

Lärarinstruktioner inför Edutainmentdagen på Gröna Lund 2017

Ann-Marie.Pendrill@fysik.lu.se

Kompletterande material finns på <http://tivoli.fysik.org>

Innehåll

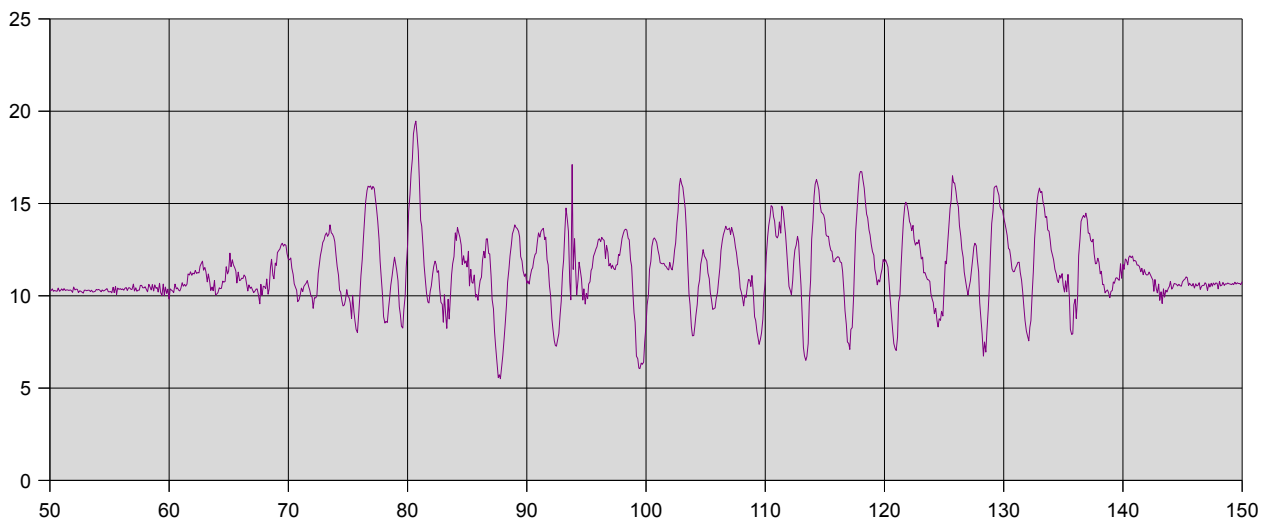
Bläckfisken.....	2	Lyckohjul.....	16
Cirkuskarusellen.....	3	Lyktan.....	17
Flygande Elefanterna.....	3	Radiobilarna.....	18
Flygande mattan.....	5	Rockjet.....	18
Fritt Fall.....	6	Skrattkammaren.....	19
Insane.....	7	Tekopparna.....	20
Jetline.....	8	Tekopparna – data.....	22
Katapulten.....	10	Twister.....	23
Kvasten.....	12	Vilda musen.....	24
Kättingflygaren.....	13	Stationer.....	25

Bläckfisken

- Gör uppgifterna på arbetsbladet
- Kolla att omloppstiderna stämmer.
- Ladda ned appen, t.ex. Physics Toolbox – Roller Coaster för att kunna samla in mätdata med telefonen. Någon i gruppen genomför en mätning. Se till att placera telefonen med så bra upplinjerade axlar som möjligt. Maila sedan data till resurscentrum@fysik.lu.se

(Grafen nedan kommer från en WDSS (Wireless Dynamic Sensor System), och visar att telefonens sensorer bör räckta till)

Bläckfisken



Före turen:

Diskutera var under turen de tror att man åker snabbast/långsammast och vilka krafter som verkar under olika delar av turen. Be dem observera hur en person åker.

Kommentarer

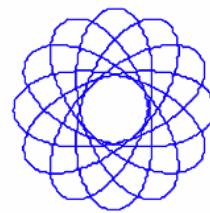
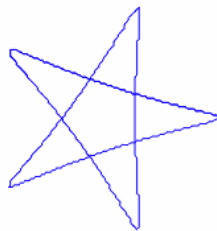
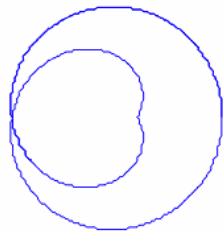
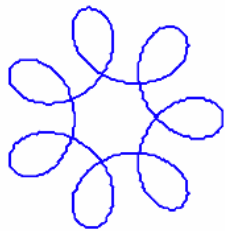
Hur figuren ser ut beror på kvoten mellan omloppstid för de olika rotationerna. Figuren till höger är närmast Bläckfisk-banan. Ur accelerometergrafan kan man dels avläsa hur ofta man är längst ut - när båda accelerationerna samverkar och krafen och accelerationen alltså blir störst. Man kan också se hur lätt man uppelver sig vara när man är som högst. (grafan visar $|\mathbf{a-g}|$ i m/s^2).

Åk, känn efter och undersök:

- Observera turen. Försök att följa en persons rörelse. Varje arm är 6.0 m och Bläckfisken roterar c:a 9 varv/minut. I änden av varje arm sitter en "kors" med 4 gondoler 2.1 m från korsets centrum. Korset roterar i motsatt riktning så att varje bil kommer närmast attraktionens centrum, c:a 16 gånger per minut.
- Hur känns det i de olika lägena? Vilka krafter verkar?
- Hur påverkas upplevelsen av att man samtidigt som man snurrar runt åker uppåt och nedåt



Vilken av bilderna stämmer bäst med turen för en gondol?



Efter besöket:

Rita en skiss av banan sedd uppifrån. (Man kan också göra en simulering av banan, t.ex. i Excel.)

Cirkuskarusellen

Mät och räkna:

- Hur lång tid tar ett varv? _____
- Hur stor är diametern? _____
- Hur fort åker man i Cirkuskarusellen? _____
- Hur stor är accelerationen?



Åk, känn efter och undersök:

Tag med ett "gosedjurslod" (se bilden) och sätt det i gungning. Håll sedan handen stilla medan djuret gungar vidare. Beskriv vad som händer! Varför?

Flygande Elefanterna

Mät och räkna:

- Hur lång tid tar ett varv? _____
- Hur stor är diametern? _____
- Hur långt åker man på ett varv? _____
- Hur fort åker man i Flygande elefanterna?

Åk, känn efter och undersök:

- Ta med ett "gosedjurslod" (mjukt djur, max 10 cm stort, i mjukt snöre, högst 20 cm långt) och sätt det i gungning. Håll sedan handen stilla medan djuret gungar vidare. Beskriv vad som händer!

Teknikfråga

- De Flygande Elefanterna flyger med hjälp av pneumatik. Hur fungerar det? Gå till teknikbordet och undersök!
- Vad är det för skillnad på pneumatik och hydraulik? Ge ett exempel på en attraktion som drivs av hydraulik och en som drivs av pneumatik. Gå till teknikbordet och undersök!

Instruktion: Cirkuskarusellen och Flygande Elefanterna

- Gosedjurslod. Experimentet fungerar bäst om snöret är ganska långt, ca 50 cm kan vara lagom.
- Ev. kan någon behöva åka med för att demonstrera - men man kan också instruera från marken.
- Välj en riktning - t.ex. en bräda på golvet eller någon punkt utanför karusellen (helst en bit bort). När karusellen börjat röra sig är det dags att låta djuret gunga. Håll sedan handen stilla. Vad händer?
- Svängningen fortsätter i samma riktning hela tiden, medan karusellen roterar. Inifrån kan det se ut som en liten stjärna. Måste upplevas!
-

Film från 2014 med kort instruktion och några elever som genomför experimentet i Ponnykarusellen på Liseberg och diskuterar vad som händer: <https://www.youtube.com/watch?v=qcOIAHcypp4>

Elever tror ibland att fenomenet har med magnetism att göra (kompass-analogi), men detta är en rent mekanisk effekt i ett roterande koordinatsystem som karusellen. En miniatyrversion av Foucaults klassiska experiment för att demonstrera Jordens rotation.

