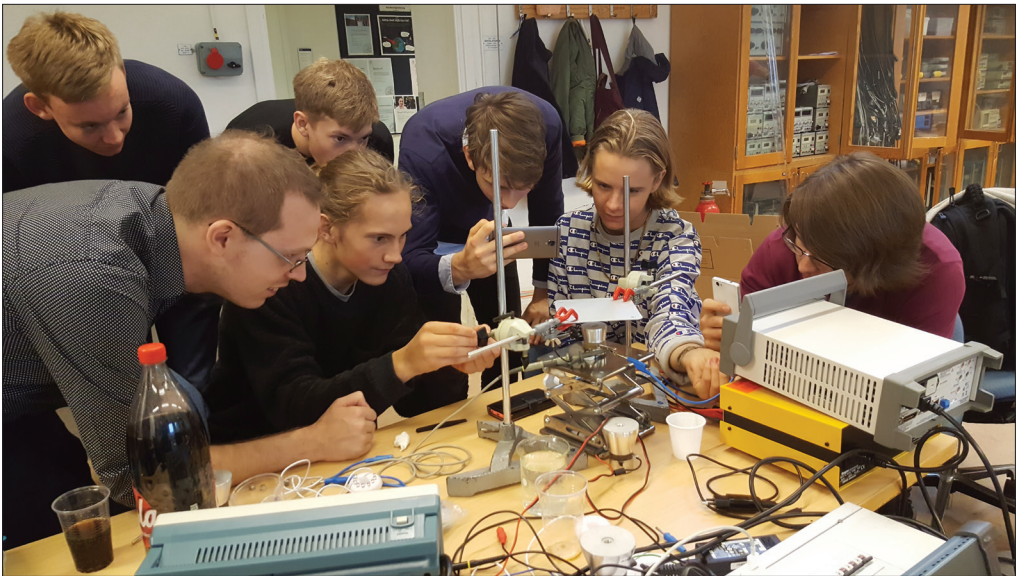




## Kan gymnasieelever bedriva forskning?

I Nämnarens artikelserie om elever särbegåvade i matematik tas här ett steg in i fysikens värld. Gymnasieelever som genom tävlingen *International Young Physicists Tournament* får möjlighet att arbeta med problemlösning i fysikforskningens framkant ser hur teoribildningen vilar på matematisk grund.

**I** labbsalen hörs bara ett dämpat sorl. Runt ett bord fyllt med mer elektronik än vad som egentligen får plats jobbar fyra experimentalister febrilt. I centrum finns en liten kula, placerad mellan en ultraljudshögtalare och en reflektor. Plötsligt börjar kulan röra på sig och sväva, först trevande och skälvande men därefter allt mer stabilt. Sorlet stiger till jubel och hela rummet applåderar.



Scenen skulle kunna vara hämtad från vilket laboratorium som helst. Skillnaden är att laboranterna är gymnasieelever och de befinner sig på fysikläger anordnat av *IYPT Sweden* och *Ung Vetenskapssport* i samarbete med Lunds universitet. Tillsammans med trettio andra ungdomar har laboranterna kommit till Fysicum i Lund under en helg i oktober för att experimentera med sjuutton öppna forskningsproblem i fysik, och implicit besvara frågan: Går det att bedriva fysik på forskningsnivå redan på gymnasiet?

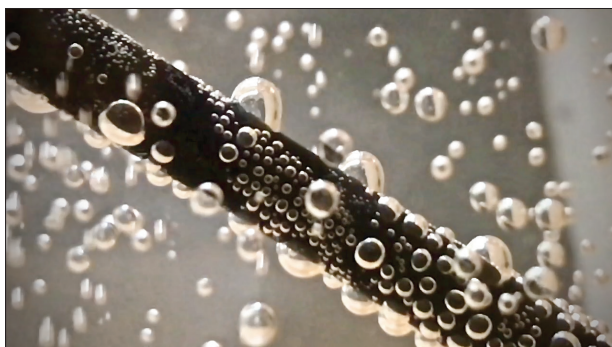
## Exempelproblem och pedagogisk relevans

Lägret är en del av fysiktävlingen *International Young Physicists Tournament*, IYPT, där gymnasieelever i varje land har ett år på sig att lösa sjutton förutbestämda problemen i fysik. Problemen är till sin natur mycket öppna. Två exempel från årets tävling är följande:



### Radiant Lantern

When taking a picture of a glowing lantern at night, a number of rays emanating from the centre of the lantern may appear in the pictures. Explain and investigate this phenomenon.



