

Lärarinstruktioner inför fysikdagen på Liseberg 2015

Ann-Marie.Pendrill@fysik.lu.se

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

Se också elevuppgifterna på sidan http://tivoli.fysik.org/fileadmin/tivolifysik/Liseberg/infor_fysikdagen_elev.pdf



Balder.....	2
Bushållplatsen - Studsmatta	4
Helix.....	6
Hissningen.....	8
Jukebox.....	9
Kaffekoppen.....	10
Kanonen.....	11
Lisebergbanan.....	13
Dialoger vid Lisebergbanan.....	15
Mechanica.....	18
Ponnykarusellen.....	19
Slängungan.....	20
Spin Rock.....	22
Uppskjutet och Höjdskräcken	23
HÖJDSKRÄCKEN: ACCELEROMETERDATA.....	25
Uppswinget.....	26
BLAD FÖR ELEVERNA.....	28

Balder

En berg- och dalbana är ett klassiskt exempel på energiomvandling och ett växelspel mellan lägesenergi och rörelseenergi, men en del energi går trots allt förlorad under turen. I Balder kan man uppskatta storleken av de förlusterna:

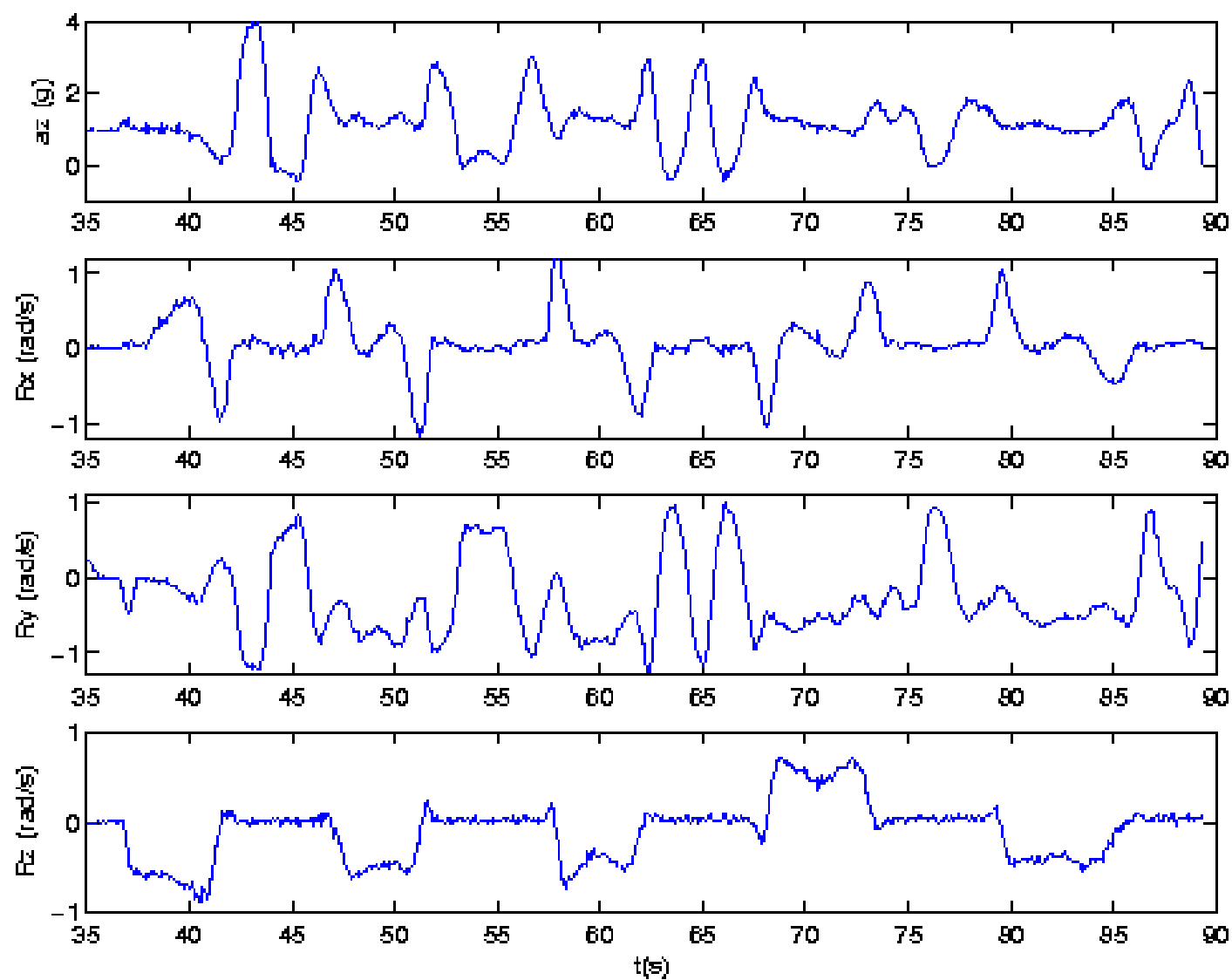


Notera först att tåget går ungefär lika fort vid alla passagera i norra änden. Höjdskillnaden är ca 7.5m och tåget har gått ca 250 m spår mellan de olika passagera. Tåget har alltså förlorat energi motsvarande 7.5m på 250 m spår, eller 3cm/m.

Man kan också diskutera skillnaden mellan olika platser i tåget - det går så mjukt att skillnaden är väldigt tydlig.

Grafen på nästa sida visar maximal g-kraft och vinkelhastighet kring 3 axlar.

Läs mer på <http://physics.gu.se/LISEBERG/eng/beowulf.html>



Bushållplatsen - Studsmatta

- Så länge hopparen är i luften verkar bara tyngdkraften - man upplever då *tyngdlöshet*.
- Längst ner är kraften från studsattan som störst.

Hur lång tid är det mellan två hopp?

- Hur lång tid är det mellan två hopp när man studsar försiktigt, utan att lämna mattan?
- Hur lång tid är det mellan två riktigt höga hopp?
- Hur lång tid är det mellan två mellanhöga hopp?