Filma gärna!

Om ni vill komplettera med mätningar och beräkningar:

- Hur lång tid tar ett varv? (tiden T mäts med telefonens stoppur)
- Hur stor är diametern, D ?
(Det kan ev. vara lättare att mäta omkretsen, O , och använda $D=O/\pi$)
- Hur fort åker man i Ponnykarusellen? $v=O/T$
- Hur stor är accelerationen? Centripetalaccelerationen ges av v^2/r , där radien $r=D/2$.

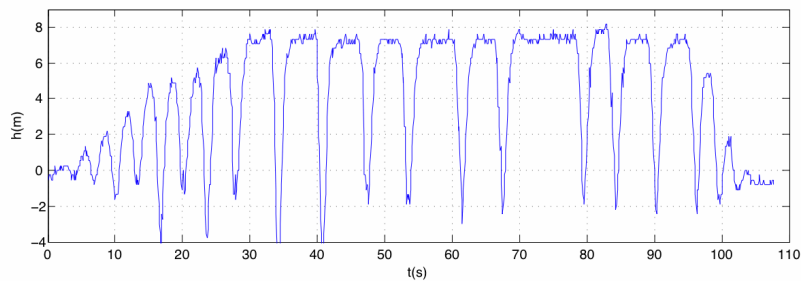
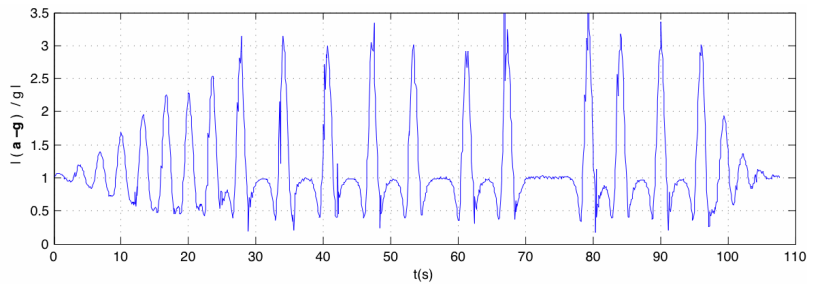
(Eftersom karusellen går så långsamt märks centripetalaccelerationen knappast, det blir några graders vinkelskillnad för gosedjurslodet.)

Flygande mattan

Gå igenom alla uppgifter. Observera turen.

Om ni har möjlighet åk attraktionen och jämför grafer och upplevelse.

Ladda ned appen, t.ex. Physics Toolbox – Roller Coaster för att kunna samla in mätdata med telefonen. Någon i gruppen genomför en mätning. Se till att placera telefonen med så bra upplinjerade axlar som möjligt.



Före besöket:

Titta på graferna. Den övre visar "g-kraft och den under höjd som funktion av tiden.

- Var under turen tror du man känner sig tyngst/lättast? (Titta på grafen)
- Spelar det någon roll var på mattan man sitter under åkturen?
- Kommer man att lyfta från sätet någon gång under turen?

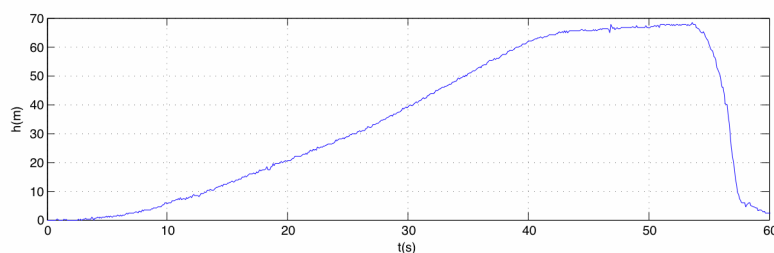
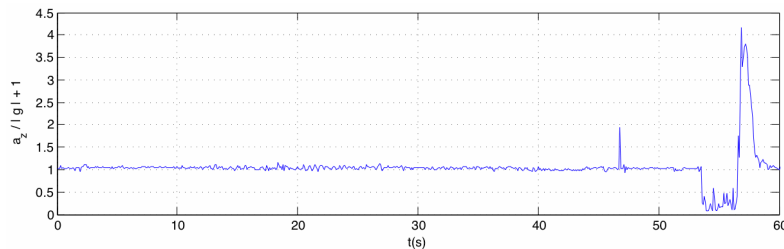
Åk, känn efter och undersök:

- När känner du dig tyngst/lättast under turen? Stämde det med det du trodde innan besöket?
- Om du har en liten plastlinky - När blir den som längst/kortast? Hur lång/kort?
- Varför blir man inte alltid lättast högst upp?

Fritt Fall

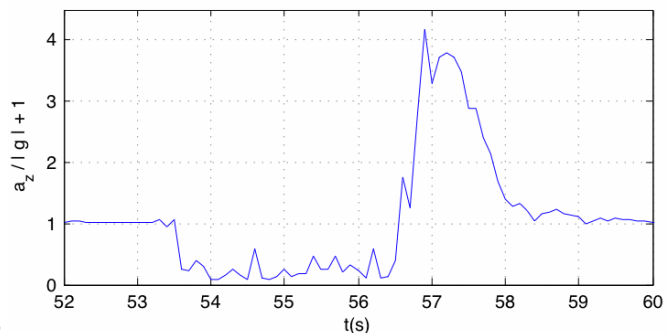
Avstånd till horisonten: <http://www-istp.gsfc.nasa.gov/stargaze/Shorizon.htm>

Se också en film om åkturen: <https://youtu.be/XN6K5ZgVKsA>



Före besöket:

- Hur långt är det till horisonten om man är 80 m.ö.h.? Titta på en karta i förväg och försök räkna ut hur långt man borde kunna se åt olika håll när man sitter högst upp.
- Titta på grafen ovan över höjd, h , som funktion av tiden, t . Hur stor är medelhastigheten under uppfarten?
- Grafen till höger visar själva fallet och inbromsningen i lite mer detalj. Hur långt faller man under 3 sekunders fritt fall? Vilken fart kommer man upp i? Vilken acceleration behövs för att bromsa fallet på 1 sekund?



Åk, känn efter och undersök:

- Hur långt kan du se högst uppifrån? Stämmer det med dina beräkningar och när du tittade på kartan innan besöket?
- Från marken: Mät tiden från att man släpps till början av inbromsningen. Stämmer dina observationer med uppgifterna från grafen?
- Ta med en mugg vatten under turen. Håll den stadigt mot bygel under hela fallet. (Försök låta bli att rycka till när du börjar falla). Vad händer med vattnet i muggen under fallet? Försök förklara vad du ser.

