolformatet.

Förmodligen är det inte lika många som kopplar ihop Naturhistoriska riksmuseet med forskning.

Av museets cirka 200 anställda tillhör 150 personer forskningsavdelningen eller avdelningen för natur- och miljöövervakning. Där jobbar de med att ta hand om museets stora samling av föremål och

ungefär 50 av dem har forskning i sin tjänst. Naturhistoriska riksmuseet är en förvaltningsmyndighet och det man förvaltar är statens naturhistoriska samling som idag uppgår till över elva miljoner

föremål av växter, svampar, djur, fossil, mineral och vävnadsprover. Samlingarna används dagligen av museets egna forskare, men efterfrågas också av forskare runt om i världen.



Att ha experterna nära

Att jobba som pedagog på Naturhistoriska riksmuseet innebär bokstavligen att man har en enorm kunskapsbank under samma tak. Forskare, samlingspersonal och vetenskapsillustratörer. En av årets höjdpunkter är Melting pot. Det är en heldag då museets forskare presenterar sina projekt för alla anställda som vill lyssna. Melting pot lever verkligen upp till namnet, det är en smältdegel av kunskap och inspiration och förstås trevligt mingel i pauserna. Det är under dessa dagar som vi museipedagoger hämtar inspiration till både lärarfortbildningar, lektionsmaterial och egen ämnesfortbildning.

Vid det här laget är det väl känt bland forskarna att vi museipedagoger utvecklar lektionsmaterial som används flitigt i skolor runt om i Sverige, så vi behöver sällan förklara varför vi tar kontakt efter en föreläsning på Melting pot. Lika ofta är det forskarna själva som söker upp oss och föreslår ett samarbete.

Museibyggnaden är stor, men trots det rymmer inte all verksamhet under samma tak. Några forskningsenheter huserar i närliggande byggnader. I det fristående huset, byggt i samma stil som huvudbyggnaden finns enheten för botanik och de botaniska samlingarna. Lite längre upp i backen ligger en grå byggnad som inrymmer enheten för paleobiologi med både personal, labb och samlingar. Avdelningen för natur- och miljöövervakning sitter i byggnaden som fortfarande går under namnet KÖL, kemiska övningslaboratoriet trots att Universitetets kemiverksamhet för länge sedan flyttat till Arrheniuslaboratorierna på universitetsområdet.

Under några månader, medan våra kontorsrum renoverades, fick vi pedagoger tillfälliga kontor i det så kallade PAL-huset, där paleontologerna sitter. Det var väldigt roligt att lyssna till och delta i samtalen i lunchrummet som ofta kretsade kring forskningsresor och forskningsprojekt, men lika ofta kring dagens korsord i DN eller jazz. Det ena ledde till det andra och plötsligt var vi inbjudna att följa med på en enhetsdag med utflykt till Ytterby gruva.

Ytterby gruva och de ”svenska” grundämnena är något som förmodligen många kemilärare har berättat om för sina elever med ett visst mått av stolthet i rösten. För visst är det fantastiskt att nio grundämnen hittades för första gången i mineral från en gruva i Stockholms skärgård! Nio grundämnen, har ni koll på vilka de är? Mer om dem lite senare.

Lektionsmaterial utvecklas i nära samarbete med museets forskare och lärare i hela Sverige

I februari 2024 finns det fler än 100 lektionsmaterial som lärare kan hämta utan kostnad från museets webbplats. Alla material har koppling till både kursplanernas centrala innehåll och museets expertis. Materialen finns sorterade efter årskurs/gymnasium på www.nrm.se/dlr.

Det kommer ofta förslag och önskemål om material som vi borde utveckla, från lärare, museets forskare och oss museipedagoger. Innan det kan bli tal om produktion måste idéerna passera genom två filter. Ett för relevans och ett för att garantera fakta. Relevansen prövas mot det centrala innehållet. Finns det en koppling där så kan vi köra. Men bara om vi kan garantera att fakta som presen-

teras är korrekt. Det kan vi göra om vi har ämnesexpertis ”i huset”, om någon av museets forskare kan vara ämnesexpert.

Forskaren har en viktig roll i utvecklingsarbetet

När en idé har passerat båda filtren, relevans och faktagaranti, tas den vidare till produktion. En av museipedagogerna är också digital utbildningsproducent, så all produktion görs inhouse. Det mesta arbetet görs av utbildningsproducenten, som manus, foto, film och eventuell interaktiv produktion. Ämnesexpertens viktigaste uppgifter är att vara med i idéarbetet så att upplägget blir så verklighetsnära som möjligt och sedan att korrekturläsa manus. Ibland dyker experten även upp i filmer i det färdiga materialet.

Arbetet från idé till ett lektionsmaterial som är redo att testas av klasser kan ta allt från ett par veckor till flera månader. Det beror på hur mycket stoff som ska gås igenom och sammanställas och hur mycket film och bilder som behöver produceras.

Testklassernas bidrag

Innan ett nytt material publiceras på museets webbplats har det testats av klasser som återkopplat på fem frågeställningar. Exempel på frågeställningar är ”Vad tyckte du och eleverna om materialet?” och ”Behöver vi ändra något, i så fall vad?”. När materialet skickas ut på test är det redo för publicering, det är helt okej. Men klassernas återkoppling gör att vi kan lyfta materialen från att vara helt okej till att bli riktigt användbara på skolans villkor.

Tack vare testklasserna har vi till exempel lärt oss att vara bara absolut nödvändig information behöver skrivas ut. Det minskar förbrukningen av papper och skrivarfärg. Vi har också lärt oss vikten av att designa dokument så att alla sidor hamnar rättvända och i rätt ordning direkt i utskriften. Det sparar tid att slippa sortera och vända papper. Moment som vi har trott ska vara svåra har visat sig jättelätta och tvärtom. I återkopplingen berättar lärare om hur de har anpassat materialet till sina grupper på sätt som vi inte tänkt på. Sådana tips hamnar direkt i lärarhandledningen!

Vi är oändligt tacksamma för alla lärare som hjälper oss att testa nya material, de gör verkligen skillnad!



Testklass provar material

Bli testklass

Det finns ingen fast testpanel, utan vi efterlyser testklasser när vi har material som behöver testas. Det gör vi i Facebookgruppen Naturhistoriska riksmuseet för pedagoger. Dit är alla välkomna som vill vara med och testa nya material. Man får också tips från museipedagogerna om lektionsmaterial, fortbildningar, böcker och kurser.

Studiebesöket i Ytterby

Att besöka Ytterby gruva var en mäktig upplevelse. Kanske extra mäktig för de två av oss museipedagoger som också är NO-lärare med ett flertal år på högstadiet bakom oss. Med ett visst mått av stolthet i rösten har vi berättat för alla våra elever om Ytterby gruva i Stockholms skärgård där man upptäckte så många grundämnen.

Nu stod vi där. På den plats i världen där flest grundämnen upptäckts. En av museets geologer som var med som guide hade tagit med sig en bit gadolinit, det tunga svarta mineralet

som blev startskottet för alla grundämnesfynden. Vi vägde den i handen medan han berättade om Carl Gustaf Mosander, museets första geolog, som upptäckte två av grundämnena i Ytterby, erbium och terbitum. Nu började tankarna snurra, tänk om vi skulle göra ett lektionsmaterial om det här! Kanske ett *escape room*-inspirerat upplägg...

Från jordhögen ovanpå det igengjutna schaktet såg vi ett tydligt svartvitt mönster i bergväggen. Det vita partiet var fältspaten som var orsaken till att man började med gruvbrytning i Ytterby. Vår guide hade med sig en bild från när gruvan var i drift där det svartvita mönstret i bergväggen syntes tydligt, men på den bilden var schaktet öppet.

Ett nytt material tar form

När guiden berättade om att det finns gamla brev bevarade som Mosander har skrivit blev tanken på att utveckla ett *escape room*-inspirerat material helt oemotståndlig. Under en fikapaus, paleontologerna är bäst på museet på att ta fikapauser, pratade vi med guiden som direkt var med på taget. Ämnesexperten var utsedd. Brevet, sa han, finns hos KVA (Kungliga Vetenskapsakademien) men de skulle nog kunna ta fram dem åt oss och skanna dem.

När den här artikeln trycks har planerna börjat konkretiseras. Vi jobbar brett på flera fronter. I januari hade producenten (tillika en av museipedagogerna) och ämnesexperten ett första möte och bollade bland annat innehåll och upplägg. Nu jobbar vi vidare på varsitt håll, producenten med berättelsen som ska engagera eleverna och dra in dem i uppdraget, kunskapsmålet och förstås kopplingen till det centrala innehållet. Parallellt jobbar ämnesexperten med att få fram breven från KVA och hitta fina exemplar av gadolinit i samlingarna som gör sig bra på film.

Nu ser vi fram emot en mycket kreativ vår som förhoppningsvis kröns med en premiär. För om allt flyter på med produktionen är det rimligt med en premiär innan sommarlovet. Innan dess kommer vi att behöva testklasser, gå gärna med i vår facebookgrupp och håll ögonen öppna där!