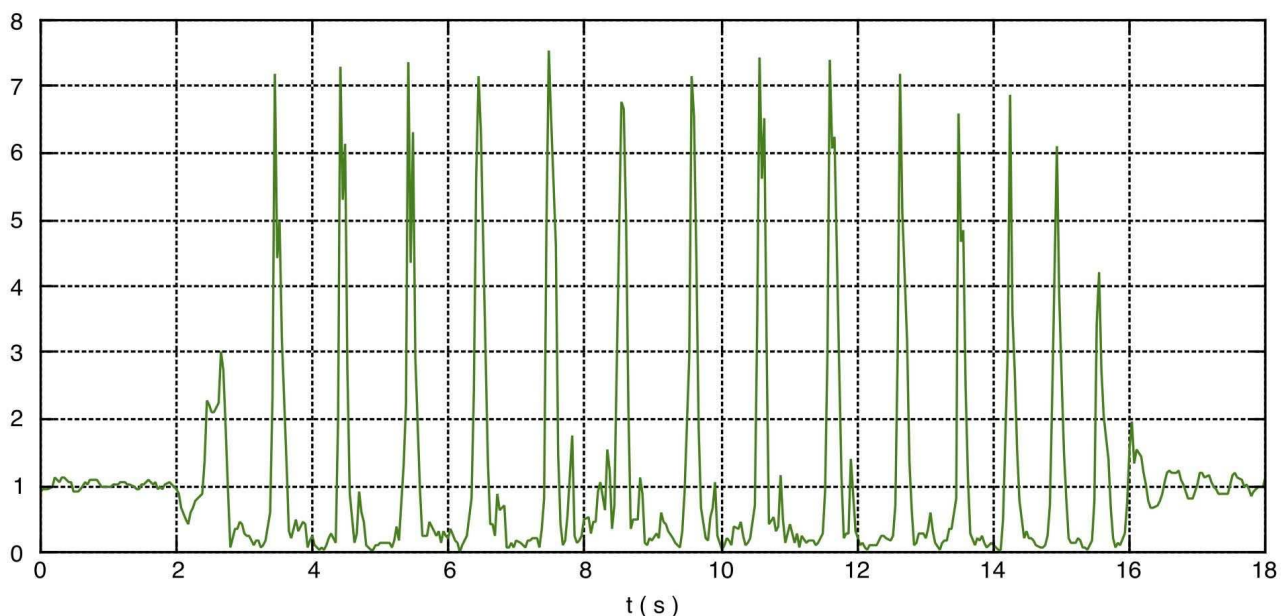


Mät tiden för 5 småhopp och sedan 5 mellanhopp och sist 5 höga hopp. Småhoppen - när fötterna inte lämnar studsattan - ger resonansfrekvensen för de harmoniska svängningarna. (Perioden är proportionell mot roten ur massan, men man kanske inte behöver påminna eleverna om just det - känn efter)

Kvoten mellan perioderna för höghopp och småhopp kan faktiskt användas för att beräkna "g-kraften"

- Spelar personernas massa någon roll?
- Hur många g tror du att man upplever som mest?

(Ev. kan man mäta kraften med en WDSS och samtidigt visa signalen på en dator på marken. Telefonens accelerometer-sensor räcker troligen bara för små hopp. Grafen nedan är uppmätt med en WDSS från Vernier)



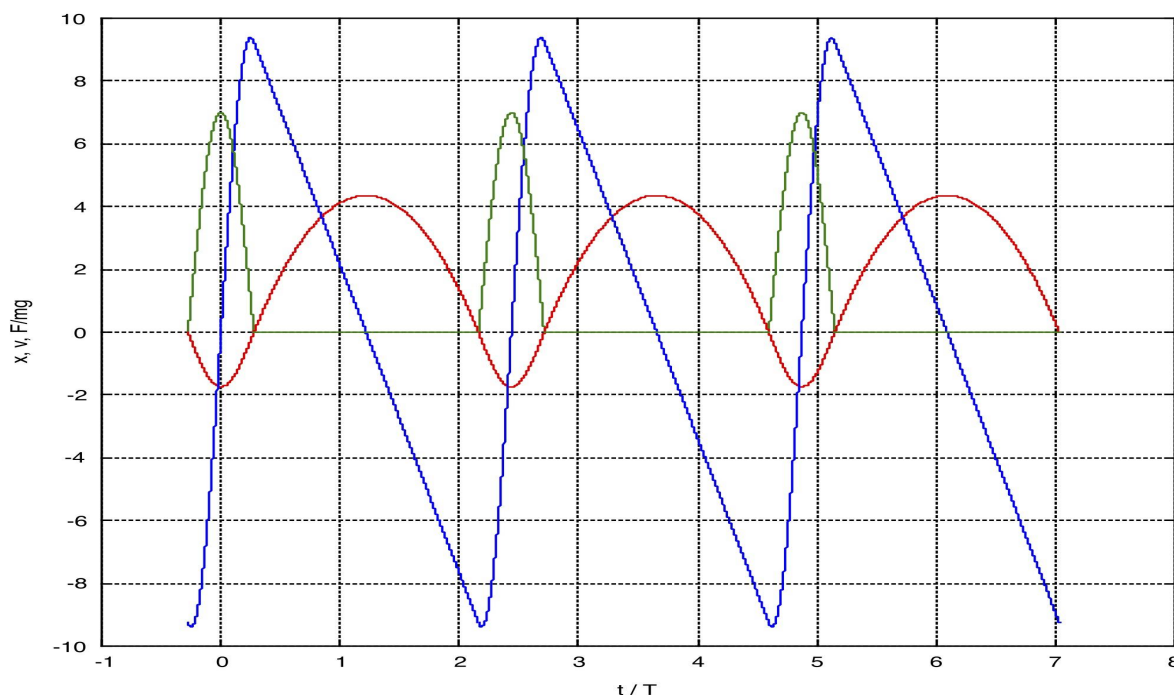
Mer om Trampolin hopp



Bilden visar hopp med spiralkanin - observera dels hur kort kaninen är i alla punkter utom längst ned, dels hur lång ned studsattan är nedersta punkten - kraften från studsattan är stor i vändläget. I bilden till höger har jag ritat in krafterna under olika delar av hoppet.