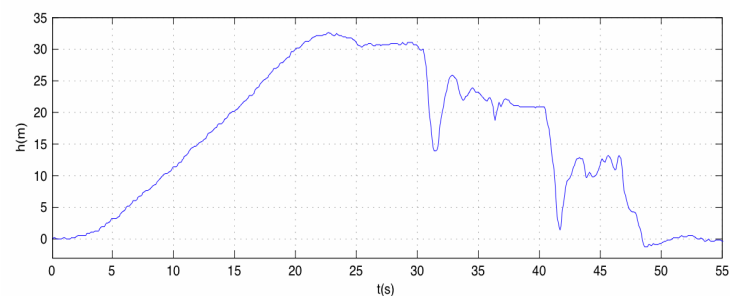
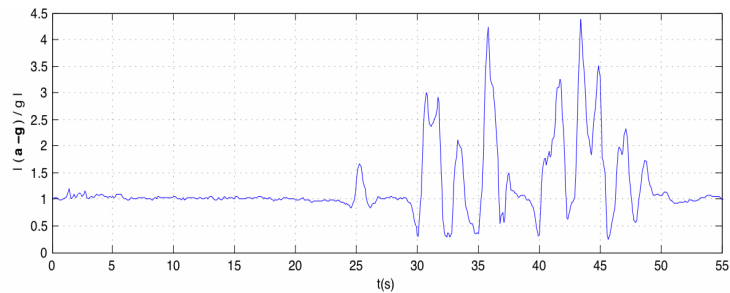
Teknikfråga

Hur bromsas Fritt Fall? Gå och titta på attraktionen. Varför används just det bromssystemet? Gå till teknikbordet och undersök

Insane

Prova uppgifterna själva.

Insane är något så ovanligt som en tvådimensionell berg- och dalbana



Före besöket:

- Graferna ovan visar "g-kraft" och höjd som funktion av tiden. Titta på fotot och försök identifiera punkterna A, B och C i fotot med motsvarande punkter i graferna.
- När under turen tror du man känner sig tyngst?

Mät och räkna:

- Går alla turer lika snabbt? Stå på marken och tag tid (t.ex. med mobiltelefonens stoppur) med vagnen går från punkt A på bilden till punkt B, där vagnen stannar upp, och sedan från B till C. Om du får olika resultat för olika turer, försök förklara varför det blir så! Använd tabellen nedan och fyll i tiden för 8 olika turer.

Åk, känn efter och undersök:

- Titta på vagnarna och se hur man har löst tekniken för upphängning för att detta skall vara möjligt!
- Observera turen och notera på fotot i vilka lägen vagnarna gungar (g) och snurrar runt (r). Hur varierar det mellan olika turer. Vad kan det bero på?

Punkter	Tid från graf	Tur 1	2	3	4	5	6	7	8
A-B									
B-C									

Teknikfrågor

- Varför finns det olika slags däck på hjulen på berg- och dalbanetåg? Gå till teknikbordet och undersök! (Se film om hjulen: <https://youtu.be/AJpZxOIC4EQ>)
- Vad för ämne kan man lukta på vid teknikbordet och vad kan det användas till?

Jetline

Före besöket:

Graferna ovan visar mätdata för "g-kraft" och höjd under en tur i Jetline. Försök att identifiera olika delar av turen från grafen.

- Hur stor är g-kraften på dig när du åker in i tunneln efter första backen?
- Var under turen känner man sig tyngst?
- Om du har med en liten plastlinky: Var under turen tror du den blir längst/kortast?
- Titta på höjdkurvan. Du ser att de högsta topparna blir lägre och lägre. Varför?
- Kan du uppskatta hur mycket energi (uttryckt i höjd) som går förlorad under varje meter av den 800 meter långa turen?

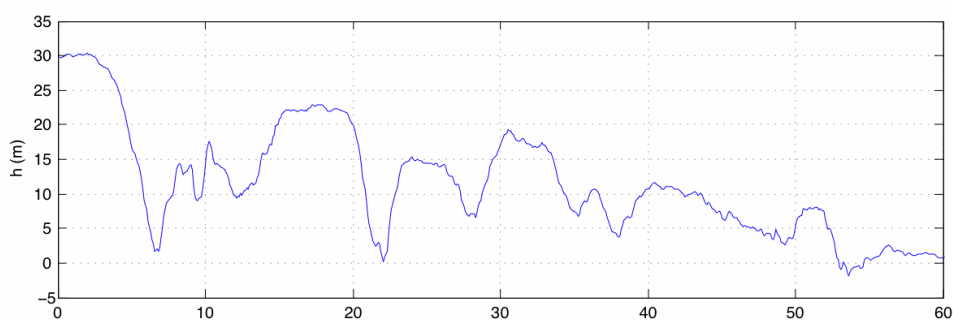
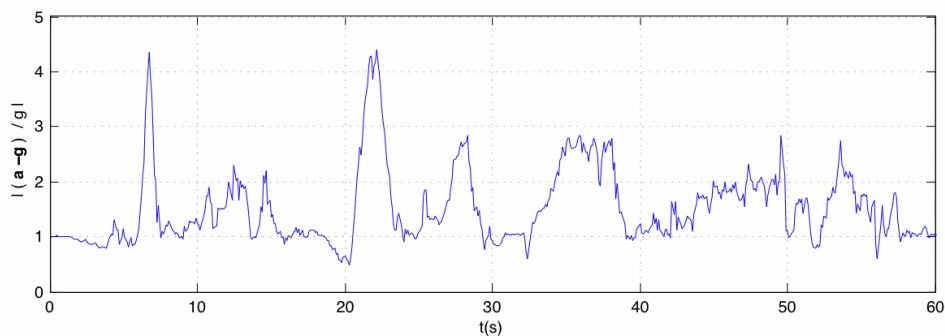
Åk, känn efter och undersök:

- Åk och känn efter var under turen du känner dig tyngst. Stämmer det med grafen?
- Ta med en liten plastlinky under turen: Var under turen blir den längst/kortast? Hur lång/kort?

Teknikfråga

- I Jetline finns det samtidigt flera tåg på spåret. Hur kan man vara säker på att ett tåg inte kör in i ett annat om det skulle bli stopp någonstans (Se film <https://youtu.be/ySkqII7Uf4g>)
- Hur har man placerat hjulen för att ett berg- och dalbanetåg ska stanna kvar på spåret även om de som åker lyfter från sätet?
- Hur många hjul har Jetline-tåget? (Se film om hjulen: <https://youtu.be/AJpZxOIC4EQ>)

Diskussionerna om Jetline sker lämpligen när man är tillbaka i klassrummet.



Dialoger om Jetline

Frågor

Svar (eller motfrågor)

Hur får tåget fart?

I backen upp

Det är en kedja som drar upp det

Men sedan finns det hjul på spåret också

Men *de* hjulen är till för att reglera farten, dvs se till att tåget åker lagom fort, även om temperaturen varierar. Sedan finns det andra bromsar där också, har ni sett dem? (Det finns likadana inne vid stationen)

Det finns fem delar av spåret och det får bara vara ett tåg i varje del. Om inte tåget innan har hunnit iväg så stannas tåget efter. Hjulen behövs då också för att sätta igång tåget igen.

Får det **INGEN** extra fart efter att det har börjat åka?

Berg-och-dalbanor bygger på energiprincipen.

Lägesenergi omvandlas till rörelseenergi som sedan blir lägesenergi igen.



Hur fort går Jetline?

Höjden är 32 m. (<http://rcdb.com/1062.htm>) En höjdskillnad på 32 m svarar mot den fart man får efter att ha fallit fritt 32 m. På 1s faller man 5m, på 2s 20m, på 3 s 45 m, och farten ökar med 10m/s varje s. ($g \approx 10\text{m/s}^2$). Att falla 32 m tar ca 2.5s och man kommer upp i 25m/s = 90km/h.

(Man kan också diskutera den genomsnittliga farten under turen som tar 90 sekunder. Under den tiden åker man 800 m.)

Åk nu en första tur. Titta efter bromsar och hjul, fundera över var under åkten man känner sig tyngst och lättast. Var lutar spåret mest och hur känns det där?

Spelar det någon roll var man sitter?

Varför är det alltid längst kö till första och sista vagnen?

För det är häftigast där?

Varför?

Det åker fortast.

Men hela tåget hänger ju ihop, så alla vagnarna måste väl åka lika fort?