Gruvan då och nu

Grundämnena från Ytterby

Ingen annanstans i världen har så många grundämnen upptäckts på samma plats som i Ytterby. Begreppet Sällsynta jordartsmetaller myntades dessutom med avseende på flera av just dessa ämnen.

Yttrium, erbium, terbium och ytterbium är alla uppkallade efter fyndorten Ytterby. Holmium kommer av Stockholm, skandium av Skandinavien och gadolinium är till minne av Johan Gadolin och mineralet gadolinit. Tulium är uppkallat efter Thule, som är det latinska namnet på Skandinavien och slutligen har tantal fått sitt namn efter den grekiska mytologiska figuren Tantalus.

Sällsynta jordartsmetaller

17 grundämnen räknas till de sällsynta jordartsmetallerna. När uttrycket myntades på 1800-talet hade åtta av dem bara hittats på en enda plats i världen, Ytterby gruva.

Idag är de sällsynta jordartsmetallerna inte riktigt så sällsynta som namnet antyder, de har hittats på flera platser runt om i världen. Under 2000-talet kommer 70% av de sällsynta jordartsmetallerna

på världsmarknaden från Kina (Inre Mongoliet), 12% från Australien och 9% från USA. Det finns stora fyndigheter i Brasilien och Vietnam också, men de har låg produktion.

Vetenskaplig verksamhet vid Naturhistoriska riksmuseet

Som alla museer har Naturhistoriska riksmuseet både forskning och omfattande samlingar. De vetenskapliga samlingarna av växter, svampar och alger innefattar omkring 4,4 miljoner föremål, vilket gör dem till ett av världens största herbarier. De zoologiska samlingarna innehåller omkring 5 miljoner föremål, de paleontologiska samlingarna omkring 1,5 miljoner fossil och de geologiska samlingarna ungefär 160 000 registrerade prover, varav hälften kommer från svenska fyndigheter. Miljöprovbanken, med 270 000 prover från främst fiskar, fåglar och däggdjur insamlade från 1964 och framåt, ligger till grund för museets miljögiftsforskning. Samlingen utgör även bas för övervakning av miljögifter i Sverige.

Forskningen vid Naturhistoriska riksmuseet görs inom fyra övergripande teman:

Den föränderliga jorden

Jordens och livets historia har vävts samman under miljarder år av utveckling. Hur har förändrade geologiska förhållanden styrts livets utveckling på vår planet och hur har jordens utveckling i sin tur påverkats av biologiska faktorer?

Ekosystem och arthistoria

Dagens ekosystem är ett resultat av en evolutionär historia över miljontals år, driven av samspelet mellan jordens geologiska och biologiska processer. Museets forskning undersöker ekosystemens uppkomst och varför vissa ekosystem idag uppvisar en större mångfald än andra.

Livets mångfald

De flesta av jordens växt-, svamp- och djurarter är ännu inte upptäckta. Alla kända arter har funktioner i ekosystemen och man antar att kartläggning av den biologiska mångfalden kommer att vara till nytta för människan.

Naturmiljö och människa

Museets forskare bedriver både tillämpad forskning inom natur- och miljöområdet och ekologisk grundforskning. Nationell miljöövervakning, övervakning av fåglars flyttmönster och undersökning av allergener är exempel på aktiviteter inom temat.

På museets webbplats, nrm.se, kan du läsa mer om samlingarna och forskningen.

Sara Schesny
Museipedagog, digitala medier
Sara.Schesny@nrm.se

Group Period	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H																	2 He
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba	* 71 Lu	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra	* 103 Lr	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og
			* 57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb		
			* 89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No		

Namn	Kemiskt tecken	Atomnr	Upptäcktes år	Upptäcktes av
Yttrium	Y	39	1794	Johan Gadolin
Tantal	Ta	73	1802	Anders Gustaf Ekeberg
Erbium	Er	68	1842	Carl Gustaf Mosander
Terbium	Tb	65	1843	Carl Gustaf Mosander
Holmium	Ho	67	1878	Jacques-Louis Soret m.fl.
Ytterbium	Yb	70	1878	Jean Charles Galissard de Marignac
Skandium	Sc	21	1879	Lars Fredrik Nilsson
Tulium	Tm	69	1879	Per Teodor Cleve
Gadolinium	Gd	64	1880	Jean Charles Galissard de Marignac



Museets samlingar

ATT NÅ HÖGRE MÅL PÅ FLERA PLAN: SAMARBETE MELLAN BYGGÄMNINGEN OCH NATURKUNSKAP

När man har fördelen att arbeta på en skola där hela personalen är medveten om det enorma frirum vi lärare har så kan undervisningen få vara ett äventyr och inte bara något som händer instängt i ett klassrum. Här berättar Jenny Jansson och kolleger i Västerbergslagens utbildningsförbund om ett byggprojekt inom kursen Naturkunskap 1a1 på bygg- och fordonsprogrammen.

När man har fördelen att arbeta på en skola där hela personalen är medveten om det enorma frirum vi lärare har när vi undervisar, dvs det utrymme vi kan röra oss på för att utveckla/anpassa undervisningen och entusiasmera eleverna och på så vis hjälpa alla att utvecklas till de bästa versionerna av sig själva. Friutrymme begränsas egentligen bara av lagar och kursplaner men ibland av negativa icke-tillåtande skolkulturer som varken skolan, studenterna eller lärarna mår bra av. Kunskap ska vara glädjefyllt.

Vi är ett glatt gäng lärare inom teoretiska ämnen och yrkesämnen på bygg-, anläggnings- och fordonsprogrammet, inom Västerbergslagens utbildningsförbund i Grängesberg. Skolan är lagom stor med ungefär 35 elever i varje årskurs. Naturkunskap 1a1 är en 50-poängs kurs som ingår både på bygg- och fordonsprogrammet och den innehåller kortfattat kunskaper om:

- Natur och hållbar utveckling
- Människokroppen och hälsa
- Naturvetenskap och omvärlden
- Naturvetenskapliga arbetsmetoder

Det är en allmänbildande kurs som man kan knyta delar av mot de yrkesprogram de läser. Detta ökar alltid elevernas intresse och motivation. Men intresset är även stort för naturvetenskapen och omvärlden och diskussioner kring olika

naturvetenskapliga händelser runt om i världen och vad som är skillnaden på naturvetenskapliga och icke-vetenskapliga påståenden. Att ge eleverna en stadig grund att stå på för att i framtiden kunna fatta egna, välgrundade beslut och ge dem verktyg att navigera i det enorma flöde av fakta, nyheter och "fake-news" som de möts av i olika sociala medier.

För att göra undervisningen mer levande i de praktiska delarna av utbildningen gör vi olika uppdrag för föreningar och andra. Under läsåret kom en förfrågan in från Grängesbergs skollovskoloniförening – som har fastigheter på Öddö – om vi ville komma ned och hjälpa till att bygga en altan samt vissa trädgårdsjobb. Vi tackade ja!

Öddö är en halvö som ligger utanför Strömstad. Den enda vägen dit är via färjan.

Så hur får man då eleverna med i detta uppdrag? Först och främst fick de planera bygget:

- Vad ska byggas?
- Hur ska det byggas?
- Vilket material behövs - både till underarbete och själva altanen?
- Hur ser man till att så lite material som möjligt går åt?
- Var kan man handla material – och hur transporterar man ut materialet till arbetsplatsen?



Det blev en hel del funderingar, skisser och beräkningar och övningar på att ringa telefonsamtal och skicka mail.

Vad gäller naturkunskapen så var den med både i planeringen av bygget men sedan tog vi givetvis chansen att prata om det fantastiska ekosystem Öddö ligger i, titta på olika växter och djur i havet, ta en båtut i skärgården och diskutera skillnader i biotopen vi lever i här i Dalarna mot den som är på västkusten och olika förutsättningar och utmaningar man ställs för när det gäller miljö och hållbar utveckling. Vad blir konsekvenserna av ett avloppssystem som går sönder på en ö eller i ett mindre samhälle på inlandet? Hur man kan bygga för att göra hus mer självförsörjande och hållbara. Vilka olika trender som finns idag inom byggnads- och transportsektorn?

Eleverna var också ansvariga för att organisera frukost, lunch och middagslag – vilket de skötte med bravur. Kvällarna var fria för bad, fiske och andra fritidsaktiviteter.



Oerhört intressanta dagar som uppskattades av både elever och lärare! Vädret var toppen – även om havet inte blivit så varmt än – och alla var överens om att vi hoppas att vi får komma tillbaka nästa år och jobba med något annat projekt!

Altanen blev precis så bra som vi planerat och kommer att användas flitigt av alla sommargäster till kolonin.

Vad finns det då för fördelar med att arbeta ämnesövergripande och att komma bort från den vanliga skolmiljön? Som flera elever själv sa - det här är väl inte skola? Det här är ju bara roligt!

När glädjen är med i undervisningen och arbetet lär man sig nya saker av bara farten och när man får jobba och lösa problem tillsammans stärks gruppen och alla får positiva effekter av det i slutändan. Undervisningen kan få vara ett äventyr! Inte bara något som händer instängt i ett klassrum.