Bilden nedan visar en matematisk modell för höjd (röd), hastighet (blå) och kraften från studsattan (i enhet mg , grön) för tre hopp där hopparen blir 7 gånger så tung som vanligt

Läs mer i artikeln på Balde <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/0031-9120/50/1/64>



Helix



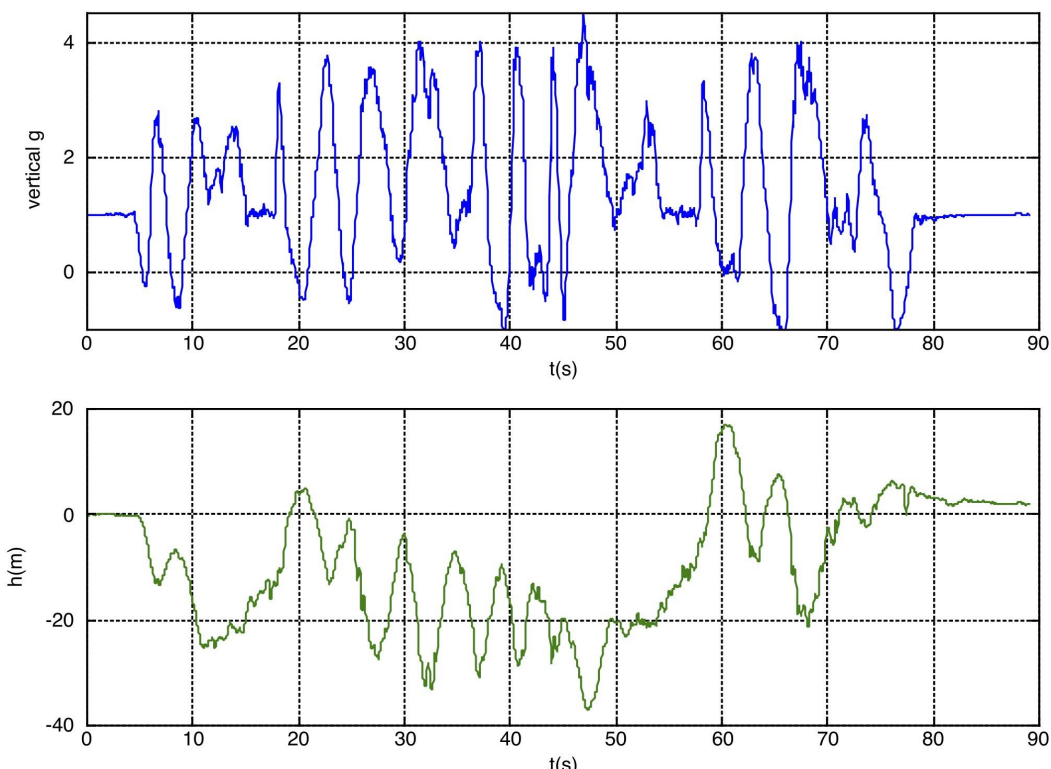
Både i A och B är man mycket tyngre än vanligt. Det är precis före och efter Top Hat, vid ca 60s i diagrammet med höjd och accelerometerdata, ca 3G och 4G. (Om man sitter långt fram åker man snabbare vid A och det blir ca 4G)

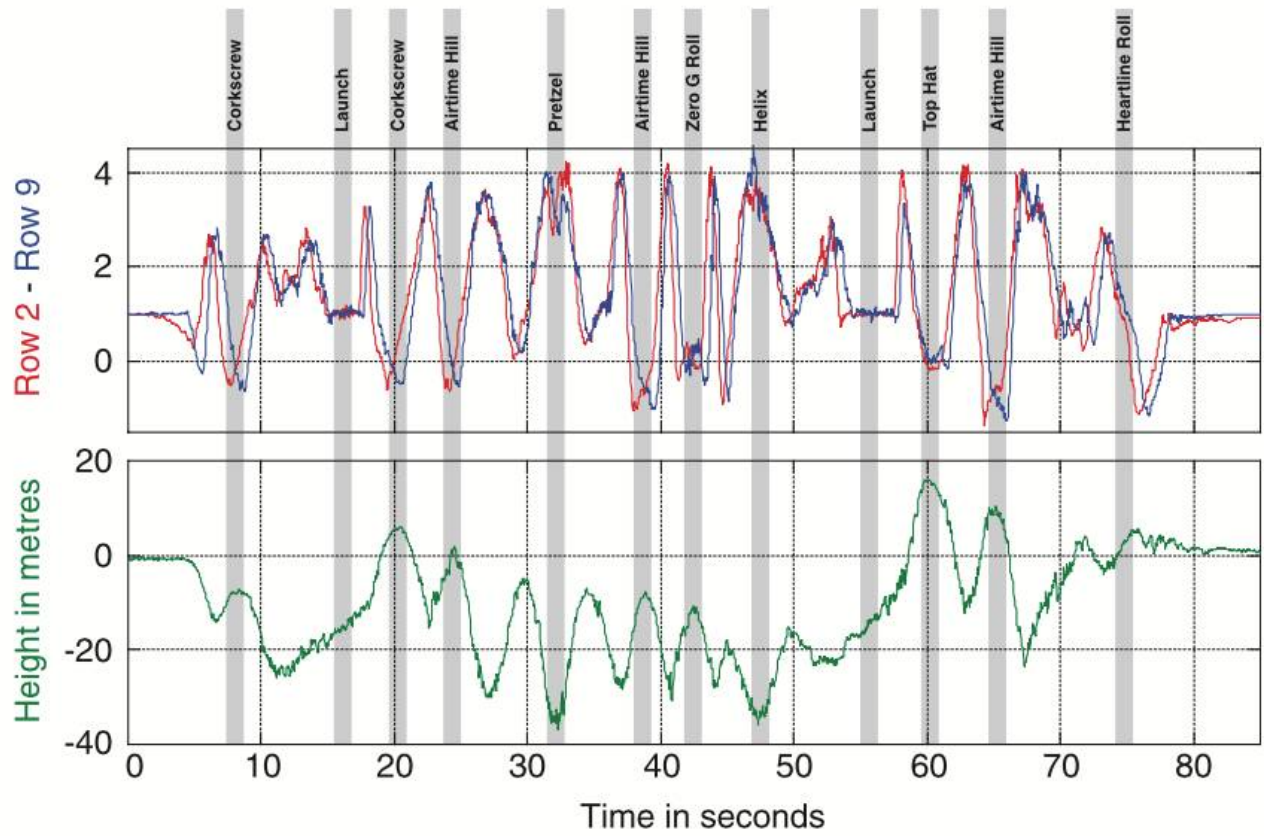
Lättast blir man i högsta punkten (D), men ganska lätt även i C och E

(Elever tror ofta att man blir lättare strax *efter* högsta punkten)

Bilden till höger visar "Pretzel-loopen".

