



LMNT nytt



2020:1 april

FÖRENINGEN FÖR LÄRARNAS I MATEMATIK, NATURVETENSKAP OCH TEKNIK

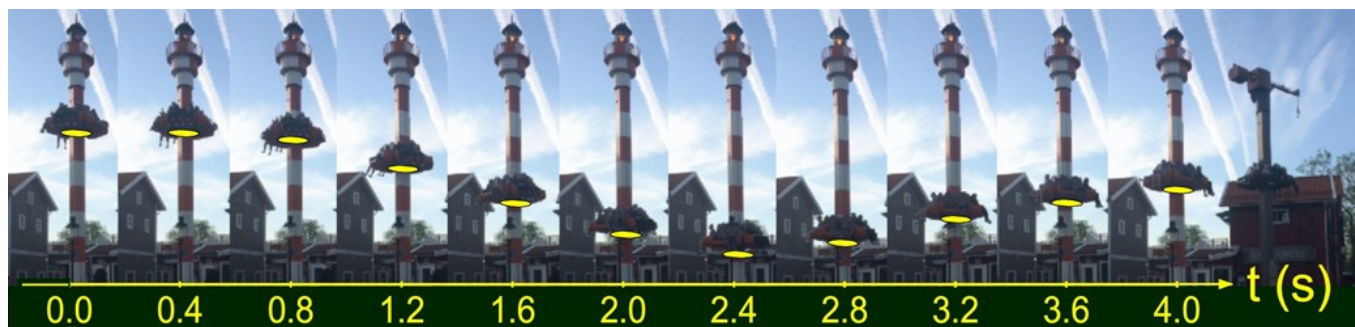


Foto Ann-Marie Pendrill

Elever och lärare åker i Lyktan på Gröna Lund med varsin liten slinky som accelerometer.

När man accelereras uppåt känner man sig tyngre och slinkyn blir längre. När man accelereras nedåt känner man sig lättare och slinkyn blir kortare. Slinkyn illustrerar också hur en elektronisk accelerometer kan fungera, genom att avståndet mellan plattorna i en liten kondensator påverkas av acceleration och ger en elektrisk signal. Slinkyn är en av många visuella representationer av acceleration.

Läs vidare: Ann-Marie Pendrill och Urban Erikssons artikel
Kraft och rörelse för hela kroppen på sidorna 28 - 31.



Kraft och rörelse för hela kroppen

Åkattraktionerna *Hissningen* på Liseberg, *Lyktan* på Gröna Lund och *Stjernetårnet* på Tivoli i Köpenhamn är alla "Familien Frei Fall Turm" från Zierer, med olika tematisering. Under turen dras man först upp till det högsta läget och studsar sedan - ofta skrattande - upp och ned flera gånger.

Här följer en dialog mellan Ann-Marie Pendrill (AMP) och Urban Eriksson (UE), avgången resp tillträdd föreståndare för Nationellt Centrum för Fysik i Lund.

Bildserien högst upp på sidan visar skärmdokument från två studsar i åkattraktionen Hissningen. Kan du ta minnet till hjälp för att "känna" var det pirrar i magen och var man känner sig tyngre än vanligt?

AMP: Jag tog fram bildserien för att göra det lättare att diskutera med elever under *Fysikdagar på Liseberg*. Elever har ofta svårt att sätta ord på olika delar av turen och att koppla ihop krafterna med rörelsen. Urban, du intervjuade några grupper av högstadies- och gymnasieelever under Fysikdagen 2017. Kan du berätta?

UE: De första grupperna var högstadieselever från Västsverige. Innan de åkte var de osäkra på vad de skulle vänta sig. Flera konstaterade att "-Det har vi aldrig tänkt på". Efter diskussioner inom grupperna kom de flesta fram till att man nog kände sig tyngre längst ned "efter fallet" eller "när hissen vänder". Några elever trodde att man kanske kände sig tyngst precis före eller efter lägsta punkten.

Frågan om var man känner sig lättast var svårare. Eleverna gissade på många olika punkter i den övre delen av rörelsen. Många trodde att det skulle kännas som vanligt högst upp, oavsett om man vände direkt i högsta punkten eller först stannade innan man rörde sig nedåt igen. Efter att ha åkt var de övertygade om att man var tyngst längst ned och lättast nära toppen.

AMP: Det är synd att fysikundervisning ofta missar möjligheten att ta vara på kroppens upplevelser. I läroböckerna verkar krafter oftast på rektanglar eller lådor - böckernas "kroppar" är sällan den egna. Om krafter verkar på människor kan det vara i samband med att man åker hiss med en badrumsvåg, men fokuserar då mer på hur den uppmätta vikten ändras än på hur det känns i kroppen. Hur diskuteras betydelsen av kroppens upplevelser inom forskning?

UE: Man talar ofta om "embodiment" och i litteraturen finner man att djupa kunskaper ofta kan knytas till kroppsliga upplevelser och erfarenheter, som också verkar kunna fungera som en länk mellan olika sätt att beskriva fysikaliska fenomen.