### Drinking Straw

When a drinking straw is placed in a glass of carbonated drink, it can rise up, sometimes toppling over the edge of the glass. Investigate and explain the motion of the straw and determine the conditions under which the straw will topple.

Problemtexten är allt som finns att utgå ifrån, resten är upp till eleverna själva. Just vagheten kan ofta vara en av de stora utmaningarna för eleverna när de vill komma igång. Hur tar man sig an den öppna problemformuleringen och gör om den till något som går att experimentera och resonera kring? Här är den pedagogiska uppgiften att ge eleverna tillgång till den fysikaliska begreppsapparaten för att kunna betrakta problemet med dessa glasögon. För en elev som känner till vad diffraction är kommer mycket av vad som observeras hos *Radiant Lantern* snart te sig välbekant. På samma vis behöver eleven som ska lösa *Drinking Straw* operationalisera hur pass "kolsyrat" vattnet är genom kemins koncentrationsbegrepp och mäta upp det genom exempelvis pH-värdet.

Den pedagogiska vinsten är att i sammanhanget blir dessa begrepp ofta helt självklara när eleven utgår från fysikuppgiften. För eleven som pressar olika länge på en sodastreamer och därmed ser olika utslag på pH-metern, blir sambandet mellan de båda kvantiteterna handgripligt. Likaså gör avgränsningen och målfokuseringen kring det specifika problemet som ska lösas att eleverna ofta kan vara beredda att ta in ganska stora informationsmängder, både genom egna studier och i kommunikation med oss pedagoger. Eleverna har ett tydligt syfte med att förvärva nya förmågor, nämligen att lösa "sitt" problem. Det här skapar en spännande dynamik där eleverna, snarare än att "upptäcka hjulet", så snabbt som möjligt vill ta in existerande kunskap. Det gör de ofta genom att plöja igenom forskningsartiklar och tjocka läroböcker, så att de kan befinna sig

i den vetenskapliga frontlinjen. En avgörande förutsättning för att ett problem ska få vara med i tävlingen är nämligen att det i någon mening anses ofullständigt löst, och att det finns oklarheter och nya delar att undersöka för eleverna som nuvarande forskning ännu inte gjort färdigt.

En annan viktig vinst med att arbeta med dessa problem är att den experimentella karaktären hos fysik blir tydlig. Det går inte, ens för en erfaren fysiker, att bara skriva ner en uppsättning ekvationer som löser problemen. Istället beror den teoretiska ansatsen på vilka antaganden som kan göras, något som i sin tur måste styrkas genom experimentellt arbete. Just modellantagande är ofta en källa till stort kunskapsutbyte, då en elev mitt under en genomgång kan fråga *Men hur vet vi att...?* och svaret blir *Det måste vi försöka mäta upp*. Fokus ligger inte bara på att kunna förklara problemen, utan också mäta upp olika intressanta variabler och styrka hypoteser kvantitativt.

## Fysikproblem som konkretisering av matematikinnehåll

De hittills betonade aspekterna är de strikt experimentella, men tävlingen är minst lika mycket teoretisk. Utan någon form av teoretisk struktur blir det utförda arbetet bara långa spalter av siffror med begränsad generalitet och svårtolkat fysikinnehåll. Eftersom det finns ett tydligt fokus på kvantitativa data, blir det också oundvikligt att den teoretiska formuleringen måste vila på matematisk grund.

Det handlar inte bara om att observera ljusfenomenet i radiant lantern, utan också att mäta upp intensiteten över de fotograferade bilderna, vilket innebär att motsvarande diffraktionsintegraler måste ställas upp och lösas, något som kräver tillgång till matematiskt stoff som Taylorutveckling, residykalkyl och partiella differentialekvationer, ofta signifikant bortom det som finns i gymnasiets läroplan. Här tjänar åter problemens konkreta natur som illustration för matematiken; det är betydligt enklare för eleven att ta in ett begrepp som överdämpad oscillator när sugröret i drinking straws betar sig på ett sätt som eleven kan se med egna ögon.