- Alla loopar har mindre krökningsradie i högsta punkten, där farten är lägre. I en cirkulär loop skiljer det 6G mellan högsta och lägsta punkten (4G kommer från höjdskillnaden, dessutom $\pm 1G$ från tyngdkraften)
- Hur känns det när man åker i Pretzel-loopen? Strax efter 30 s i diagrammet. Man är faktiskt lite lättare i nedersta punkten än på sidorna av hjärtat. Det är ganska stor skillnad beroende på var man sitter (se grafen på nästa sida)





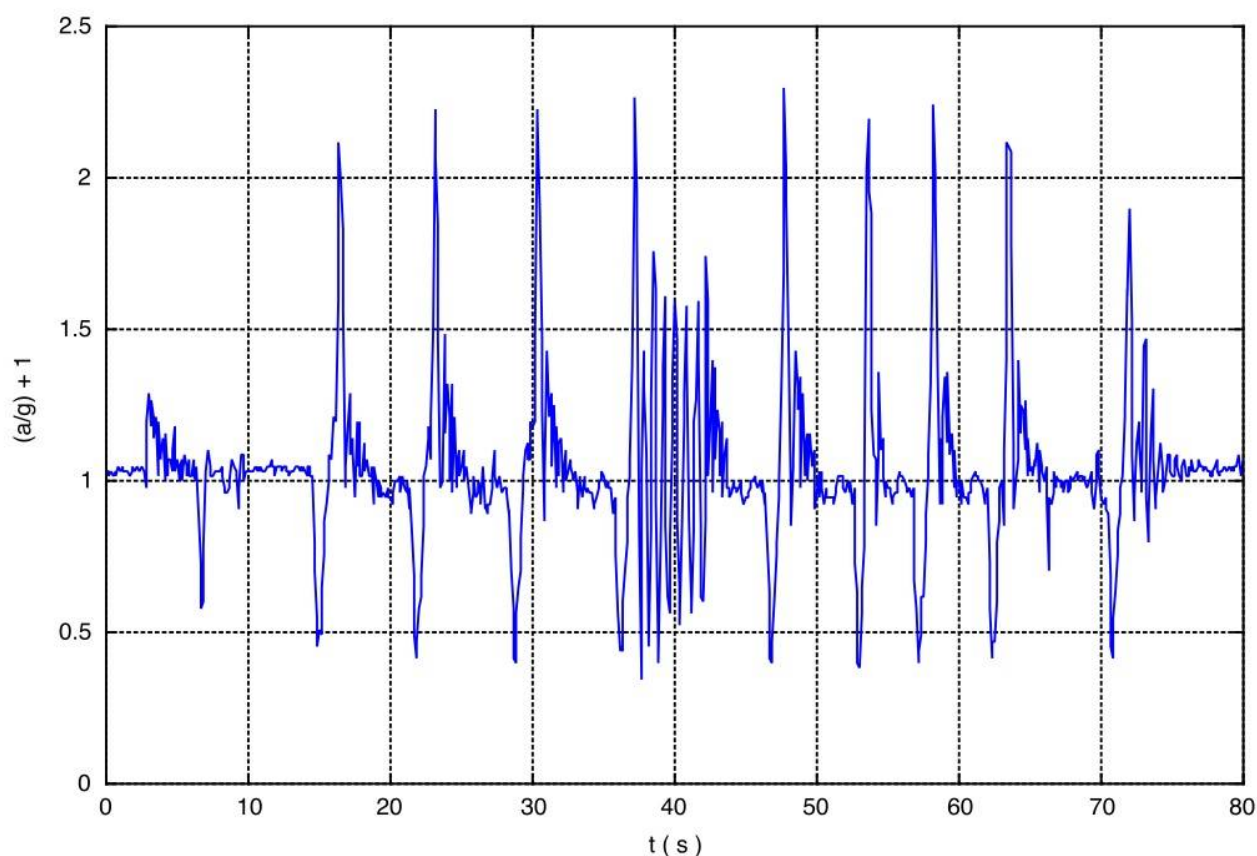
Hissningen

Utrustning:

- Accelerometer-grafer
- Några små slinky i gummiband att låna ut (och samla in) - be dem som står på marken observera när slinkyn 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, t.ex. med SensorLog (ios) eller Physics Toolbox Suite (Roller Coaster)

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

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.



Jukebox

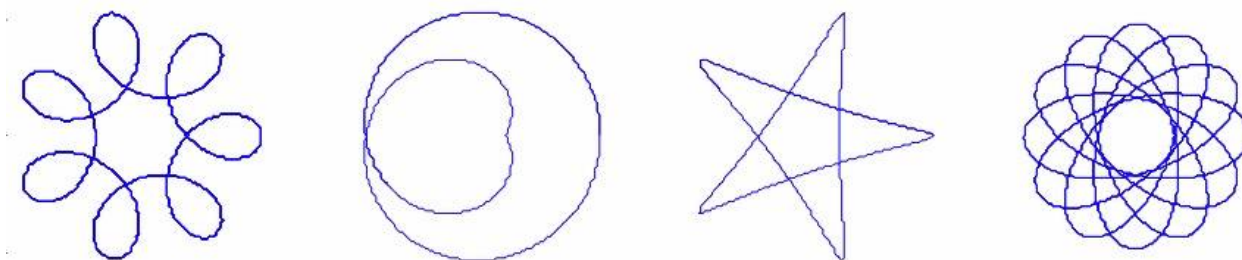
Materiallista:

- Kaninöron för utlåning till *en* person under turen
- Accelerometergraf.
- Man kan också ta med en mobiltelefon som accelerometer i stängd ficka (ladda ned appen SensorLog)
- Ett litet håslag som gör figurhåll 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. Be dem observera hur en person åker:

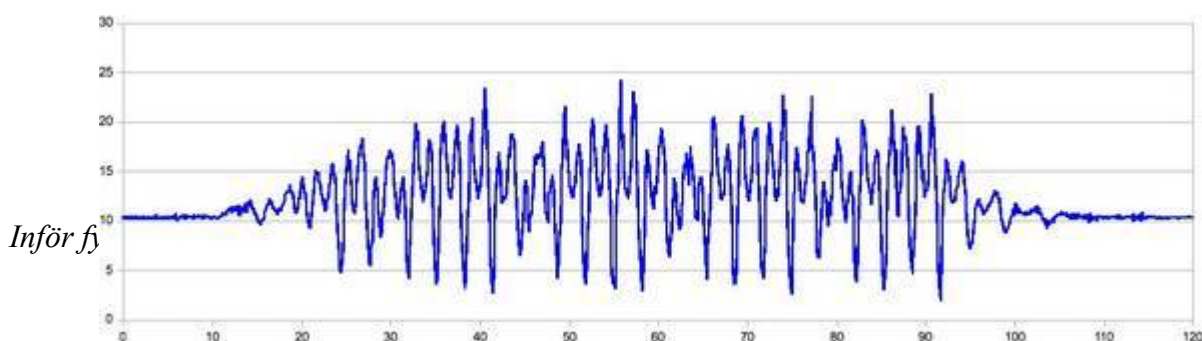


Efter turen:

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

Kommentarer

Hur figuren ser ut beror på kvoten mellan omloppstid för de olika rotationerna. Figuren till höger är närmast Jukebox-banan. Ur accelerometergrafen 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. (grafens visar $|a-g|$) i m/s^2 .