Här till höger ser ni en bild på en slinky i plast. Man klipper en ca 4 cm lång bit av en sådan plastlinky, när den hänger stilla. Biten träs över ett finger med ett gummiband.





Att visualisera acceleration

AMP: Det som kroppen känner kan också mätas. Sedan många år har vi använt en liten plastspiral – en kort "**slinky**" – som kan tas med under åkturen och observeras både av den som åker och av dem som står bredvid. Slinky är en enkel "accelerometer" som ger en visuell upplevelse av de krafter som påverkar kroppen under rörelsen. Att sedan se någon annan åka med en slinky hjälper eleverna att anknyta till läroböckernas mer traditionella utifrån-perspektiv. Bilden med slinky på tidningens första sida är från Lyktan på Gröna Lund och bilden nedan från Stjernetårnet på Tivoli.

De flesta elever behöver hjälp ("scaffolding") genom frågor och diskussioner med en lärare eller guide. Hur diskuterade eleverna slinky under fysikdagen?

UE: Under första turen var eleverna ofta för upptagna av själva åkturen för att både observera slinky och hinna känna efter hur det känns. Att åka en gång till underlättar för eleverna att göra kopplingar mellan slinkys längd, kroppens upplevelse och del av turen.

Den grupp gymnasister jag intervjuade gjorde kopplingar mellan slinkys längd och hur många "G" de upplevde. Diskussionen visade att de var vana vid att använda en fjäder för att mäta kraft och att de kunde använda Hookes lag för att relatera längden till kraften på kroppen.

Denna koppling gjordes inte av grundskoleeleverna, utan av en grupp som hade åkt lång väg till Liseberg och haft tid på bussen att diskutera de olika frågorna.

Gruppen med gymnasister var inte så intresserad av att diskutera upplevelsen, utan ville hellre skriva ner formler och göra beräkningar, även om de var osäkra på hur man kan få fram hastighet och acceleration utan att använda formelsamlingen.

AMP: Jag känner igen detta från föreläsningar med förstaårsstudenter, som har en mycket närmare relation till formlerna för derivator och integraler än till definitionerna. I bildserien kan vi anknyta till definitionen av hastighet som derivatan av läget, i detta fall höjden, h , dvs $v = dh/dt$. Medelhastigheten mellan två bilder kan skrivas som $\Delta h / \Delta t$. Även utan längdskala kan man urskilja var man åker snabbast, om hastigheten är ungefär konstant under en del av turen och var hastigheten ändras som mest. Bildserien visar till exempel att man rör sig lite snabbare på väg ner än på väg upp.



På motsvarande sätt kan man få fram accelerationen, som innebär ändring av hastighet: Genom att jämföra hur hastigheten ändras mellan två *par* av bilder kan vi alltså få ett mått på accelerationen. $a \approx \Delta v / \Delta t \approx \Delta(\Delta h) / (\Delta t)^2$. Längst ner ändras hastigheten från att vara på väg ned till att vara på väg upp vilket ger en stor acceleration uppåt. Kraften från sätet måste då dels kompensera för tyngdkraften och dels räcka till för denna acceleration. I högsta punkten är acceleration istället riktad nedåt, vilket gör att kraften från sätet blir mindre än när man är i vila - man känner sig lättare. Många beskriver upplevelsen som att "det pirrar i magen".

Att mäta acceleration

Newtons andra lag ger en relation mellan kraft och acceleration, $F = ma$, där den totala kraften kan skrivas som en summa av tyngdkraften, mg , och en kraft, X , från attraktionen, dvs $mg + X = ma$. Det är denna kraft

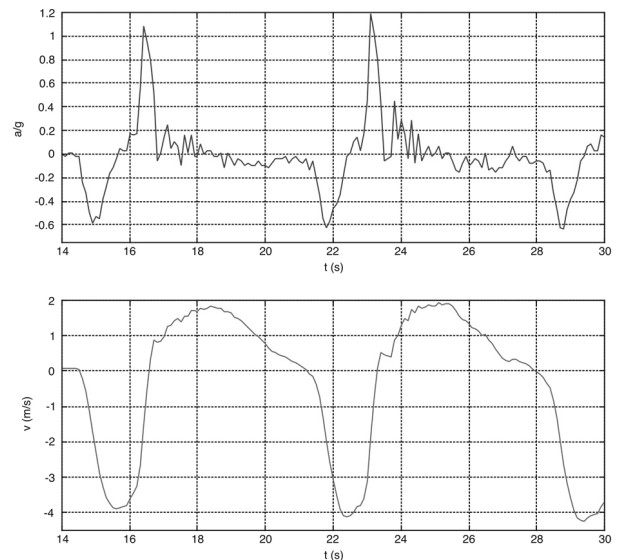
vi känner när vi åker – själva tyngdkraften känns inte. Trots namnet mäter en accelerometer in acceleration utan vektorn $a - g = X/m$ - oavsett om det är en enkel plastspiral eller elektronisk mätutrustning.