Ja men, när första vagnen kommer till en topp så bromsar ju de andra vagnarna tåget, så de går långsammare över.

Mmm. Och längst bak då?

Ja, men när mittvagnen har åkt förbi toppen så drar tåget bakvagnen så att det går fortare igen

Ja. Längst fram och längst bak åker snabbast över ett krön. (Vagn 2 brukar ofta ha mindre kö, och den åker också ganska fort över krönet) Är det någon skillnad fram och bak?

Man ser bäst fram

Men man flyger mer bak

Det beror på om spåret är symmetriskt, ibland faller spåret ner snabbare efter krönet än det går upp och då blir det lite snabbare längst bak. Hur är det i mitten?

...

När man åker ner i en dal så måste ju mittvagnen trycka på tåget på väg ner, så att den åker fortare än första vagnen. Så mittvagnen åker snabbast genom dalen.

Så man blir tyngst i mittvagnen?

Just det. Så om man tycker om känslan av att tryckas ned i vagnen ska man välja mittplatsen.

Katapulten

Materiallista: Vattenflaska, vattenmuggar, Platspåse, Utskrivet uppgiftblad, Grafer över accelerometer och höjddata+ en liten stämpel e.d. för deras blad.

Glöm inte att prova experimentet själva så att ni kan diskutera med eleverna!

Vid ingången: Stå utanför spärren. Erbjud vattenmugg till dem som står närmast i tur att åka (och alltså har passerat spärren)

- Fyll 0.5 cm vatten i varje mugg. Det kan räcka med en vattenmugg som på varje sida.
- Personen med vattenmugg bör sitta i mitten (och kanske inte hålla muggen under hakan).
- De måste lova att hålla stadigt i muggen. Bäst är att låta handen med muggen vila på bygeln.
- De måste också lova att inte slänga muggen utan lämna den vid utgången.
- Fråga vad de tror kommer att hända med vattnet under turens olika delar.

(Uppmuntra dem INTE att ha vattnet kvar - det tar uppmärksamhet från det de bör observera)

Ibland kan det hända att en flera elever i sträck inte vill ta med sig något. Ett förslag är att då hoppa över några elever i kön innan man börjar fråga igen. Om man har sett många i streck säga nej kan det vara svårt att själv göra annorlunda). Det kan också vara bra att någon av er som bemannar stationen tar med en mugg och provar själv som demonstration.

(Slinky: Jag är lite tveksam till slinky - risken är att den som åker tittar ner på den, det är inte så bra för nacken! Om någon har med sig - påminn dem om att verkligen luta huvudet bakåt i nackstödet - slinkyn är bäst för dem som står bredvid och tittar på. /A-M)

Elektronik

Måste förvaras i speciell mätväst eller stängd ficka om de har med sig. Kolla detta!

Vid utgången:

Samla ihop muggarna. Be dem beskriva vad som hände. Då och då - gå tillbaka med en hög muggar till ingången.

Diskutera t.ex. När är farten som störst? Minst? Var känner man sig som tyngst? Lättast? När accelerationen som störst? När är farten som störst? Minst?

- 0g svarar mot fritt fall (dvs när accelerationen $a=g$)
- 1g är när vi står på marken
- 2g: Då är accelerationen uppåt 1g osv.
- -1g är när man accelererar nedåt med 2g.

Efteråt:

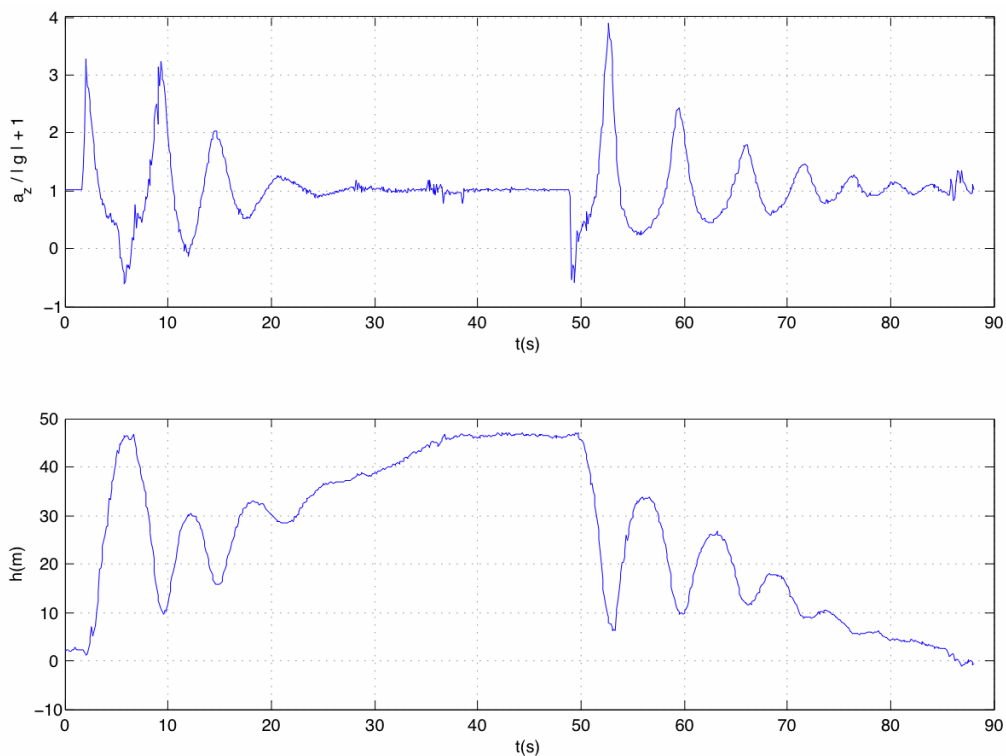
Töm vattenflaskor och muggar. Packa ihop dem och stoppa dem i plastpåsen som ska finnas inne i väskan. Lämna tillbaka.



Accelerometerblad

Mapp med accelerometergrafer. Ha en slinky till hands för att demonstrera "g-kraft"

Elevuppgifter till Katapulten



Åk, känn efter och undersök:

- Grafen ovan visar accelerometer- och höjddata för Katapulten.
- Från marken: Försök att identifiera de olika delarna av turen utifrån grafen.
- När (var) är kraften på kroppen som störst? (Titta på grafen och känn efter när du åker)
- Var är accelerationen störst? (Titta på grafen och känn efter när du åker)
- När du vänder längst ner i den andra delen av turen (efter ca 50 s) så är kraften större än när du vänder på samma ställe i den första delen av turen. Varför är det så? (Fundera och fråga vid info-bord)
- När är hastigheten noll och i vilka lägen befinner man sig då? När och var är hastigheten mest positiv/mest negativ? (Titta på grafen)
- Känner man sig tyngdlös under någon del av turen? (Titta på grafen och känn efter när du åker)

Kvasten

Före besöket:

I Kvasten sitter man i en vagn som hänger under spåret. I kurvan i fotot ändras höjden nästan inte alls. Accelerationen är då bara i horisontell led. Försök att rita ut alla krafterna som verkar på kroppen när man åker genom kurvan på fotot. Försök rita dem i skala. (Ledtråd: Om kraften från spåret är ungefär vinkelrät mot spåret, hur stor behöver kraften vara för att både motverka tyngdkraften och ge den acceleration som behövs? Kan du använda bilden för att också uppskatta accelerationen?)