Jenny Jansson, JennyJansson@vbu.ludvika.se

Stefan Lahr, stefanmartin.lar@vbu.se

Peter Lahr, peter.lar@vbu.se

Nicklas Burell, nicklas.burell@vbu.se

Thomas Jezek, thomas.jezek@vbu.se

Jan Jansson, jan.jansson@vbu.se

Peter Jederberg, peter.jederberg@vbu.se

Lärare i Västerbergslagens utbildningsförbund, Grängesberg



NYHET

VÄRMEKAMERA

Var är väggen dåligt isolerad, hur sprids värmen i kaffekoppen, kan rörelseenergi övergå till värmeenergi? Ta en bild och studera den i kameran, på datorn, i surfplattan eller på din telefon.



NYHET

KASTKANON

Klassisk mekanik med hastighet, vinkel, höjd, räckvidd och flygtid. Var landade kulan – stämde det med dina beräkningar?

KAMPANJ

EXPERIMENTERA MERA

Kan du blåsa upp en ballong inuti en flaska?
Klarar du att köra ett sugrör genom en rå potatis?
Mängder av spännande experiment för skolan och hemmet, med tydliga instruktioner, illustrativa bilder och en kort text som förklarar teorin bakom experimentet.

120 kr/st



Framåt
Sagitta
för Lärande

www.sagitta.se



KAN VARMT VATTEN FRYSA SNABBARE ÄN KALLT?

Under den kalla vintern har många lagt upp bilder på sociala medier över hur kokande vatten förvandlas till små isdroppar när det är riktigt kallt ute. Några har också konstaterat att det inte alls fungerar med kallt vatten. Många har hänvisat till Mpemba-effekten, som är ett lite annorlunda fenomen. Denna artikel tar upp några olika situationer där hett vatten kan frysa snabbare än kallt.

Mpemba-effekten: från glasstillverkning till systematiska undersökningar

”Åtminstone i Canada tror många att hett vatten fryser snabbare än kallt. Vissa säger att man inte ska tvätta bilen med varmt vatten eller att man ska spola en isbana med kallt vatten eftersom det varma vattnet fryser snabbare.” Detta konstaterade Kell 1969 (doi.org/10.1119/1.1975687) och noterar att effekten var känd redan av Aristoteles.

När Mpemba som lågstadielev ställde frågan i klassrummet om varför hett vatten fryser snabbare än kallt blev han utskrädd. På ett lov besökte han en vän som var kock i Tanga och brukade göra glass genom att sätta in en blandning av mjölk, socker och ananas i frysen. Vännen hade lärt sig av sin bror att det går snabbare så.

Några år senare var fysikern Osborne på besök i Mpembas gymnasium, och fick frågan från Mpemba om hur det kunde komma sig att hett vatten kan frysa snabbare än kallt. Osborne blev

förvånad – i de flesta fall ökar ju energiflödet mot temperaturskillnaden. Osborne tog dock frågan på allvar och lovade att återkomma. Han bad först en tekniker prova. Denne bekräftade Mpembas resultat, men lovade fortsätta tills han fick rätt resultat. Osborne genomförde sedan flera undersökningar om vad som krävs för att det varmare vattnet ska frysa snabbare. Så småningom ledde det till en artikel tillsammans med Mpemba där de också presenterar grafer över hur yttemperatur och botten temperatur varierar med tiden (iopscience.iop.org/article/10.1088/0031-9120/4/3/312).

Burridge skrev nyligen en artikel tillsammans med Lundastudent, Oscar Hallstadius, som kontaktat honom ([dx.doi.org/10.1098/rspa.2019.0829](https://doi.org/10.1098/rspa.2019.0829)). De konstaterade att Mpemba effekten kan vara en tacksam problemställning för kontakter mellan skola och forskning. De eliminerade skillnader så mycket som möjligt. De täckte även över behållarna för att undvika att avdunstningen skulle leda till mindre volym för det varma vatt-

net. När förutsättningarna var så lika de kunde få dem kunde de inte längre se att hett vatten skulle frysa snabbare än kallt.

Kell gjorde också en teoretisk analys, och konstaterade att experiment och teori är överens om att för tillräckligt höga starttemperaturer så fryser hett vatten snabbare än kallt – *om avkylningen sker genom avdunstning*, och att 100-gradigt vatten fryser på 90% av tiden som krävs för vatten vid rumstemperatur.

Mpemba och Osborne avslutar sin gemensamma artikel med konstaterandet att de fått rapporter om att varmvattenledningar fryser snabbare än kallvattenledningar när det är kallt: Det är inte möjligt att pröva giltigheten av detta påståendet i Tanzania.

Utelek i kallt väder

Tag en mugg eller termos fyllt med hett vatten och kasta det uppåt och lite åt sidan. (Du vill inte få vattnet på dig om experimentet inte fungerar!) Upprepa sedan med kranvatten och jämför.

Kranvattnet betar sig ungefär som



Bild 1. I riktigt kallt väder hinner vattendropparna frysa till små isdroppar innan de faller till marken. Foto: Richard Pendrill

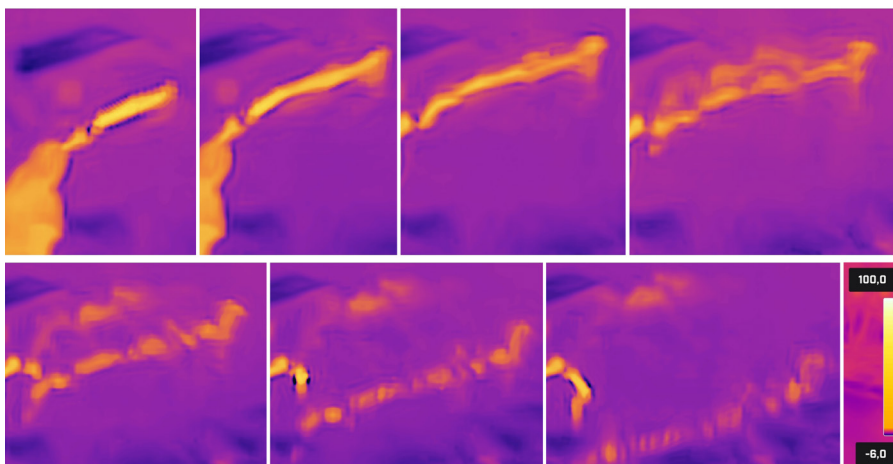
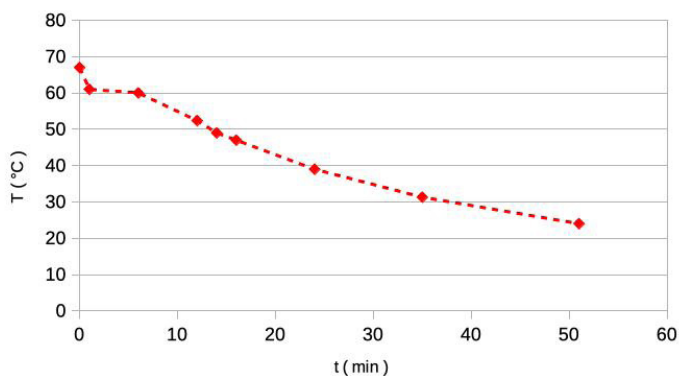


Bild 4. En sekvens av IR-bilder av kokhett vatten som kastas uppåt och lite åt sidan i utetemperatur ca -6°C .

Bild 3. Några IR-bilder av en mugg med kranvatten och en med kokhett vatten. Efter 50 minuter har vattenytan sjunkit ungefär 1 cm i muggen med det varma vattnet, men nästan inte alls i den andra muggen.

Bild 2. Grafen visar avlästa temperaturvärden för den varma muggen.



man väntar, medan det heta vattnet kan ge ett stort moln av ånga i vinterkylan. Är det riktigt kallt, kanske neråt -20°C , kan ångan omvandlas till små isdroppar och möjliggöra spektakulära experiment som i bild 1. Men hur kan det heta vattnet frysa så snabbt – och mycket snabbare än det kalla?

Avdunstning, kylning, stelning

För länge sedan fick mellanstadieelever lära sig att 1 kalori går åt för att värma 1 gram vatten 1 grad, medan det går åt 80 kalorier för att smälta 1 gram is och 539 kalorier för att omvandla 1 gram 100-gradigt vatten till ånga. Med SI-enheter gäller istället att det krävs 4.19 kJ för att värma 1 kg vatten 1 grad.

Avdunstning innebär avkylning.

När vatten avdunstar från en yta så kyls vattnet som blir kvar. 1 ml vatten som avdunstar kan kyla 1 dl vatten 5°C . Om vattenytan i en 10 cm hög mugg sjunker 1 cm, så svarar det mot att temperaturen i resten av vattnet sjunker i genomsnitt 50°C . Bild 2 visar en graf över hur en mugg med kokhett vatten kyls ned. Värdena är baserade på IR-bilder från en FLIR Pro Lt. (mät osäkerheten är ca 3°C) Några av dem visas i bild 3 I början dominerar avdunstning, men så småningom liknar grafen den exponentialfunktion man väntar sig från Newtons avsvältningslag.