Ett annat viktigt inslag är att hjälpa eleverna få nytta av den matematik de redan kan. Eulers formel  $e^{i\theta} = \cos \theta + i \sin \theta$  blir betydligt mer begriplig om den kan ses i ljuset av en elektromagnetisk våg eller om derivator av olika ordningar tolkas med avseende på rörelsen hos sugröret. Många elever uttrycker ofta förundran när vi skriver upp funktioner för rörelse och börjar derivera för att ta reda på hastighet och acceleration. Vissa frågar försiktigt: Får man använda matematik i fysik? Andra utbrister: Kan man ha derivata till något i verkligheten? Detta är elever som haft exemplariska matematiklärare, som säkert flera gånger talat om matematikens användbarhet, men det händer något speciellt när eleverna får se matematik utanför det traditionella matematikämnet. För en elev som suttit i timmar och mätt upp rörelsen hos exempelvis en snurrande skiva så kan, enligt vår erfarenhet, det matematiska språkets precision, i detta fall vinkelacceleration, ge ett helt annat genomslag.

## Att delta i IYPT

Som ovan nämnt så pågår tävlingen under hela året. Mot slutet av sommaren tar en internationell kommitté fram lämpliga problem för det kommande läsåret som publiceras på deras webbplats. När terminen startar börjar eleverna jobba med var sitt projekt, i vissa fall på egen hand, i vissa fall i grupper om upp till fyra. Ofta görs detta inom ramen för elevens gymnasiearbete, men



det finns även gott om exempel på intresserade elever som gjort detta helt utöver studierna. På några skolor har man också inrättat särskilda kurser just för detta projekt. I sitt valda problem letar eleverna reda på information, gör undersökningar, designar experiment, samlar in data och allt annat som krävs för att lösa det givna problemet. Detta sker i nära samarbete med en grupp av före detta IYPT-deltagare, många av dem är nu studerande vid tekniska och naturvetenskapliga utbildningar på universitet, vilka fungerar som handledare och mentorer. På så vis skapas en dynamik där eleverna

både känner att de är en del av ett större projekt och att det sker ett utbyte över olika åldrar. Eleverna lär sig mycket av varandra och ofta blir det till en bestående vänskap, som i sin tur gör att dessa elever när de lämnar gymnasiet ofta fortsätter som mentorer och för kunskapen vidare.

### *Ett landslag bildas*

I mitten av vårterminen får eleverna sända in en sammanfattning av sin forskning och de bästa eleverna bjuds in till en nationell tävlingskonferens som äger rum i början av april. Där håller varje elev en presentation av sitt arbete med en annan elev som opponent, mycket likt det format som används vid examenspresentationer. Både presentatören och opponents insats, i termer av både teoretiska och experimentella bidrag såväl som logisk argumentation, bedöms av en panel av sakkunniga som sätter poäng på skalan 1–10. Här ställs ofta väldigt höga krav på eleverna, framförallt den opponerande eleven som inte i förväg haft tillgång till presentatörens arbete, utan enbart har tioalet minuter på sig att sätta sig in i ett halvårs forskning. Detta till trots brukar diskussionerna bli mycket intressanta och behandla allt från teoretiska antaganden till specifika begränsningar hos den använda mättekniken.

Baserat på tävlingen plockas landets fem bästa elever ut till det svenska landslaget som under sommaren sammanställer och kompletterar de svenska forskningsbidragen till de sju problemerna. Landslaget reser därefter iväg till den internationella konferensen, denna sommar arrangerad i Beijing, där lag från hela världen tävlar genom att visa upp sina forskningsbidrag och diskutera deras validitet. Många av deltagarna uttrycker ofta hur deltagandet, fysiken och tävlingen i sig varit en avgörande punkt i deras liv, och givit ett helt nytt perspektiv på vetenskap i allmänhet och fysik i synnerhet. I och med att forskningen också måste preciseras på ett koncist sätt (man har blott 12 minuter att avhandla ett helt års forskning inom ett specifikt problem) och därefter ska diskuteras, tränas även kommunikativa förmågor och det är ofta avgörande att hitta en tydlig röd tråd i det egna arbetet för att det ska bli mer begripligt, vilket ger fysiken ett extra djup.

#### **Intresserad?**

Om du vill veta mer om tävlingen, problemen, fysiken eller hur vi arbetar, finns information om svenska IYPT på [www.iypt.se](http://www.iypt.se). Där finns även kontaktuppgifter till oss som arbetar med tävlingen. Vi jobbar aktivt för att engagera nya skolor och kan bidra med hjälp och stöd för att få med elever. Ofta behövs det inte någon form av extra arrangemang för skolan eftersom arbetet kan göras inom den befintliga gymnasiearbetsstrukturen. Nu pågår förberedelsearbete inför IYPT 2019, så ju snabbare en skola hör av sig, desto större möjlighet har vi att hitta bra samarbetsformer.