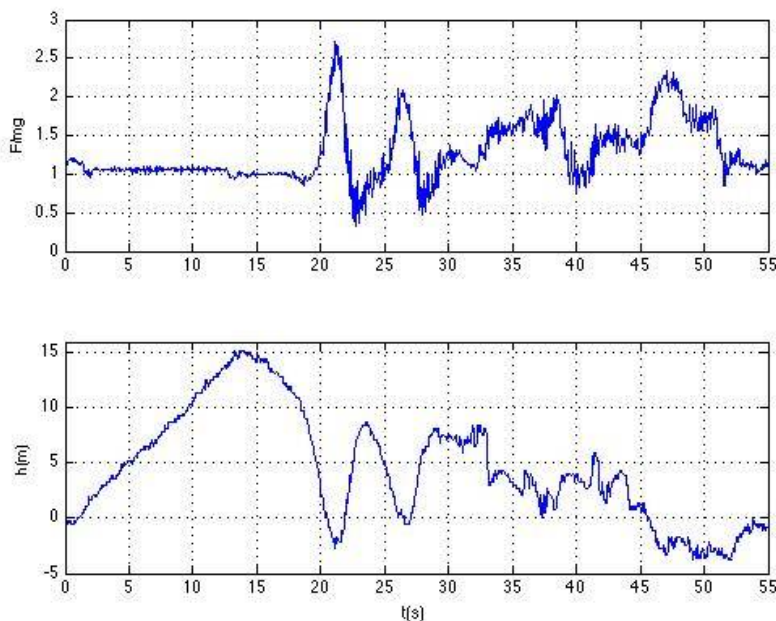


Grafen nedan visar hur kraften på kroppen och höjden varierar medan man åker Kvasten.

Var under turen tror du att man känner sig lättast? Var känner man sig tyngst? (Titta på grafen)

Mät och räkna:

- Hur fort åker tåget? Ta tid från marken, t.ex. med mobiltelefonens stoppur. Tåget är 14.45 m långt.
- Försök att identifiera var i grafen man passerar kurvan i fotot.



Åk, känn efter och undersök:

- Försök identifiera delarna av turen i banan med tidpunkter i grafen.
- Om du har en liten plastlinky, var under turen blir den som längst/kortast? Hur lång/kort?
- Var under turen känner du dig som tyngst?

Kättingflygaren

Läroblad följt av elevblad.

Utrustning:

- En trave vattenmuggar (Dela ut /samla in)
- Vattenflaska
- Ev. några gosedjurslod
- Flaska med ett par cm röd saft, som kan gunga i snöre
- Ev. ett blad med accelerometergraf.

Se gärna till att minst EN gunga är tom i yttre raden under varje tur.

Vid ingången:

Förbered vattenmuggar med någon cm vatten. Ställ i lådan (lock från kopieringspapper) så att de inte blåser bort.

På väg in i kön eller medan de väntar:

- Fråga hur eleverna tror att vattnet i muggen (eller gosedjurslodet) kommer att stå när attraktionen är igång.
- Fråga också vilka gungor som hänger ut mest - tomma eller fulla
- Erbjud vattenmuggar till några av dem som står närmast i tur att åka. De måste lova att hålla stadigt i muggen (och inte "tappa" den). Bäst är att låta handen med muggen vila på bygeln. Tala om att de ska lämna tillbaka muggen på vägen ut. Fyll max 2 cm vatten i varje mugg.



Vid utgången

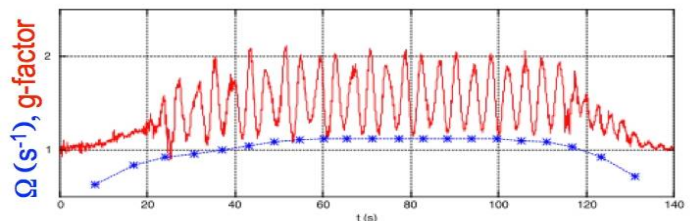
Samla ihop muggarna. En bricka kan vara bra att ha för att skicka tillbaka muggarna till ingången. Be eleverna berätta vad som hände med vattnet under turen. (Hur stod ytan? När den startade? Åkte uppåt/neråt? När den stannade?)

Observationer:

Man kan också fråga hur många g de tror att det är under turen. (Visa ev. accelerometerdata.)

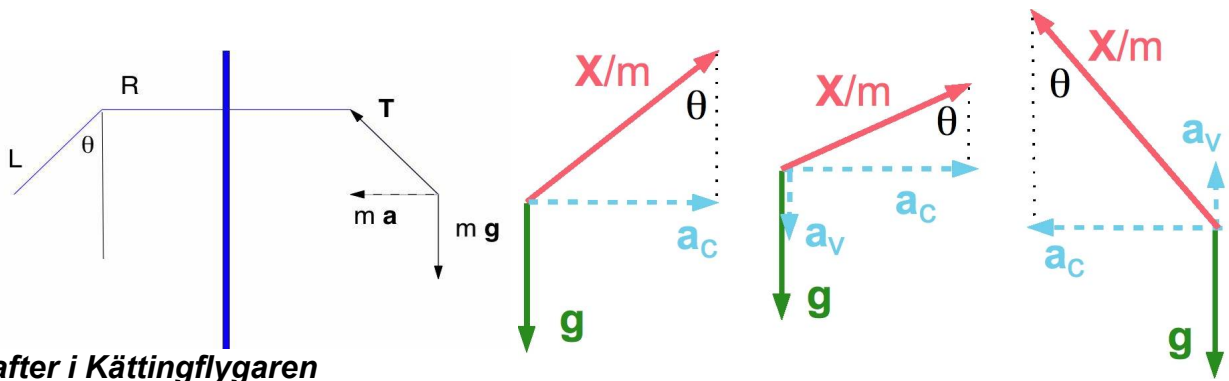
Tag tid på ett (eller flera) varv.

När elever har diskuterat kan de få ett klipp eller stämpel på sitt blad.



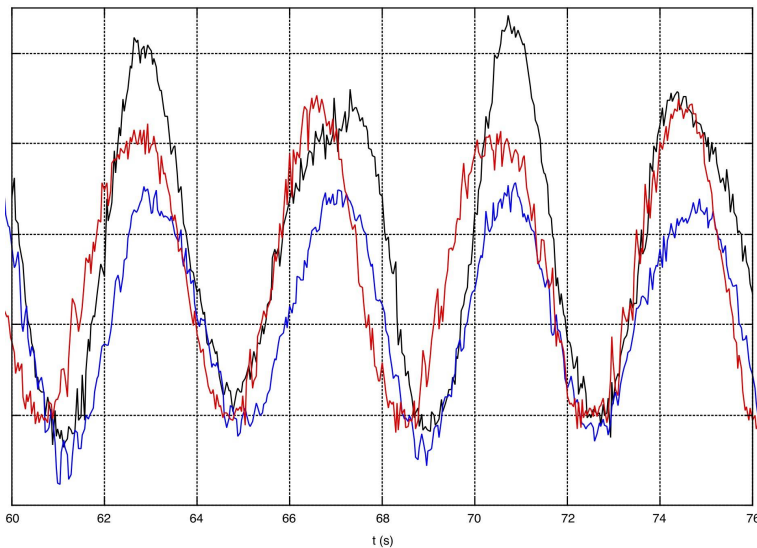
Efteråt:

Töm vattenflaskor och muggar. Packa ihop dem och stoppa dem i platspåsen som ska finnas med i väskan. Lämna tillbaka.