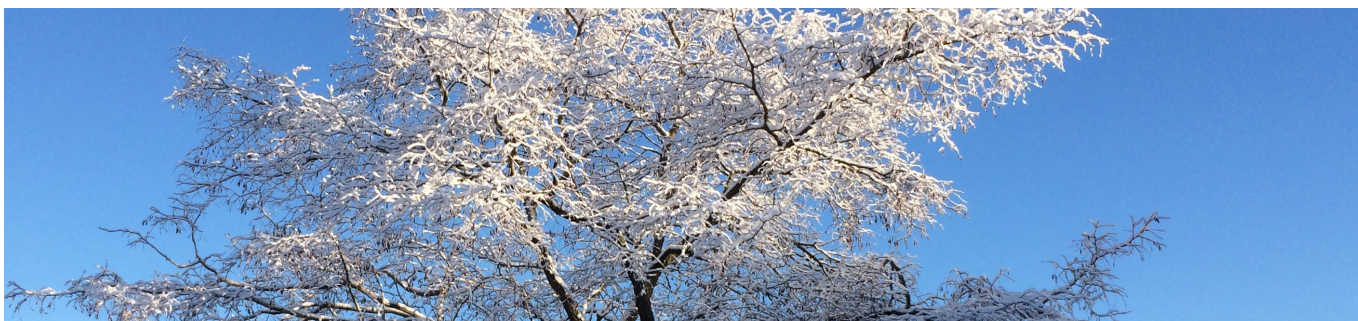
När det är riktigt kallt ute är det också ofta torrt och små vattendroppar kan snabbt bli ännu mindre genom avdunstning och frysa till isdroppar (bild 1). Om

en fjärdedel av en droppe kokhett vatten omvandlas till vattenånga så räcker det för att resten av droppen kyls ner till fryspunkten och fryser.

Bildsekvensen från en IR-kamera (bild 4) visar vad som händer när vatten från en termosmugg kastas ut i luft som är några grader under noll. Dels bildas vattenånga som blir kyls av och svävande i luften, dels större droppar som kyls långsammare men faller snabbare.

När fuktig dimma träffar en frusen sjö och det sedan blir väldigt kallt kan det ibland uppstå frostrosor, som på bilden överst på motstående sida och omslagsbilden till detta nummer.

Ann-Marie Pendrill
Ann-Marie@lmnt.org



DIMFROST, RIMFROST OCH ISBARK

Denna kalla vinter har även vi i södra Sverige fått uppleva några ovanliga isfenomen – och kanske också kunnat urskilja olika typer av frost och önskat namn för dem. SMHI beskriver i Kunskapsbanken några olika snö- och isfenomen under rubriken "Dimfrost och Rimfrost".



Det vi vanligen kallar rimfrost, som i trädet högst upp på sidan, verkar oftare vara dimfrost, som "bildas vid tät fuktdis eller dimma och minusgrader". Rimfrost däremot bildas "mest på horisontella ytor, som avkylts under 0°C genom utstrålning under klara och lugna nätter", som isblommorna på omslagsbilden – eller på bilden till höger, där man också kan ana att vinkeln i en vattenmolekyl är ungefär 104° (Foto: Lotta Johansson). Även frostrosor, isblommor och häriss beskrivs i SMHIs kunskapsbank.

Navets pedagoger blåste stora såpbubblor som frös – men sprack när de träffade de skarpa spetsarna från rimfrosten överst på snön. Se ruta till höger. När pedagogerna i stället jämnade ut snön kunde snöbollarna landa utan att spricka.

Om dimfrostbildning får fortsätta under lite längre tid kan det även bildas "hård dimfrost" eller "isbark" som på den isklädda muren på fotot nedan till vänster.

Läs mer

- www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/sno-och-isfenomen/dimfrost-och-rimfrost-1.17959
- www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/sno-och-hagel/iskristall-snotjarna-och-snoflinga-1.128625
och
[/sno-och-isfenomen/haris-1.3902](http://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/sno-och-isfenomen/haris-1.3902)

NAVET TIPSAR: FRYSA SÅPBUBBLOR

En rolig uteaktivitet när det är kallt utomhus är att frysa såpbubblor! Det behöver vara under -6 och så vindstilla som möjligt för att såpbubblorna ska kunna landa och hinna frysa. När vi gjorde experimentet ute så var det -12 grader.

Navet använder gärna sin egen såpbubblesmet: Blanda först 1 L vatten med 1 tesked bakpulver, och 1 tesked guarkärnmjöl. Vispa ordentligt. Tillsett sedan 4 matskedar diskmedel och rör försiktigt – det ska helst inte bli några bubblor. Bubblorna blir bäst som blandningen får stå några timmar före användning.

Man kan behöva jämna till snön för att bubblorna inte ska spricka när de landar

Josephine Stensson, Pedagog på Navet, Sjuhärads science center
Josephine.Stensson@navet.com





Samarbete och glädje. Bild från laborationen i fysik under träningslägret.
Foto: Suzanne Bruks

I trappan på Vetenskapens Hus
Foto: Jonas Forshamn

SVERIGEFINAL I EOES

Den sista helgen i januari var det dags för Sverige-final i EOES – European Olympiad of Experimental Science (eoes.se). 27 ungdomar träffades under två dagar. Under tävlingsdagen delades de in i lag med 3 elever i varje, för att genomföra experimentella uppgifter inom fysik, kemi och biologi. Sex av eleverna utses att representera Sverige i Olympiaden som äger rum i Luxemburg i april 2024. En av lärarna som var med och organiserade den experimentella tävlingen berättar här om helgen.

Hur långt är det mellan jorden och månen, är det någon som vet? “385 000 km!” svarar någon snabbt. “Nörd!” ropar landskoordinatör Jonas Forshamn och alla ungdomarna viker sig i hjärtliga skratt. Ett ord som sägs med värme och innebär något positivt. Vi älskar det här, och är stolta nördar allesammans. EOES-helgen är inte bara en tävling i naturvetenskap, utan en gemenskap och en möjlighet att träffa likasinnade.

Att möta en grupp på 27 elever som med gnistrande ögon ställer frågor om kvantmekanik, kemisk bindning, avancerad matematik och enzymatisk aktivitet hör inte till vanligheterna för en högstadielärare. En känsla av tacksamhet och värme infinner sig. Att få träffa dessa ungdomar och hänga med under

tva dagar i naturvetenskapens tecken är en ynnest. Dagar där skratt blandas med konspirationsteorier och funderingar kring hur det var med den där Schrödingern och hans katt egentligen, var den död eller levande?

“God mat, roliga aktiviteter och en massa nya kompisar. Det har varit toppen!” sammanfattar en av ungdomarna helgen när jag frågar hur den har varit. Hen är nöjd. Trots att slutprovet kändes svårt och att många upplevde att det egentligen skulle kunna bättre, så har helgen blivit till ett varmt minne. Jag håller nickande med.

Suzanne Bruks,
lärare 7-9 Grubbeskolan Umeå
Suzanne.Bruks@umea.se

Till Luxemburg

Följande elever har utsetts till att representera Sverige i den europeiska **EOES-olympiaden** i Luxemburg: Olga Drapella, Nils Ericsonsgymnasiet, Trollhättan, Ester Ekblad, Gymnasieskolan Spyken, Lund, Koen Ipsen, ProCivitas Malmö, Malmö, Adam Mehranrad, Engelbrektskolan, Stockholm, Oliver Palmkvist, Berzeliuskolan, Linköping, Eric Thornburn, Hitachigymnasiet, Västerås

Läs mer

EOES Sverige: www.eoes.se

SCIENCE ON STAGE 2024

Lärare från hela Europa träffas 12-15 augusti i Åbo för att dela med sig av sina projekt. Sverige representeras av sju projekt som beskrivs nedan. Dessutom deltar två svenska lärare i samarbetsprojekt för tidigare deltagare i Science on Stage.

Hållbarhet och vardagens kemi

Under detta kemiprojekt får eleverna under några veckor söka efter och presentera kemi som de har funnit i vardagen. Baserat på molekylernas kemiska egenskaper placerar eleverna dem i en modell av biosfären. Sedan följer en diskussion om hantering och återvinning av kemikalier, och även påverkan på samhället, i anslutning till Agenda 2030. Projektet avslutas med en laboration med tema substitution, där eleverna skapar plast från stärkelse.

Maja Jonsson,
Procivitas Privata Gymnasium, Uppsala
Maja.Jonsson@procivitas.se

Startuppgifter och fler whiteboards – ett framgångsrecept i matematik för alla elever

Varje matematiklektion börjar med att varje elev får en startuppgift som består av 8-10 enkla – men inte för enkla – matematikuppgifter från blandade områden. Detta har visat sig vara en bra start, ge minskad matematikångest och ge en känsla av att lyckas i början av varje lektion. Efter det startar lektionen där eleverna bland annat samarbetar i grupper om 3 elever, stående vid stora whiteboards. Detta uppmuntrar eleverna till gemensamt tänkande, både i tal och skrift, och stärker elevernas kommunikativa förmågor och språkutveckling. Detta arbetssätt fungerar oavsett elevernas förståelse. När dessa olika metoder integreras i den vanliga undervisningen bidrar det till elevernas tro på sin egen matematikförmåga och deras strävan att nå längre.