Kaffekoppen

Materiallista:

- Kaninöron för utlåning till *en* person under turen
- Föreslå att personen med kaninöronen INTE roterar kaffekoppen.
- Gosedjurslod + gradskivor för utlåning (inte för Jukebox)
- Accelerometergraf.
- Man kan också ta med en mobiltelefon som accelerometer i stängd ficka (ladda ned appen SensorLog eller PhysicsToolbox Suite)
- Ett litet hålslag som gör figurhål i elevernas blad - om de vill ha "kvitto" på att de åkt och diskuterat.

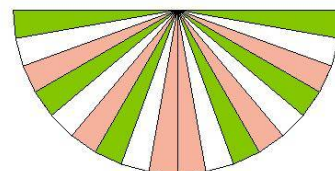
Före turen:

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



Efter turen:

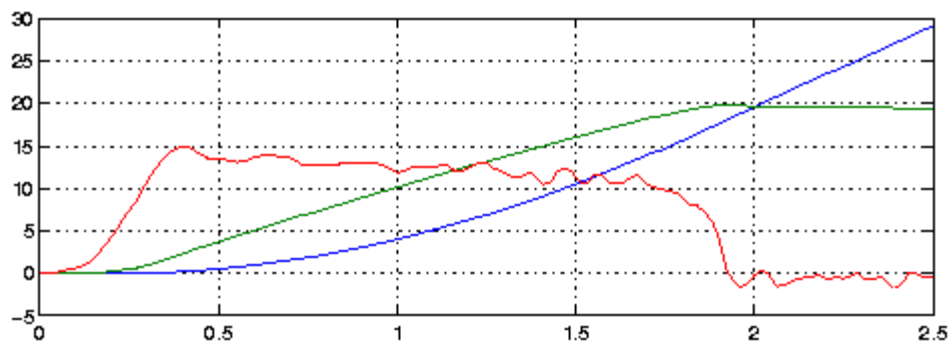
Samla in utlånad utrustning. Klipp eventuellt ett litet märke i deras blad som kvitto på att de diskuterat sina observationer.



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.)

Kanonen

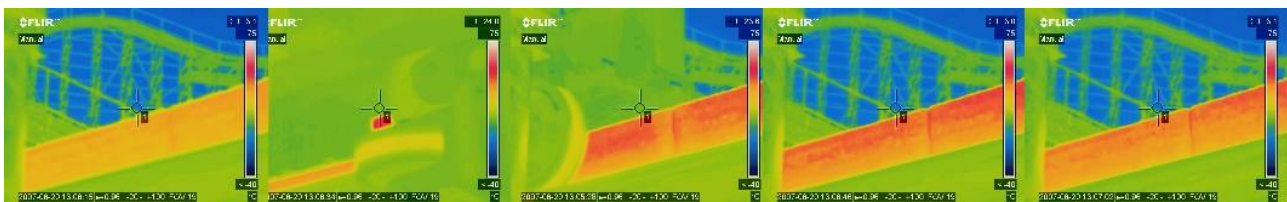


Grafen ovan är accelerometerdata, med hastighet och sträcka inlagda

Utöver elevuppgifterna kan man göra eleverna uppmärksamma på bromsarna som går upp precis när tåget har skjutits ut - en säkerhetsåtgärd om tåget inte skulle orka över första krönet.



Bilden nedan visar IR-bilder över bromssvärden i slutet av Kanonen-turen. Läs mer på <http://iopscience.iop.org/0031-9120/47/6/728> (kopia)



KANONEN -LOOP

Om det finns många lärare vid stationen kan någon av er gå upp på Kanonen-plattan (på väg in i kön) där man har fin utsikt både över Kanonen och Mechanica och även flera andra attraktioner.

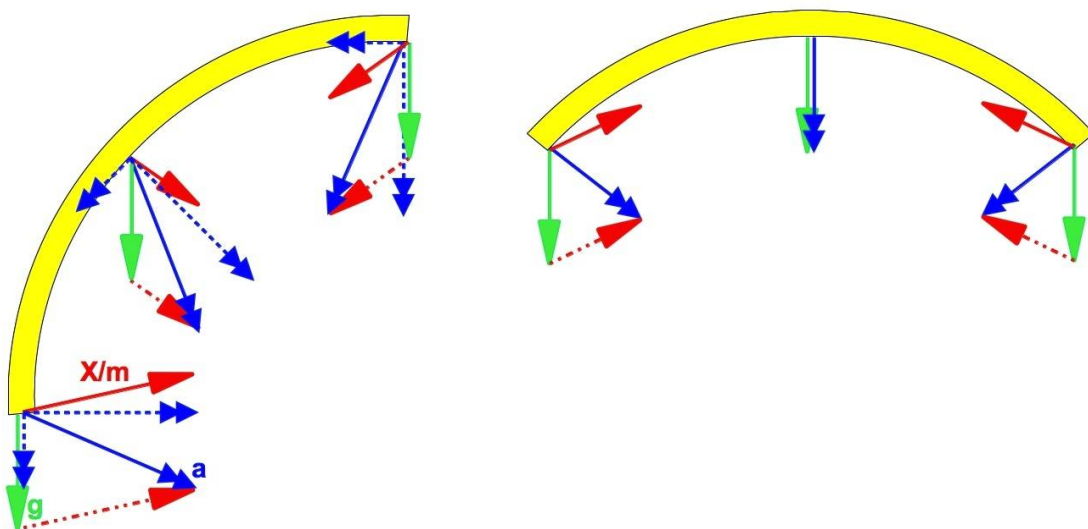
Titta lite närmare på loopens form. Övre delen är en cirkelbåge, medan krökningsradien ökar närmare marken. Det innebär att påfrestningarna på kroppen blir mindre. Formen kallas Klotoid, eller Cornu-spiral.