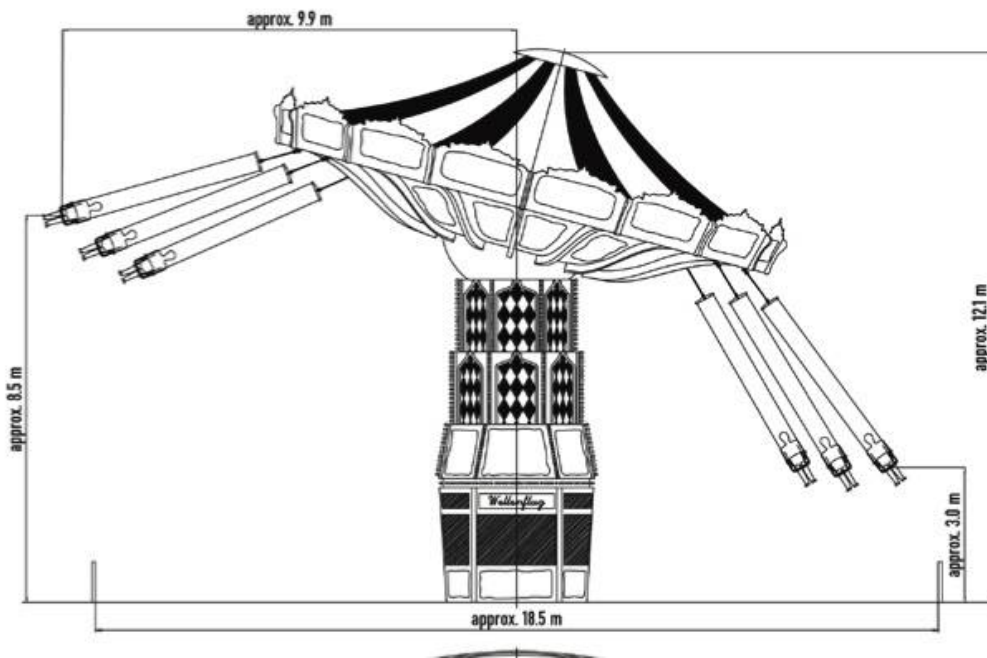


Krafter i Kättingflygaren

Bilderna högst upp visar "kraftfigurer" ("frikropps-diagram") för olika delar av turen.



Detalj av accelerometergrafer för en tur i en gunga längst ut, i mitten och längst in. (Varför blir det olika?)



Del av ritningen från Zierer

Kättingflygaren -elevuppgifter

Före besöket:

- Hur långt åker man under ett varv. Det är 2 m mellan de yttre gungorna när Kättingflygaren är i vila
- Vilka krafter verkar på kroppen när man åker? (Rita i figuren!)



Åk, känn efter och undersök:

Ta med en mugg vatten. Sätt den i knät parallellt med sätet. Observera vattenytan under turen. Vad ser du? Varför blir det så?

Mät och räkna:

- Hur lång tid tar ett varv? Mät från marken och använd t.ex. mobiltelefonens stoppur.
- Hänger alla gungorna i samma vinkel? Varför/varför inte?
- Hur stor är centripetalaccelerationen? (Mät vinkeln i bilden)
- Beräkna omloppstiden från accelerationen och radien. Utnyttja att accelerationen kan skrivas som v^2/r , där v är farten och r är radien i cirkelrörelsen. Stämmer den uträknade omloppstiden med den observerade?

Lyckohjul

Välj fem heltal mellan 1 och 100. _____

Observera spelet under 10 spel. Hur stor sannolikhet tror du det är att något av dina nummer skall vinna någon av dessa gånger ?

Skriv ned de nummer som vinner.

Hur många gånger "vann" du? _____

Hur många gånger "vann" du och dina klasskamrater totalt? _____

Hur många är ni _____ och hur många gånger förväntar ni er att ha vunnit i genomsnitt? _____

Hur stor är chansen?



Kommentarer

Hjul med talen 1-100

Kexchokladhjulet på bilden till höger har 100 tal (klicka på bilden för förstoring).

En bricka har 5 nummer. Varje bricka har då $5/100 = 1/20 = 5\%$ chans att vinna under ett spel

Om man spelar på 4 hela brickor blir sannolikheten $4/20 = 1/5 = 20\%$. (Och sannolikheten att inte vinna är alltså $80\% = 0,8$)

Om man spelar på alla 20 brickorna vinner man förstås alltid, men om man spelar 5 gånger på 4 brickor blir sannolikheten inte 100%.

För att räkna ut sannolikheten att vinna efter 5 omgångar räknar man först ut sannolikheten att inte vinna någon av gångerna. Man multiplicerar då ihop sannolikheterna för varje gång och får $0,8 * 0,8 * 0,8 * 0,8 * 0,8 = 0,8^5 \approx 0,33 = 33\%$.

Sannolikheten att man vinner någon av gångerna är alltså $1 - 0,33 = 0,67 = 67\%$.

Att diskutera: Vart tog de andra 33% vägen?

(Ledtråd: Hur stor är sannolikheten att vinna alla 5 gångerna? Att vinna 4 gånger? 3 gånger? Två gånger? Det kan man ju inte göra om man spelar alla brickor samtidigt)

Man kan också diskutera kostnaden för spelen jämfört med förväntat vinstvärde (och eventuellt komma fram till att "Lottery is tax on innumeracy")

Läs mer på <http://tivoli.fysik.org/larare/bra-att-veta/sannolikheter/>



Lyktan

Utrustning:

- Accelerometer-grafer
- Några små slinky i gummiband att låna ut (och samla in) - be dem som står på marken observera när slinky blir längst/kortast. Den som åker: Uppskatta hur kort/lång den blir och under vilka delar av turen.
- Ev. kan man ta med telefonen och mäta, Physics Toolbox Suite (Roller Coaster). Var beredd att demonstrera appen.



Demonstrera också hur en slinky ändrar längd när den accelereras uppåt eller nedåt, ev. också när den faller.

Åk, känn efter och undersök:

- Trä slinkyns gummiband över långfingret och kliv upp. Håll handen sträckt så stilla du kan och se vad som händer. Låt gärna någon på marken eller den som sitter bredvid dig hjälpa dig att observera slinky när du åker.
- Var känner du dig tyngst? Lättast?
- Hur lång är slinky på väg upp i början av åkturen?
- Hur lång är slinky när du vänder längst upp?
- Hur lång är slinky när du vänder längst ner?
- Hur lång är slinky när du är på väg upp igen? På väg ner?

Titta på film:

På <https://youtu.be/2od5AbI7LzU> kan ni se experimentet och en kort diskussion med några elever. Som ni märkerskulle man behöva följa upp med fler frågor, för att diskutera i vilka lägen man känner sig tyngst och lättast och koppla det till hur slinky ser ut i olika lägen.

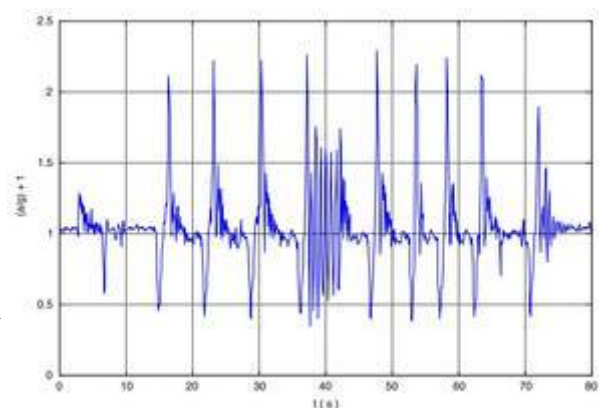
Kommentar:

I barnattraktioner som Lyktan är det tacksamt att använda telefonens inbyggda sensorer, t.ex. med appen Physics Toolbox: <http://vieyrasoftware.net/>

Hur många g?

Grafen på denna sida visar hur många "g" man upplever under olika delar av turen. Om du har en SmartPhone kan du själv mäta: t.ex som i grafen till höger:

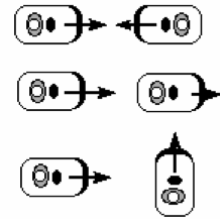
- Kan du lista ut vad de olika topparna svarar mot?
- Titta på turen: Vad händer i mitten? Hur syns det i grafen?