Helena Dalivin och Agneta Jansson,
Gröndalsskolan, Nynäshamn
Helena.Dalivin@nynashamn.se,
Agneta.Jansson@nynashamn.se

Genetik och modeller för att förstå endemiska genetiska sjukdomar

Detta är en genetikmodul som omfattar föreläsningar, grupparbete, labbesök och experiment. Under laborationer studeras genernas betydelse för överlevnad, fortplantning och fettupbyggnad. Eleverna jämförde tre fruktflug varianter som fick normal eller fettrik diet, och observerade överlevnad, fett och antal puppor. Eleverna upptäcker att de vinglösa fruktflugorna har best överlevnad. De diskuterar sedan miljöns och genetikens påverkan på endemiska sjukdomar, såsom fetma. Deras praktiska arbete förstärker en vetenskaplig förståelse, i synnerhet förmågan att urskilja kausalitet.

Alexandra Bäcklund, Widerströmska
gymnasiet, Huddinge
Alexandra.Backlund@edu.huddinge.se

CSI – Crime scene investigation

Projektet CSI är en spännande blandning drama, elevsamarbete och naturvetenskap. Eleverna möts av en brutal brottsplats efter ett mord i ett forskningslaboratorium på ett sjukhus. Det finns ett antal misstänkt och sex olika spår som säkrats som ska leda dem till mördaren och offret. Med förenade krafter och kunskaper i biologi kan studenterna lösa och även förklara mordet. Utvecklingen av nya antibiotika står i centrum för brottsplatsen och genom blodanalys, DNA, mikroskopi och fingeravtryck kan en efter en av de misstänkta uteslutas. Undersökningen visar också på naturvetenskapen och dess skönhet.

Suzanne Bruks, Grubbeskolan, Umeå
Suzanne.Bruks@umea.se



Whiteboard



CSI-brottsplatsen

Att fostra för hållbar utveckling

Detta projekt sträcker sig över 4 år, för elever mellan 6-9 år, och omfattar arbete med flera olika delar av ekosystem, som fjärilar, fåglar, bin och fiskar. Eleverna har byggt fågelholkar, fött upp fjärilar och samarbetat med den lokala sportfiskeklubben. Vi strävar efter att bygga ett hållbart åtagande mot naturen genom naturupplevelser som förstärker kunskaperna från klassrummet och skapar engagemang. Projektet syftar till att visa betydelsen av individuella handlingar och deras positiva påverkan på naturen, med en vision om att fostra ansvariga samhällsmedborgare som kan fatta välbalanserade beslut för en hållbar utveckling.

Sara Torstensson, Emma Bäck,
Sisjösolan, Göteborg
Sara.2.Torstensson@grundskola.
goteborg.se,
Emma.Back@grundskola.goteborg.se

Att undervisa om proteinstruktur i 3D

Att bygga modeller är ett utmärkt sätt att förstå komplicerade biokemiska begrepp. I detta projekt fokuserar vi på proteiner som är centrala för processer i cellen. Vi använder handgjorda 3D modeller som representerar hur pepsin fungerar. (Pepsin är ett enzym i magsäcken som bryter ned proteiner från födan.) Modellen underlättar diskussioner av proteinstruktur, veckning, växelverkan, pro-enzym aktivering och egenskaper hos aminosyror. Vi talar också om inhibitorer, speciellt

allosteriska inhibitorer. Därefter använder eleverna ett on-line verktyg (PDB) för att utforska en kristalliserad pepsinstruktur före och efter aktivering, och även med och utan substrat-bindning. Denna digitala aktivitet är mer komplex, och visar eleverna betydelsen av kemisk bindning för hur proteiner fungerar.

Muna Amanuel, Procvitas Privata
Gymnasium, Stockholm.
MunaMajid.Amanuel@procvitas.se

Att göra det osynliga synligt

Detta projekt låter studenterna omges av exempel på kemiska reaktioner i vardagen. Med inspiration från Uteskolor får eleverna jaga exempel på oxidation, och fånga in och diskutera dem. Med zink och kopparsulfat får de se och beskriva oxidationsprocessen. Den andra fasen av projektet använder ping-pong bollar för att utforska submikroskopiska principer och koppla ihop reaktioner symboliskt. Eleverna länkar då formler till fysiska förändringar, och utvecklar ett perspektiv på hållbar utveckling. Projektet betonar betydelsen för ekonomi, samhälle och säkerhet, och blir en brygga mellan teori och praktik för naturvetenskap i vardagen.

Yina Salamanca, Vegaskolan, Haninge
Muna Amanuel, Procvitas Privata
Gymnasium, Stockholm
Yina.Salamanca@haninge.se

Internationella samarbetsprojekt

Utöver dessa individuella projekt väljer Science on stage också ut samarbetsprojekt mellan tidigare deltagare från olika länder som får visas upp på festivalen. Sverige är med i två av dessa.

Att behålla elevernas energi för att lära sig om energi

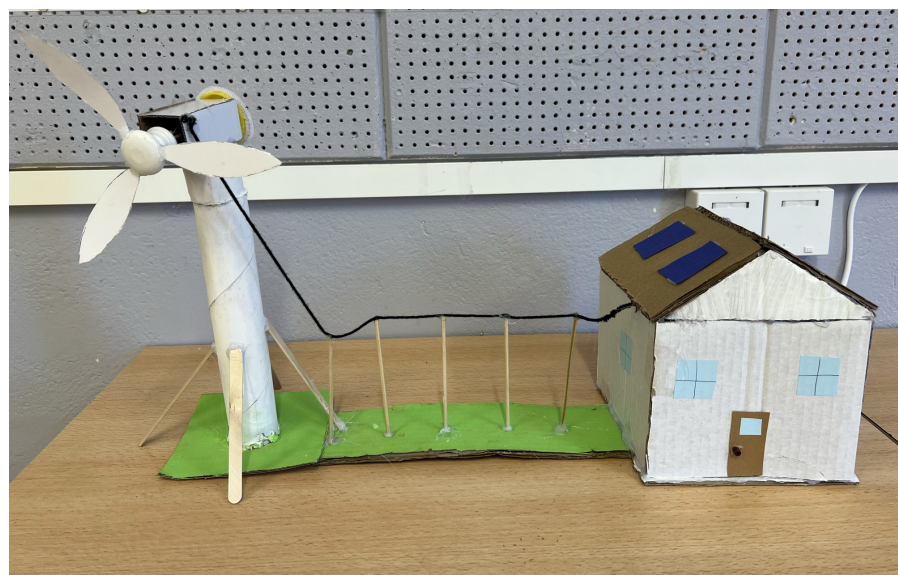
Detta är vårt tredje samarbetsprojekt. Vi har alltid arbetat över ämnesgränserna och med modellbygge. I detta projekt har eleverna arbetat med energiomvandlingar, elektricitet och kodning. De jämför ländernas olika sätt att producera energi innan de bygger modeller för att förklara olika former av energiomvandling. Vi märker att arbetet blir viktigare för eleverna när de har en verklig mottagare för arbetet och ett annat land att jämföra med. Efter tre projekt tillsammans ser vi fördelarna för våra elever, som har blivit mer entusiastiska, intresserade och motiverade, vilket leder till ökat lärande på en djupare nivå.

Emma Lindahl, Älghults friskola,
Älghult och Nino Abesadze, Georgien
EmmaLiljenberg@hotmail.com

Tryck Play – Uthålligt liv på månen

Detta gemensamma projekt har omfattat skolor i England och Sverige, och studera möjlighet för hållbara resor och boende på månen. Till grund för planering använde vi månen 6, 7, 11, 12 och 17 för hållbar utveckling. Eleverna har byggt modeller med LEGO och utvärderat sina ideer, från bubblor att bo i till raketsystem. Projektet har varit lekbaserat och elevlett, där LEGO-byggen fick vara en utgångspunkt för elevernas ideer. Eleverna har sedan valt ett av två teman att fokusera på: Att bygga bostäder för ett samhälle, eller att se hur man skulle kunna förse ett mån-samhälle med mat och vatten på ett hållbart sätt.

Jenny Rastovic, Strömsnässkolan, Markaryd och Sophie Brace, Storbritannien
Jenny.Rastovic@markaryd.se



Svenska rörliga modeller

Läs mer

www.science-on-stage.eu
och i Facebookgruppen
ScienceOnStageSweden

SOMMARFORSKNING FÖR GYMNASIEUNGDOMAR

För trettande gången sedan 2011 kommer **Rays (Research Academy for Young Scientists)** att ge elever som läser andra året på gymnasiet en chans att forska på riktigt, skapa minnen för livet och umgås med likasinnade. Rays är en sommarforskarsskola som riktar sig mot alla elever som har ett gediget intresse för forskning inom naturvetenskap, matematik eller teknik.