Spelar det någon roll var man sitter?

Figuren nedan visar krafter i två lägen för tåget, för en person längst fram, i mitten eller längst bak. (Vi har antagit att man är tyngdlös högst upp om man sitter i mitten)



Läs mer på http://physics.gu.se/LISEBERG/eng/lmnt_loop_2013.pdf



Lisebergbanan

- Spåret är 1.3 km långt och vilar på 180 stolp-par
- Lisebergbanan är så tyst för att rälsen är fylld med sand.
- Lisebergbanan är specialdesignad av Anton Schwarzkopf och Werner Stengel för att passa in i terrängen.
- Turen tar ungefär 2 min 30 sek.
- Stationen ligger på höjden 20m. Banans högsta punkt ligger på 65 m och den lägsta punkten 19.5 m. Högsta farten är c:a 90 km/tim.
- Spåret lutar som mest 33° nedåt, 31° uppåt och 83° i sidled.
- Minsta krökningsradie är 13 m.

FÖRE: Hur får tåget energi?

I vilken/vilka av punkterna i bilden känner man sig tyngre än vanlig?

Lättare än vanligt? Lika tung som vanligt?



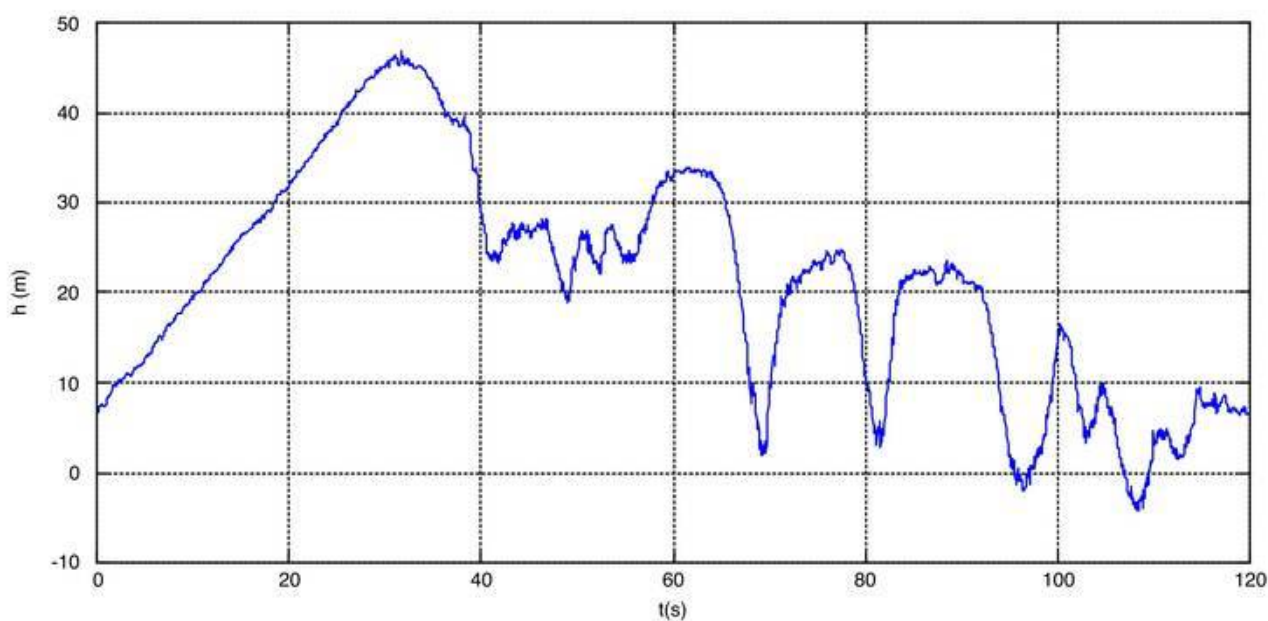
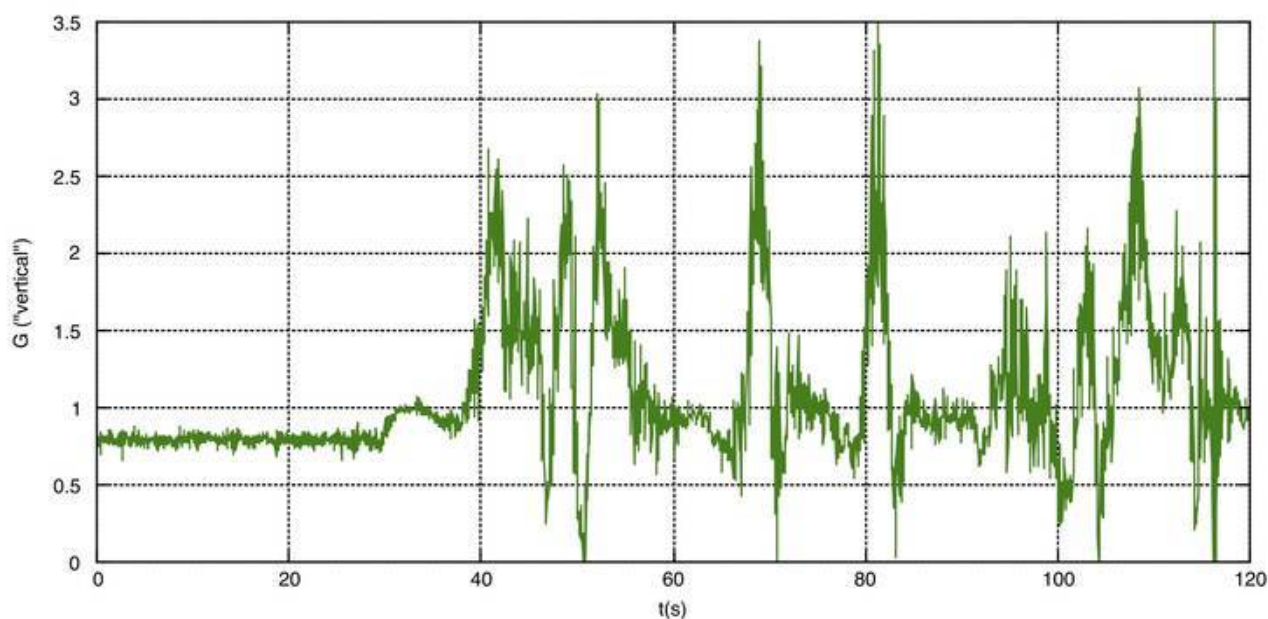
EFTER:

Var under turen kände du dig tyngst?