Obs att en accelerometer inte mäter acceleration utan vektorn (**a-g**), ofta i enheten "g". Att stå stilla på marken - eller röra sig med konstant hastighet - svarar då mot 1. Ur grafen ser man att man under korta stunder känner sig ungefär hälften så tung som vanligt, och däremellan lite mer än dubbelt så tung som vanligt.

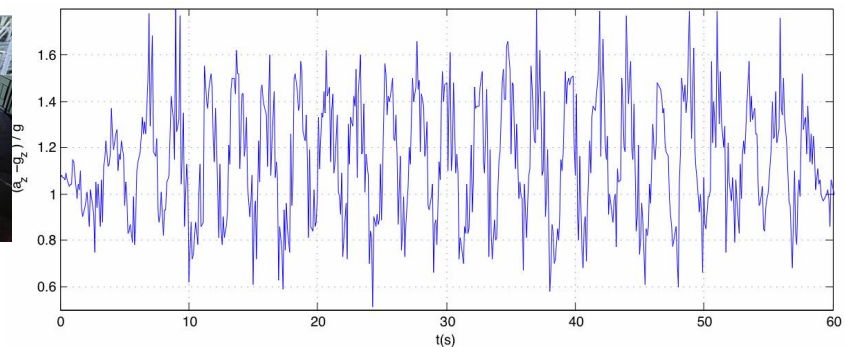
Radiobilarna

Teckningarna i figuren till vänster visar radiobilar precis före tre olika kollisioner: Frontalkrock, påkörning bakifrån och påkörning från sidan. Cirkeln i varje bil representerar förarens läge. Rita en pil från varje cirkel för att visa i vilken riktning föraren kastas i kollisionen.



Förklara med ord vad som händer:

Rockjet



Åk, känn efter och undersök:

- Hur många gånger åker man upp och ned på ett varv? Hur känns det?
- Grafen till höger visar hur kraften uppåt från sätet varierar med tiden. Hur lång tid tar det att åka ett varv?
- Om du åker med ett litet syskon, spelar det någon roll vem som sitter innerst eller ytterst? Motivera svaret.

Skrattkammaren



Kort och tjock - eller lång och smal. Korta ben och lång hals - eller ett litet tjockt huvud. I Skratkammaren väljer du själv. Titta på speglarnas form och försök lista ut vilka speglar som t.ex. gör dig kortare eller längre!

Före besöket

Rita strålgångar för en konkav och en konvex spegelyta.

Undersök:

- Hur ser bilden ut i en konvex spegel, där ytan buktar utåt?
- Hur blir bilden i en konkav spegel där ytan böjer inåt?
- Spelar det någon roll hur långt bort man är?
- Ser du att speglarna ibland är böjda kring en horisontell och ibland kring en vertikal axel. Hur påverkar det bilden?
- Längst in i Skratkammaren finns det en parabolisk spegel. Missa inte chansen att undersöka den närmare.
- Var ska du stå för att bilden skall vara upp- och nedvänd?
- Var vänder bilden när du går närmare?
- Var försvinner bilden?



Teknikfrågor:

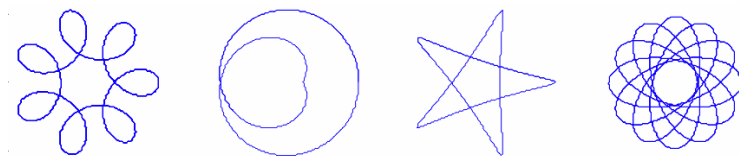
- Med en vevgenerator vid teknikbordet kan du driva en vanlig glödlampa respektive en LED-lampa. Märker du någon skillnad mellan de båda lamporna? Vad beror det på?
- **Att göra hemma:** Vad finns det för- och nackdelar med de bågbe-lysningsformerna? Tänk på energiåtgång, ljusutbyte, färgåtergivning, produktionskostnad, livslängd och miljöpåverka

Tekopparna

Tekopparna – elevblad:

Åk, känn efter och undersök:

- Observera turen. Försök att följa en persons rörelse. Rita en skiss av hur personen rör sig under turen.
- Ta med ett gosedjurslod och ev. en mjuk gradskiva under turen. (Undvik att rotera själva koppen)
 - I vilka lägen hänger gosedjurslodet ut som mest/minst?
 - Vilken är den största/minsta vinkeln under turen?
- Hur lång tid tar ett varv för hela plattan?
- Hur ofta är man nära tekannan när man åker?



Mät och räkna:

Utifrån de uppmätta (största/minsta) vinklarna beräkna accelerationen vid dessa tillfällen.

Blad till lärare på plats vid Tekopparna

Materiallista:

- Mössa för utlåning till *en* person under turen
- Föreslå att personen med mössan INTE roterar kaffekoppen.
- Gosedjurslod + gradskivor för utlåning
- Accelerometergraf.
- Man kan också ta med en mobiltelefon som accelerometer i stängd ficka (PhysicsToolbox)
- Ett litet håslag som gör figurhål i elevernas blad - om de vill ha "kvitto" på att de åkt och diskuterat.



Före turen:

Diskutera var under turen de tror att man åker snabbast/långsammast och vilka krafter som verkar under olika delar av turen.

Efter turen:

Samla in utlånad utrustning. Klipp eventuellt ett litet märke i deras blad som kvitto på att de diskuterat sina observationer.

Kommentarer

- Gosedjurslodet rörelse bildar en liten stjärna om man håller det över bordet inne i koppen
- Det hänger ut ca 30° som mest.
- Banan för en person är "nästan" en femuddig stjärna. (Beror på relationen mellan de olika rotationshastigheterna. En femudd svarar mot $-3/2$ (mätt "från marken", $-5/2$ om man mäter inifrån attraktionens huvudrotation som är lite lättare att om man vill mäta på plats.)

Se film

Titta på en film av åkturen: <https://youtu.be/cUs0WklgOgM> och exempel på diskussioner efteråt <https://youtu.be/SHv7mQxp-8E> (fundera på hur ni skulle vilja leda diskussionen vidare)

Tekopparna – data

Mått för Tekopparna

Följande mått har mätts med tumstock och kan utnyttjas för att göra en skiss av attraktionen:

- Avståndet, R , från centrum av attraktionen till centrum av en bricka: 3.55m
- Avstånd från brickans centrum till centrum av en kopp 1.55m
- Avstånd från koppens centrum till en sittplats: c:a 45 cm

Om man vill kan man använda dessa data för att simulera hur man rör sig när man åker.

En tekopps rörelse

Plattan roterar medsols 8 varv/min. Samtidigt roterar brickorna motsols 20 varv/minut (relativt plattan). Dessutom kan varje kopp snurras individuellt av dem som sitter i den, men för enkelhets skull kan denna rotation försummas.