Studiebesök i AstraZenecas labb 2023

Vad är forskning?

Rays går ut på att ge de drygt 20 gymnasister som antas en komprimerad helhetsbild av vad forskning innebär. De börjar genom att i sin ansökan specificera vilka ämnesområden de är intresserade av, vilket hjälper arrangörsgruppen att matcha eleverna med forskningsmentorer. Under första veckan tränas grundläggande färdigheter inom vetenskapligt tänkande, akademiskt skrivande och programmering. Deltagarna får också inläsningsmaterial inom sina ämnen för att kunna formulera en frågeställning. Denna frågeställning är i vissa fall begränsad till forskningen som forskningsmentorn bedriver, men inom vissa ämnesområden som ren matematik får eleven mycket frihet i att hitta en fråga de tycker är spännande. Under de nästkommande två veckorna forskar de på plats i KTH, SU eller KI under ledning av sina respektive forskningsmentorer. Resultaten av forskningen sammanställs i en slutrapport under den fjärde och sista veckan, som sedan avslutas med presentationer inför en publik på Tekniska museet. Dessa presentationer ska vara populärvetenskapliga i karaktär och riktas mot allmänheten.

Minnen för livet

Genom sitt fokus på forskning lyckas Rays varje år samla elever som brinner för naturvetenskap, teknik och matematik,

och det är ingen slump att dessa elever brukar ha mycket gemensamt. Genom att bo tillsammans under fyra intensiva veckor fyllda av inte bara inläring och arbete utan även sociala aktiviteter knyts vänskapsband för livet.

Tidigare projekt

Rays har sedan sin uppstart producerat många rapporter som går att läsa på hemsidan (raysforexcellence.se). Dessa har delats upp i kategorierna teknik, matematik, fysik, kemi samt biologi och medicin med stor variation även inom kategorierna. Bara året 2023 hade eleverna gjort forskning inom allt från placker i hjärnan som kan ge upphov till Alzheimers till teorier om kosmisk friktion och koldioxidinfångning. I praktiken består projekten ofta av att hjälpa forskningsmentorerna, vilket betyder att deltagarna får en inblick i aktuell forskning; lär sig att utföra experiment eller teoretiska studier samt bekantar sig med simulering och dataanalys med datorer. Det brukar vara två eller tre elever per forskningsmentor vilket gör att eleverna kan lära sig från varandra och få stöd när de navigerar svåra ämnen. Det som brukar hända är att eleverna då vinklar sina frågeställningar något för att ändå ha ett unikt arbete. Som ett exempel hade två elever i 2022 projekt om databehandling inom strömningsmekanik under samma mentor.

Den ena fokuserade på huruvida förenklade modeller av en blandningsprocess kunde användas i samband med neurala nätverk för att återskapa ursprungliga datan, medan den andra arbetade med att extrahera användbara samband ur högdimensionell data från strömningsmekaniska modeller.

Allmänbildning och inspiration

Rays har under många år haft Lance Rhoades, professor vid University of Washington, på besök för att hålla i litteraturvetenskapliga föreläsningar. Varje år väljer han en bok som eleverna ska ha läst innan Rays drar igång, och som sedan diskuteras och analyseras under den första veckan parallellt med att eleverna lär sig om forskningsmetodik. I stil med många amerikanska universitet tycker vi som arrangerar Rays att inslag av humaniora är viktigt för att ge en bredare världsbild och ge hjärnan omväxling. Förutom forskningsprojekten och sociala aktiviteter kommer eleverna att få lyssna på inspirerande föreläsningar om livet som forskare, olika ämnesområden samt praktiska aspekter av studie- och yrkeslivet. Många av dessa hålls av Rays-alumner som fortsätter att visa starkt intresse i att dela med sig av sina erfarenheter och ge tillbaka till Rays, långt efter de påbörjat sina karriärer.



Rays 2023 på hajk

Varför söka?

Rays bygger på Unga forskares mål att göra naturvetenskap och teknik till ett lika vanligt och socialt accepterat fritidsintresse som allt annat. Vissa av våra deltagare säger att deras intresse för vetenskap aldrig riktigt fått möjlighet att utvecklas tidigare. Ambitiösa ungdomar bör tidigt ges en känsla för vetenskapens betydelse i samhället och värdet av deras eget vetenskapliga intresse.

Har du elever som drömmer om en framtid inom naturvetenskap, matematik eller teknik, och som läser andra året på gymnasiet? Påminn dem om att ansöka före 31:a mars till vår kostnadsfria sommarforskarsskola. Ansökan är omfattande, men vi hoppas att det inte ska avskräcka eleverna, utan erbjuda dem en möjlighet att utvecklas.

Vi hoppas att kunna få er hjälp i år.

Arrangörgruppen Rays 2024

Info sommarforskarsskolan Rays

När? 16 juni - 14 juli

Var? Strängnäs

Hur? Ansök på raysforexcellence.se/ansok
senast 31 mars

Kostnad? Helt gratis

Mer info? raysforexcellence.se

RAYS sommarforskarsskola anordnas med stöd av Beijerstiftelsen, Tekniska museet, Europaskolan, Svenska tekniska vetenskapsakademien i Finland, skolresurs.fi, AstraZeneca, Per Skårman's stiftelse, Stiftelsen Kungl. Patriotiska Sällskapet, Magn. Bergvalls stiftelse, Stiftelsen Hierta Retzius stipendiefond, Stiftelsen Oscar och Maria Ekmans donationsfond, Stiftelsen Oscar Hirschs minne, Olle Engkvists stiftelse, Stiftelsen Bengt Lundqvists minne, Åhlén-stiftelsen, Stiftelsen Lars Hiertas minne.

Bäst i klassen!

Redo att förbättra PISA-resultaten?

Scala Matematik är ett nytt, heltäckande läromedel för åk 7–9. Läromedlet innehåller en mängd uppgifter och exempel som stöttar och utmanar eleverna oavsett nivå.



**Bygger
på forskning
– stort fokus på
repetition!**

Läs mer på nok.se/scala

FÖRRA NUMRETS PROBLEM: 1. ELBILAR

Eldrift är förhoppningsvis ett led i vår strävan mot fossilextensiva transporter. Det kan vara intressant att jämföra bilar med traditionella värmemotorer med eldrivna:

1. Varför måste bilar med värmemotorer ha kylare men inte (nödvändigtvis) eldrivna?
2. Varför påverkas maximala körsträckan vintertid så mycket för elbilar men knappast alls för bilar med konventionella motorer.
3. Varför har en konventionell bilmotor växellåda men vanligtvis inte en elbil?
4. Elbilar är enklare än konventionella genom färre komponenter. Ge exempel på flera sådana komponenter som saknas i elbilar.
5. Det har sagts att en elbil levereras med ångest över hur långt man kommer på en "tankning". Rätt eller fel? Uppskatta en övre gräns för möjlig energitäthet i ett batteri jämfört med konventionellt kolväte. Motivera!

Svar och kommentarer

1. Värmemotorer omsätter bara ungefär en tredjedel av tillförd energi till nyttig energi. Det innebär att större delen av tillförda energi blir termisk och behöver kylas bort mer eller mindre aktivt med kylare av olika utformning. Det kan ske med luftkylare som i den klassiska skalbaggen (Volkswagen), med kylflänsar som i klassiska motorcyklar eller med vattenburet kylsystem. Elmotorer har däremot en verkningsgrad på 90% eller mer, så resterande termisk energi behöver i regel inte kylas bort aktivt för standardbilar.
2. Den höga verkningsgraden hos elbilar innebär en nackdel på vintern, eftersom en hel del av tillgänglig effekt krävs för att värma kupén. För att få längsta möjliga körsträcka vintertid bör man före färd värma upp kupén från nätet och i möjligaste mån använda stols- och rattvärme. Termiska effekter är i regel stora effekter. Obs att detta gäller även

sommartid; att kyla ett visst antal grader kräver faktiskt mer energi än att värma lika många grader; AC är en energibov!

En annan del är att det ökande rörelsemotståndet i snömodd också minskar körsträckan mer för en elbil än en för en konventionell bil, eftersom det ökande motståndet tar en större del av bilens tillgängliga energi: Den energi i batteriet som är tillgänglig är mycket mindre än den som finns i tanken på en konventionell bil. Ett kallt batteri har också lägre verkningsgrad än normalt, men motsvarande gäller också för värmemotorer.

3. Elmotorer har en helt annan vridmomentkurva (vridmoment som funktion av varvtalet) än värmemotorer; Elbilar har så högt vridmoment redan vid lågt varvtal, att växellåda i regel inte behövs. Men detta har ett pris: Elbilar sliter däck mycket snabbare än konventionella bilar; man kan räkna med halva totala körsträckan. Det beror också på att elbilar i regel är ganska mycket tyngre än motsvarande konventionella bilar; batteriet väger en hel del.
4. I elbilar behövs inte många av de delar som måste till i konventionella bilar: Kylare med alla dess attiraljer som vattenpump, fläkt och fläktrém; startmotor, generator, växellåda som sagt, motorblock med cylindrar och topplock. Vidare motorolja, tändstift, bränsletank, avgassystem, ev. kardanaxel, you name it! Om elbilen har motorer på individuella hjul behövs ingen differential heller, eller rättare: differentialen är mjukvarumässig och styr individuella drivhjul digitalt.