(Runt fisketuren är en av punkterna, förutom D och B i figuren)

Lättnade du från spåret någon gång (i A och E och även C är man ganska lätt, lyfter från spåret gör man som mest över Flumeride, speciellt om man sitter längst fram eller längst bak, eftersom tåget då går snabbast över spåret.

Ev. kan man fråga dem om placeringen spelar roll, uppmana dem att åka igen.



Dialoger vid Lisebergbanan

(Exempel från handledda studiebesök)

Frågor

Svar (eller motfrågor)

Före

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.

Men förlorar inte tåget mycket energi i kurvorna?

Kommer du i håg Hangover? Hur den släpps högst upp, går igenom bumerangen och loopen (lite inaktuell)

Men i loopen gick den ju långsamt, där måste den ha förlorat energi

Ja, men det är ju för att tåget är så högt upp då

Men när tåget kom till andra sidan så gick det *nästan* ända upp innan det fick dras sista biten. Det som tåget måste dras svarar mot energiförlusten.

Hur fort går Lisebergbanan?

Högsta punkten ligger på 65 m, lägsta punkten på 19.5 m, stationen på 20m. En höjdskillnad på 45 m svarar mot den fart man får efter 3s fritt fall, dvs 30 m/s, eller 108 km/tim. (På 1s faller man 5m, på 2s 20m, på 3 s 45, på 4s 80m och farten ökar med 10m/s varje s) Men tåget bromsas ibland, så farten ligger mellan 80 och 90 km/h

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



Tung – lätt

När de kommit av efter första åkten.

Hur kändes det?

Det pirrade i magen när man åkte över Flumeride

Ja, och man lyfte nästan från sätet

Fanns det något annat ställe än när man åkte över Flumeride som det pirrade i magen?

Precis efter åkte man upp och ned igen och när man åkte över krönet.

Hur kan tåget stanna kvar på spåret?

Titta hur hjulen ser ut. Ser ni att det finns tre hjul i varje ända av axeln.

Men ibland blev man jättetung.

Var kändes man tyngst?

På slutet

Ja, precis i den sista cirkeln innan tåget bromsas

Hur många g är det?

Ungefär 3g, på några platser - kan du lista ut vilka? Det kan ni mäta nästa gång om ni tar med er en slinky i gummiband. (Visa)



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. Det syns inte så mycket på slinkyn. Men ni kan se skillnaden över backkrön om ni tar med ert gosedjur i snöre. Vad händer med gosedjuret när ni lyfter från stolen? Ni kan också passa på att titta på hur det hänger i kurvorna. Tänk på att hålla det ner i vagnen så att det inte bara är luftmotstånd ni ser!



Mechanica

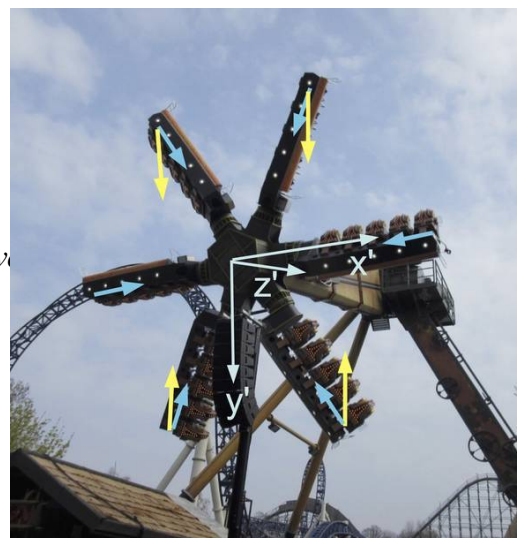
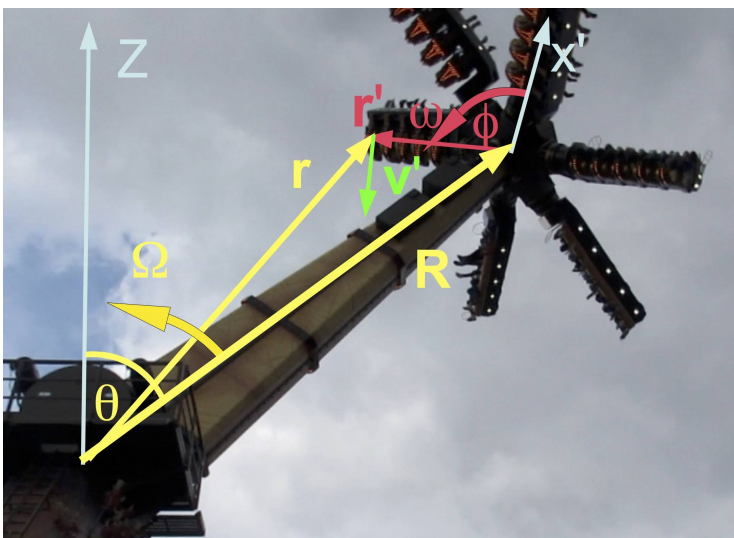
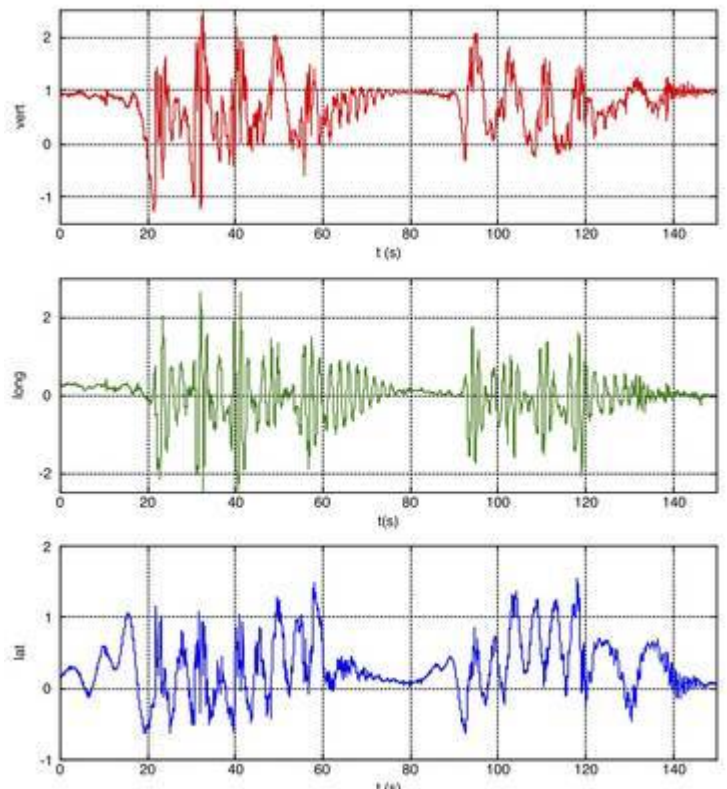
FOKUSERA PÅ HUVUDROTATIONEN.