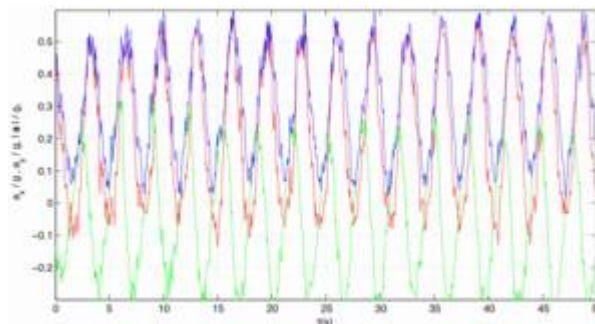
- Välj t.ex. ett startläge där den som åker befinner sig på x-axeln, på maximalt avstånd (dvs $R+r$) från centrum.
- Rita en linje från origo till brickans centrum vid starten och en linje från brickans centrum till den som åker. Markera brickans centrum
- Efter 3 sekunder kommer den som åker åter att vara som längst ifrån centrum. Rita linjer som illustrerar brickans och personens läge. Hur stor vinkel har plattan roterat på 3 sekunder? Hur stor vinkel har brickan roterat?
- Hur stor är brickans vinkelhastighet relativt marken? Vilken period svarar det mot?
- 1.5 sekunder tidigare befann sig personen på det minsta avståndet från centrum. Rita en linje från origo till brickans centrum och en linje till personen.
- Sammanbind de punkter som markerar personens läge efter 0, 1.5s och 3s.
- Markera personens läge med 1.5s intervall och sammanbind punkterna. Vilken figur blir det?
- Hur ändras figuren om du väljer ett annat värde på avståndet mellan personen och brickans centrum? Hur skulle figuren ändras om du ritade läget med 0.5 s intervall?

Om du vill kan du också använda t.ex. kalkylprogram eller [Wolfram Alpha](#) för att [rita banan](#). Se också en [film](#). Från systerattraktionen Kaffekoppen på Liseberg:

http://tivoli.fysik.org/fileadmin/tivolifysik/Liseberg/filmer/MVI_5445.MOV

Mätningar och observationer på plats

Figuren visar acceleration i två horisontella riktningar under turen. Den röda kurvan visar accelerationen i y-led som är rakt ut från "brickans" centrum och den gröna kurvan visar accelerationen i x-led. Den blå kurvan visar beloppet av accelerationen. Använd graferna för att uppskatta accelerationerna på grund av hela plattans rotation och på grund av brickans rotation.



Twister

Före besöket:

- Den första nedförsbacken lutar 56° . Rita en figur över de krafter som verkar på tåget. Hur stor är tågets acceleration i nedförsbacken?
- Använd energiprincipen för att uppskatta hur fort tåget går genom första dalen. Höjdskillnaden är 14.7 m.
- Krökningsradien i botten av första dalen är 14.3 m. Hur stor är tågets acceleration botten av dalen?
- Vilka krafter verkar på en person med massa M som åker genom första dalen i Twister. Rita en figur och glöm inte att krafterna bör ritas i samma skala.



Åk, känn efter och undersök:

- Var under åkturen känner man sig tyngst/lättast? Varför?
- Spelar det någon roll för krafterna på kroppen om du sitter i mitten, längst fram eller längst bak?

Mät och räkna:

- Högsta punkten i Twister ligger 15.4m över marken medan nästa krön bara är 8.6m över havet. Använd energiprincipen för att beräkna hur fort tåget går över det krönet.
- Hur lång tid tar det för tåget att åka över krönet? (Ta tid från marken, t.ex. med mobiltelefonens stoppur) För in dina tider i tabellen nedan.
- Vilken fart svarar det mot? (Tåget är 7.3 m långt).
- Vilka skäl kan det finnas om den uppmätta farten inte stämmer med den beräknade?
- Åker alla tåg lika fort? Prova att genomföra mätningen för några olika tåg.

Tid för tågpassage	Person 1	2	3	4	5	6	7	8
Tåg 1								
Tåg 2								
Tåg 3								

Vilda musen

Vilda musen på Gröna Lund är byggd igenom Jetline, och de delar ibland stöd för spåren.

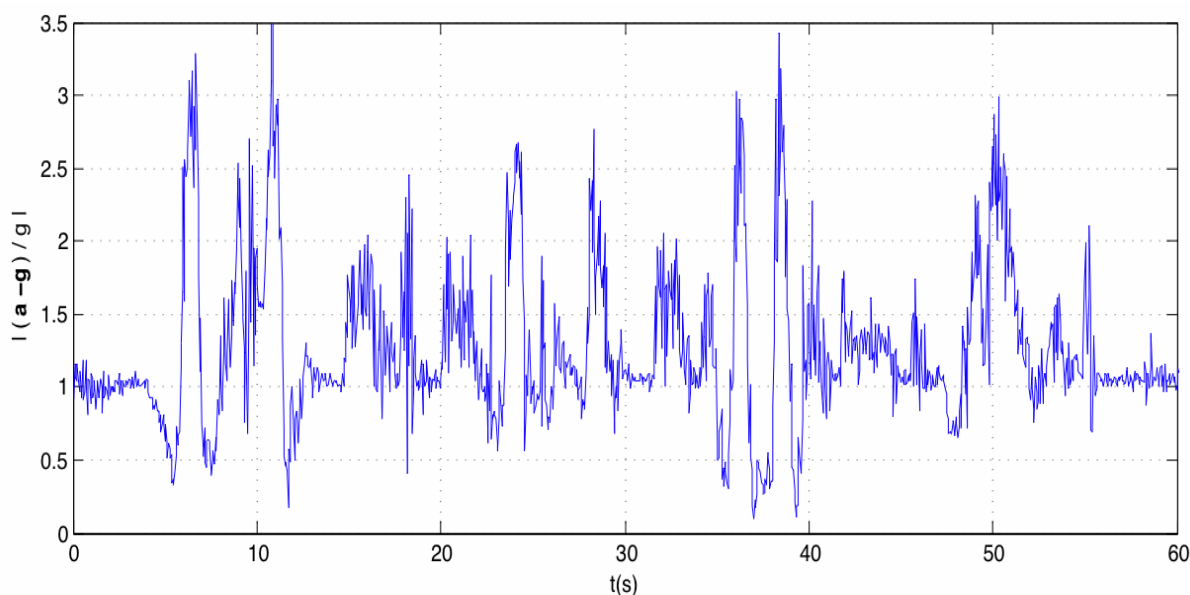


Mät och räkna:

- Går alla vagnar lika fort? Prova att ta tid (från marken) på några vagnar mellan två punkter du väljer och jämför tiden för olika tåg. Använd tabellen nedan.

Åk, känn efter och undersök:

- Vagnarna är små och rymmer bara 4 personer. Hur påverkar det turen?
- Det finns många vagnar samtidigt på spåret. Hur har man gjort för att vagnarna inte ska kunna köra in i varandra? Hur många vagnar kan det finnas samtidigt?
- Titta på kurvorna. Hur skiljer de sig från t.ex. kurvorna i Jetline? Hur påverkar det åkupplevelsen? Åk och känn efter!
- Grafen nedan visar hur "g-kraften" varierar med tiden medan man åker Vilda musen. Försök att identifiera några olika tidpunkter i grafen med platser i banan.



Teknikfrågor:

1. I Vilda musen finns det samtidigt flera tåg på spåret. Hur kan man vara säker på att ett tåg inte kör in i ett annat om det skulle bli stopp någonstans
2. När man åker i "uppdraget" i en berg- och dalbana hör man ett klickande ljud. Det kommer från "anti-rollback" systemet som ska hindra tåget att åka bakåt nedför backen om kedjan skulle gå av. Hur fungerar systemet? På teknikbordet kan du prova Vilda Musens system.

Edutainmentdag Gröna Lund 2017

Cirkuskarusellen	Katapulten
Tekopparna	Kättingflygaren
Lyktan	Skrattkammaren
Fritt Fall	Teknikbordet
Namn:	

Stationer

Intill vissa attraktioner kommer det att stå lärare som diskuterar med eleverna - både egna och andras - och sedan kan stämpla eller stansa bladet.

Om du som lärare vill veta vilka attraktioner dina elever har gjort undersökningar och diskuterat med någon kan du använda t.ex. bladet på denna sida och ge till eleverna. Du kan förstås också göra ett helt eget blad som passar just din klass.