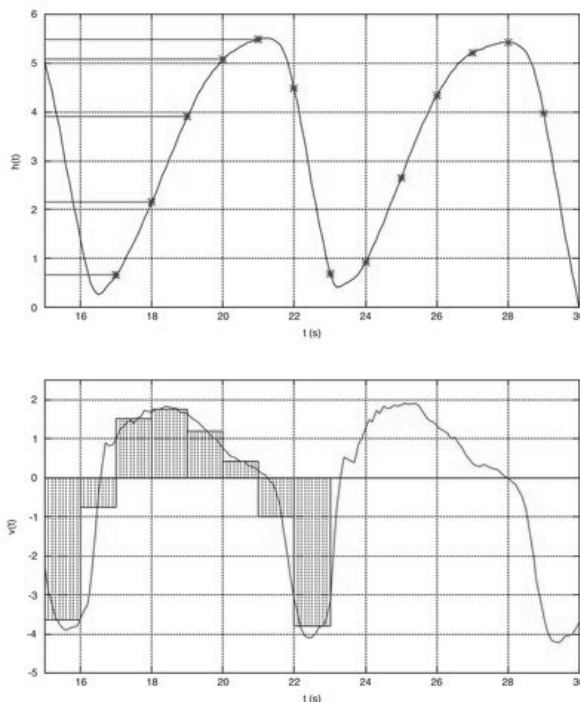
Moderna telefoner har en inbyggd accelerometer, som gör att man också kan få en graf över hur krafterna varierar under åkturen (t.ex. med hjälp av apparna Physics Toolbox eller PhyPhox). Eftersom rörelsen bara är i en dimension kan vi lätt få fram accelerationen från mätdata genom att ta bort tyngdaccelerationen.

Grafer och numerisk integration

Eftersom acceleration är derivata av hastighet kan en hastighetsändring beräknas genom att integrera accelerationen. Bilden till höger visar den uppmätta accelerationen och den beräknade hastigheten under två studsar.



Titta en stund på grafen över hastighet. Stämmer det att accelerationen har störst värden när hastighetsgrafen lutar mest? Är accelerationen noll när hastigheten har maximum eller minimum? Fundera sedan över om du kan utläsa ur grafen vid vilka tidpunkter man är högst upp eller längst ned.



Från hastighetsgrafen kan vi få värden över hur höjden varierar under två studsar. Bilden till vänster visar relationen mellan höjd och hastigheten, och hur ändringen i höjd mellan två tidpunkter hänger ihop med medelvärdet av hastigheten. Detta illustrerar på ett tydligt och enkelt sätt hur man med telefonen kan erhålla verkliga mätdata som ger en direkt koppling till konkreta situationer där man kan tillämpa begreppen derivata och integral - utan att använda formelsamling.

Representationer och semiotiska resurser

UE: Alla dessa bilder och ekvationer ger olika representationer av rörelsen. Inom fysikdidaktiken pratar vi om dessa som så kallade "semiotiska resurser", som förutom *representationer* också omfattar *verktyg och aktiviteter*. Verktyg kan vara t.ex. slinky och telefonen i vårt exempel här, som används för att studera rörelsen, och aktiviteten är här helt enkelt själva försöket att åka i Hissningen. Experiment, och då gärna med en kroppslig upplevelse, är en klassisk och viktig



aktivitet i fysikundervisningen, även om skolans laborationer vanligen sker i klassrummet. Representationer kallar vi allt det andra som vi använder för att kommunicera fysikkunskap, t.ex. läroböckernas frikroppsdiagram över de krafter som verkar, matematiken, grafer, text, mm.

Tivolifysik i framtiden?

Vi räknar med att även i fortsättningen kunna erbjuda och vidareutveckla lärarstöd för att använda resurser utanför klassrummet. Även om Urban nu tagit över som föreståndare för NRCF så kommer Ann-Marie, som tagit fotona och gjort graferna i denna artikel, att fortsätta att ansvara för [www-platsen tivoli.fysik.org](http://www.tivoli.fysik.org) och vara medarrangör för fysikdagar på Liseberg och Edutainmentdagar på Gröna Lund i september.

Ann-Marie Pendrill
Urban Eriksson

Ann-Marie.Pendrill@fysik.lu.se
urban.eriksson@fysik.lu.se

Referens: Up and down, light and heavy, fast and slow - but where, Eriksson U and Pendrill A-M 2019, Physics Education Vol 54 p 025017, <https://doi.org/10.1088/1361-6552/aaf964>

Prova själv:

Edutainmentdagar på Gröna Lund 11, 12 och 17 september, <https://www.gronalund.com/edutainment>

Fysikdag på Liseberg 18 september, <http://tivoli.fysik.org/liseberg/fysikdag/>

Faglige dage på Tivoli, 10 augusti, 18 september, <http://www.tivoli.dk/da/skoler/faglige+dage>