Däremot har även elbilar ett 12 V batteri som vid körning laddas av det stora 400- eller 800 volts batteriet via den 12 V buss som underhåller bilens alla digitala funktioner. Detta "extra" batteri är i regel mindre än batteriet i konventionella bilar, och det lever ofta ett glömt liv i skuggan

av sin mycket större kompis. Vid långa stillestånd eller om det stora batteriet tömts för mycket kan det finnas risk för att bli stående om 12 V-batteriet inte håller spänning – en erfarenhet bl. a. från E22-debacket januari denna vinter i Skåne. Normalt underhålls 12 V-batteriet även vid laddning och vid lång avställning av det stora batteriet, men det bör inte glömmas bort. Detta gäller f.ö. också konventionella bilar. En god regel: Underhållsladda!

5. Man såg när ett tusental fordon blev stående på skånska E22 att elbilar är utsatta på ett annat sätt än bilar med värmemotorer. Den enkla anledningen är att ett elbilsbatteri kan innehålla mycket mindre energi än en full bränsletank. Detta betingats förstås av elbilens högre verkningsgrad. Men det innebär också att en fulltankad vanlig bil har en bränslereserv som kan hålla bilen varm i mer än ett dygn jämfört med ett par timmar för elbilen.

Så hur kan man uppskatta en övre gräns för energitätheten i ett batteri jämfört med konventionellt bränsle? Jo, båda använder bindningsenergi som förmedlas av yttre atomära elektroner. För att få hög energidensitet är det fördelaktigt att använda sådan energi hos lätta atomer (som litium, inte bly) eller molekyler som kolväten – det ger optimal energi per massa och lätta atomer binder starkare än tyngre. Detta ger en *övre* gräns för energidensiteten i ett optimalt batteri av samma storleksordning som i ett kolväte. En annan möjlighet vore en bränslecell som kan "förbränna" vätgas utan låga, men dess energidensitet blir ändå låg på grund av gasens volym. Så även om utvecklingen av varit enorm senaste halvseket kan ännu mycket återstå för att energidensiteten i (atomära) batterier ens ska närma sig dem i flytande kolväten.

Carl Erik Magnusson
CalleMagnus@mail.com

FÖRRA NUMRETS PROBLEM: 2. MOGENSEN MOT ISS

Den 26 augusti lyfte den danske astronauten Andreas Mogensen och tre astronautkolleger mot rymdstationen ISS med rymdfarkosten SpaceX Dragon Endurance. På filmen <https://youtu.be/ITb4cjYPI7c> visas några viktiga delar av uppskjutningen. Den som följde hela förloppet kunde notera att när farten blev 27000 km/h, dvs 7,5 km/s, på höjden 20 mil, så släppte astronauterna loss en liten leksaks-sengångare som 'zero-g-indicator'. Hastighet och höjd var sedan nästan konstanta under några minuter – men varför just denna hastighet?

Flykthastigheten från jorden är $v_{\text{flykt}}^2/2 = GM/R$, där G är den allmänna gravitationskonstanten, M är jordens massa och $R \approx 637$ mil är jordens radie. Genom att utnyttja att tyngdaccelerationen vid jordens yta är $g = GM/R^2$ får vi ett enklare uttryck för flykthastigheten $v_{\text{flykt}} = \sqrt{2gR} \approx 11,2$ km/s.

Farten för en omlopps bana nära jordens yta ges av villkoret att centripetalaccelerationen ska vara precis tyngdaccelerationen, dvs $v_{\text{bana}}^2/R = g$, vilket ger $v_{\text{bana}} = \sqrt{gR} = v_{\text{flykt}}/\sqrt{2} \approx 7,9$ km/s. Varför åkte Andreas Mogensen inte lika fort?

Svar

Gravitationskraften avtar något med höjden, enligt $g(h) = GM/(R+h)^2$. Det innebär att farten i en cirkulär omlopps bana på höjden h bör ges av $v^2(h)/(R+h) = GM/(R+h)^2$, vilket ger

$$v(h) = v(0)\sqrt{\frac{R}{R+h}} \quad (1)$$

På 20 mils höjd krävs då 7,8 km/s.

Om farten bara är 7,5 km/s kommer rymdfarkosten att sakta närma sig jorden om den inte då och då tillförs energi.

Banan på 20 mils höjd är en 'parkeringsorbit' – parkeringsbana – där den fortsätter i väntan på de Hohmannmanövrer som i ett antal steg ska ta

dem till samma elliptiska bana som ISS, närmare och närmare.

De olika banorna illustreras på sidan www.spacex.com/launches/mission/?missionId=crew-7 och diskuteras också i en film från Space X om *Crew-7 approach and Docking*: youtu.be/bE5yo5WLFkQ.

Se också
DOI 10.1088/1361-6552/ab5f4c.

Keplers lagar och elliptiska banor

När farten är för låg för att kunna hålla en rymdfarkost i cirkulär bana på en viss höjd så blir banan i stället en ellips.

Den totala energin är summan av lägesenergin, $E_p = -mGM/(R+h)$ och rörelseenergin, $E_k = mv^2/2$. För en elliptisk bana gäller $(E_k + E_p)/m = -GM/2a$, där a ges av medelvärdet av största och minsta avståndet, dvs $2a = r_A + r_P$. För farten 7,5 km/s på höjden 20 mil över jordytan får vi: $(E_k + E_p)/m \approx -32$ MJ/kg och $a = 614$ mil. Eftersom $a < R$ innebär detta att delar av banan skulle vara under jordytan och att ellipsens kortaste avstånd till jordens centrum skulle bli $r_P = 2 * a - r_A \approx 572$ mil. Excentriciteten $e \approx 0.068$ ges t.ex. av sambandet $r_A/r_P = (1+e)/(1-e)$. Lillaxeln ges då av $b = a\sqrt{1-e^2} \approx 612$ mil.

Från parkeringsbana till rymdstation

Den internationella rymdstationen ligger på högre höjd, ca $h_{ISS} = 35$ mil. För en cirkulär bana på den höjden krävs bara en fart 7.7 km/s – alltså långsammare än i banan på 20 mils höjd. Däremot är totala energin större, -29.6 MJ/kg i stället för -30.3 MJ/Kg. Hur kan man komma till rymdstationen från parkeringsbanan?

Om farten längst bort från jorden ökar med 285 m/s så skulle banan bli cirkulär – men inte högre än $h = 20$ mil över jordytan. Om farten ökas ännu

mer bli banan elliptisk. För att komma till en bana på 35 mils höjd behövs (minst) två manövrer. Först en korrektion till en elliptisk bana där högsta höjden är 35 mil. När man sedan nått en punkt 35 mil från jorden krävs att raketten ger ytterligare energi så att farten blir 7.7 km/s – det som behövs för en cirkelbana på 35 mils höjd.

Odins korpar flyger tillsammans

Den 20 januari fick missionen Huginn sällskap av Muninn, och två skandinaviska astronauter tillbringade de följande veckorna tillsammans på rymdstationen ISS. Marcus Wandt konstaterade under välkomstceremonin att det var en märklig känsla när att någon knackade på luckan till Dragon-kapseln efter att han och resten av besättningen hade tillbringat 36 timmar ensamma i rymden.

Efter två och en halv vecka var det dags att gå tillbaka in i Dragon-kapseln, koppla loss den från rymdstationen och påbörja resan tillbaka mot jorden.



Välkomstceremonin för besättningen från Muninn. Marcus Wandt längst till höger och Andreas Mogensen med mikrofon. (NASA-tv)



ESA –
K. Lochtenberg

PROBLEMSPALTEN FYSIK

NYTT PROBLEM

Snö, vind och strålning

1. En dag i januari visade väderprognosen en temperatur 4°C , med tillägg «känns som -2°C », på grund av vinden, 8m/s och upp till 16m/s i vindbyarna. Gör vinden att snön smälter snabbare, långsammare eller inte alls?
2. Längre norrut ska temperaturen bli -16°C , men kännas som -22°C . Du vet att kylarvätskan i din bil ska klara temperaturer ner till -18°C . Räcker det?
3. De flesta av oss har väl skrapat bilrutor och känner igen följande situation: Din bil står parkerad på stadsgatan utanför din bostad. Efter en blåsig dag med regn har det klarnat upp på kvällen och blivit stiltje. Det är ett par minusgrader i luften följande morgon, när du kommer ut och ska använda bilen. Du behöver skrapa bilrutorna. Rimfrosten sitter hårt på vindrutan men bilens sidrutor kräver mycket mindre ansträngning att få isfria, kanske fungerar det t.o.m. med gummiskrapan. Analysera och förklara iakttagelsen i sista meningen!
4. Vi tänker oss att det efter en vindstilla, klar och kall vinterdag kommer in en molnskärm och att temperaturen då stiger betydligt, även om det fortfarande är vindstilla. Man hör ibland att temperaturstegringen beror på att utstrålningen reflekteras mot molnen. Detta är inte en god beskrivning, men man kan få intrycket att den stöds av figuren på sidan 4 i KVA-publikationen kva.se/app/uploads/2022/09/VS2OmKlimatet.pdf
Gör en analys och beskriv hur man mer korrekt kan beskriva fenomenet. Vilka fenomen rör det sig om? Hur skulle bilden i publikationen kunna modifieras för att bättre återge det verkliga skeendet?

Carl Erik Magnusson
och Ann-Marie Pendrill

CalleMagnus@mail.com
Ann-Marie@lmnt.org

DET HÄNDER

Forskarskolor

14 JUNI - 4 AUGUSTI

Karolinska: Sommarforskerskola med biomedicinsk inriktning Ansök senast 27 MARS

Se också **KI:s forskarskola i beräkningsbiologi och bioinformatik**. Ansökan senast 3 APRIL
utbildning.ki.se/sommarforskerskola-med-biomedicinsk-inriktning-for-gymnasieelever

16 JUNI - 14 JULI

RAYS Research Academy for Young Scientists

Strängnäs. Ansök senast 31 MARS

raysforexcellence.se/ansok

VECKA 31 (28/7-3/8)

Forskarskola i Karlskoga med fokus på kemi och livsvetenskaper, för gymnasister i Nv2/Te2

Anmälan senast 9 APRIL

www.fsik.se/

6-8 AUGUSTI

Sommarforskerskola i Abisko, Sveriges Unga Akademi. Ansök senast 22 APRIL.

sverigesungaakademi.se/sommarforskerskolan-forskarmoten-i-abisko

Tävlingar, gymnasiedagar och öppet hus mm

20 MARS **Lärarinspirationskväll: Låt tekniken ta plats i fler skolämnen!** Tekniska museet i Stockholm

tekniskamuseet.se/skola/inspirationskvallar-for-larare Ansök senast 13 MARS

Utställningen Unga forskare

8 APRIL digital finalutställning

10 APRIL Södertälje

ungaforskare.se

Unga forskare

8 APRIL digital finalutställning

10 APRIL Södertälje

ungaforskare.se

Her Tech Future, Lund: LTHs största rekryteringse-

vent. **Nobelpristagaren Anne L'Huillier** är en av talarna

www.lth.se/htf

Teknikåttan

18 APRIL Regionfinaler

24 MAJ Riksfinal på Tekniska museet i Stockholm

teknikattan.se

VI BORDE INFÖRA BRÅKSYSTEMET

Skulle vi kunna tänka oss att införa begreppet bråk-systemet, för allt som har att göra med hur man rent notationsmässigt använder och opererar på bråk?

Vi har aldrig sett termen bråkssystemet användas, annat än av oss själva. Vi har ju redan termen positionssystemet. Det är en bra term för det indikerar att vårt vanliga sätt att skriva tal bygger på ett visst system, det vill säga ett notationssystem eller symbolsystem. En symbol är en godtycklig krumelur som står för något som att krumelurerna 2 eller 5 står för två olika tal. Men ett symbolsystem är inte bara en samling krumelurer. I symbolsystem finns det specifika regler som exakt beskriver vad som händer när olika symboler i systemet kombineras med varandra. 25 och 52 betyder två olika saker i vårt positionssystem med tiobas. Och $2/5$ och $5/2$ betyder två olika saker i bråkssystemet. I Nationalencyklopedien beskrivs matematiken som *en abstrakt och generell vetenskap för problemlösning och metodutveckling*. Men det borde också ha stått ... och *utveckling av symbolsystem*. Symbolsystem är väldigt användbara uppfinningar och matematiken är full av dem för att de hjälper oss att utföra avancerade operationer med minimal tankemöda. Vi menar att matematikundervisningen i allmänhet i högre grad borde fokuseras på att få elever att gå från att resonera med hjälp av bilder och konkreta situationer, till att resonera med hjälp av relationer i symbolsystem.

Men till bråkssystemet. Bråkssystemet har många användbara egenskaper. Följande anser vi vara de viktigaste som borde vara prioriterade i all undervisning som involverar bråkuttryck:

1. Det finns oändligt många ettor, eftersom $aa=1$ för varje slags a du kan tänka dig (förutom 0). Och eftersom bråk lever i en multiplikativ värld kan man peta in och plocka ut kreativa former av ettor ur uttryck som man vill.
2. I bråkssystemet är det väldigt enkelt att multiplicera. $3/5 \cdot 4/7 = (3 \cdot 4)/(5 \cdot 7) = 12/35$.

3. I bråkssystemet kan allt utom 0 inverteras multiplikativt på ett busenkelt sätt. Om vi har ett visst bråk, t ex $2/5$, kan vi skapa ett annat bråk som multiplicerat med det första blir 1 genom att bara vända upp och ned på det. $(2/5) \cdot (5/2) = 1$. Varför? Det följer om man först använder punkt 2 och sedan punkt 1 (prova!)
4. Bråkssystemet erbjuder en metod för att skala en kvantitet till en annan (så länge inte 0 är inblandat). För att skala 7 till 8 multiplicerar man med $8/7$. För att skala a till b multiplicerar man med b/a .
5. Bråkssystemet erbjuder en trivial metod att beskriva förhållandet mellan a och b , nämligen a/b .

Bråkssystemet har *ingenting* i sig att göra med del av helhet eller del av antal som är de sätt som i undervisningen oftast används för att introducera bråk och brånotationen. Men del av helhet och del av antal, så som det presenteras i typisk undervisning, hjälper inte till att förklara de multiplikativa aspekterna av bråk beskrivna i punkterna 1-5 ovan. Antagligen är det snarare så att den sedvanliga introduktionen av bråk med hjälp av bråkcirklar eller andra figurer som illustrerar del av helhet snarare försvårar multiplikativ förståelse av bråk, och därmed de viktigaste aspekterna av bråkssystemet.

Bråkssystemet är för övrigt inte heller begränsat till att uttrycka rationella tal (men är praktiska i sådana sammanhang eftersom del av helhet och del av antal bara är varianter av multiplikativa förhållanden när man väl har förstått vad multiplikativa förhållanden är). Alla regler i bråkssystemet gäller helt allmänt för bråkuttryck av alla de slag. Det är inte begränsat till när a och b i a/b är heltal. Kvoten $0.5/\pi$ är också ett bråk (med inversen $\pi/0.5$).

Notera även att vissa saker inte finns

i vår punktlista över viktiga aspekter av bråkssystemet. Bråk är dåliga när man vill addera eller avgöra ett tals storlek. Ändå går ganska mycket av den tidiga bråkundervisningen ut på att lära ut hur man adderar och avgör storleken på bråk och yngre barn testas också på det (t ex på det nationella provet i åk 3). Addition och storleksbestämning borde som vi ser det ses som kuriosa när det gäller bråk. Istället borde bråk introduceras via olika multiplikativa egenskaper och först efter att man har befäst 1-5 ovan tycker vi att man borde ta tag i addition. Om man var bekant med punkterna 1-5 så skulle dessutom saker som förkortning, förlängning, liknämnhighet mm bli mycket mindre av ett mysterium.

Hur skulle en introduktion av bråk och bråkssystemet som fokuserade på multiplikativa egenskaper se ut? Det är ett ämne för en mycket längre text. Men vi hoppas att den här texten ändå väcker en nyfikenhet om alternativa sätt att tänka på bråk, och på vad bråkssystemet kan vara bra till och att vi i förlängningen redan från och med när bråk introduceras, dvs vanligen i årskurs 2, planerar undervisningen så att eleverna får tidiga och tydliga möjligheter till att ta steget till att resonera om bråk med hjälp av en välgrundad kännedom om bråkssystemets funktionalitet.

Ola Helenius, Ola.Helenius@ncm.gu.se
Linda Marie Ahl, Linda.Ahl@ncm.gu.se

Ola Helenius är professor i didaktik med inriktning matematik vid Göteborgs universitet.

Linda Marie Ahl är forskare i matematikdidaktik vid Göteborgs universitet och Uppsala universitet och har lång erfarenhet som lärare, huvudsakligen inom Kriminalvårdens vuxenutbildning.

Adressändring?
Maila till nymedlem@lmnt.org

Upptäck och utforska med Stella



Miss inte vår nya stjärna Stella – en heltäckande läromedelsserie i NO och Teknik för åk 7–9.

- Struktur som underlättar terminsplaneringen
- Språkutvecklande
- Tydliga förklaringsmodeller
- Systematiska undersökningar
- Källkritiskt perspektiv

Gör det
komplicerade
begripligt



Tryckt och digitalt i ett paket!

Stella finns även som digitalt läromedel med smarta funktioner för både lärare och elev. Nu kan du beställa Stella som paket och få det digitala läromedlet tillsammans med den tryckta boken – helt utan extra kostnad.



Läs mer på nok.se/stella