Om man sitter nära centrum kan man försumma övriga krafter.

I er kasse ligger ett par hållare för telefoner - det kan vara intressant att låta två elever åka i samma gondol, i olika lägen (längst in och längst ut) och jämföra (jag tar gärna emot mätdata!)

Några kommentarer till graferna:

- De stora rotationerna tar ca 8 sekunder per varv. Radien 12 m innebär då en centripetalacceleration på $0.75g$. Dock är vinkelhastigheten inte riktigt konstant - nedre halvan av varvet går lite fortare än övre halvan. Eleverna kan mäta skillnaden och uppskatta hur stor effekt det leder till.
- Maximala avståndet från rotationsaxeln (X) (om man sitter längst ut på en gondolarm som är vinkelrät mot rotationsaxeln) blir $12.7g$ (vilket ger en något större acceleration, $0.8g$)
- Stjärnans rotation tar ca 10 sekunder. Om man sitter 4m från centrum åker man 25m på ett varv och centripetalaccelerationen från denna rotation blir $0.16g$. Dessutom tillkommer centripetalacceleration (gula pilar, max $0.25g$) från huvudrotationen, riktad mot "x-axeln" i figuren.
- Coriolis-effekten ger ett bidrag på upp till $0.4g$ pga de kombinerade rotationsrörelserna
- Fler detaljer på <http://tivoli.fysik.org/english/liseberg/mechanica/forces/>



Ponnykarusellen

- 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!
-

Motsvarande experiment kan också göras i Kållerado, när man kliver ur flotten, och står på en långsamt roterande plattform - och kanske tycker att det är marken som roterar.

Film från 2014 med kort instruktion och några elever som genomför experimentet 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.)

Slänggungan

Utrustning:

Experiment	Observationer
En trave vattenmuggar (Dela ut /samlar in) Vattenflaska Ev. några gosedjurslod	Frågeblad om vattenytan Protokoll för vattenyta + vilka gungor som hänger ut mest/minst Ev. ett blad med accelerometergraf.

Hitta bra platser i samråd med attraktionsvärden! Se gärna till att minst EN gunga är tom i yttre raden under varje tur.

Vid ingången:

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. 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.

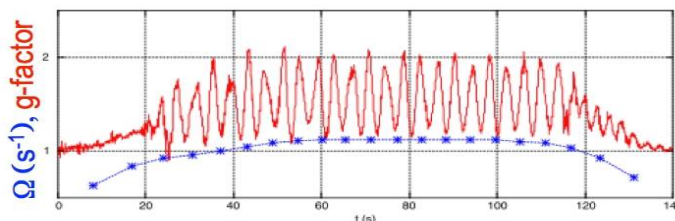


Vid utgången

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?) Notera svar och kommentarer på protokollbladet.

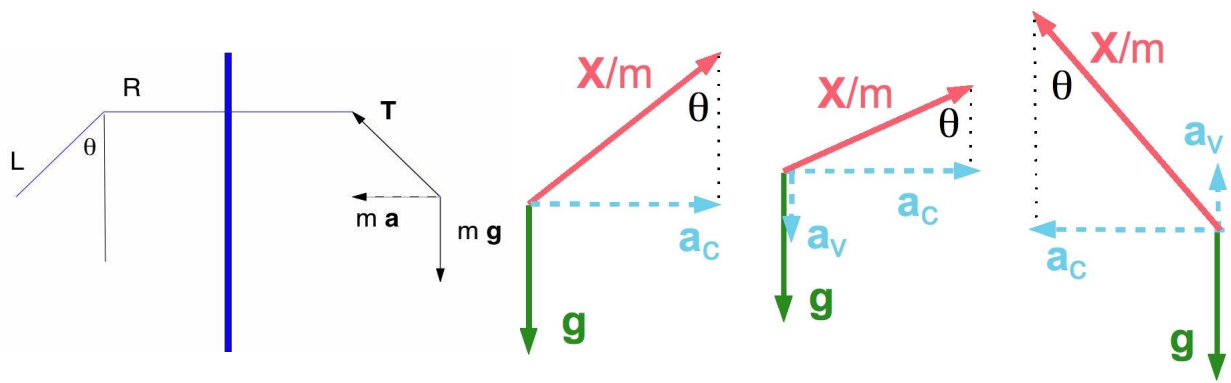
Observationer:

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.

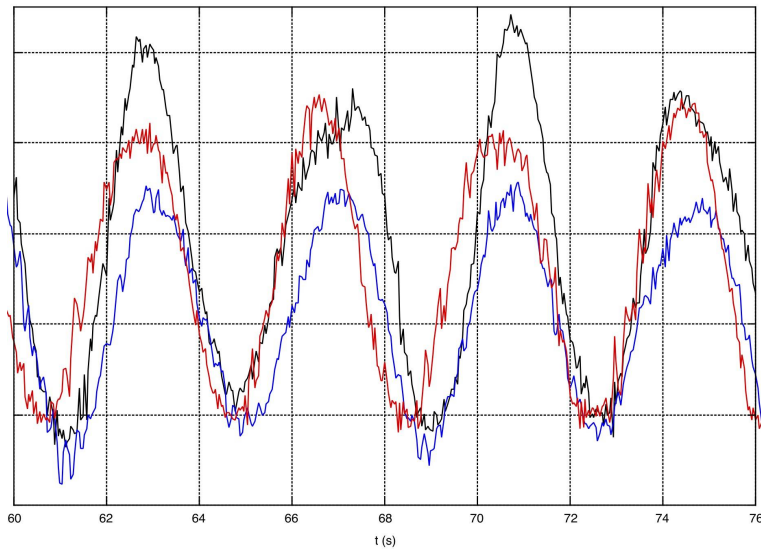


Efteråt:

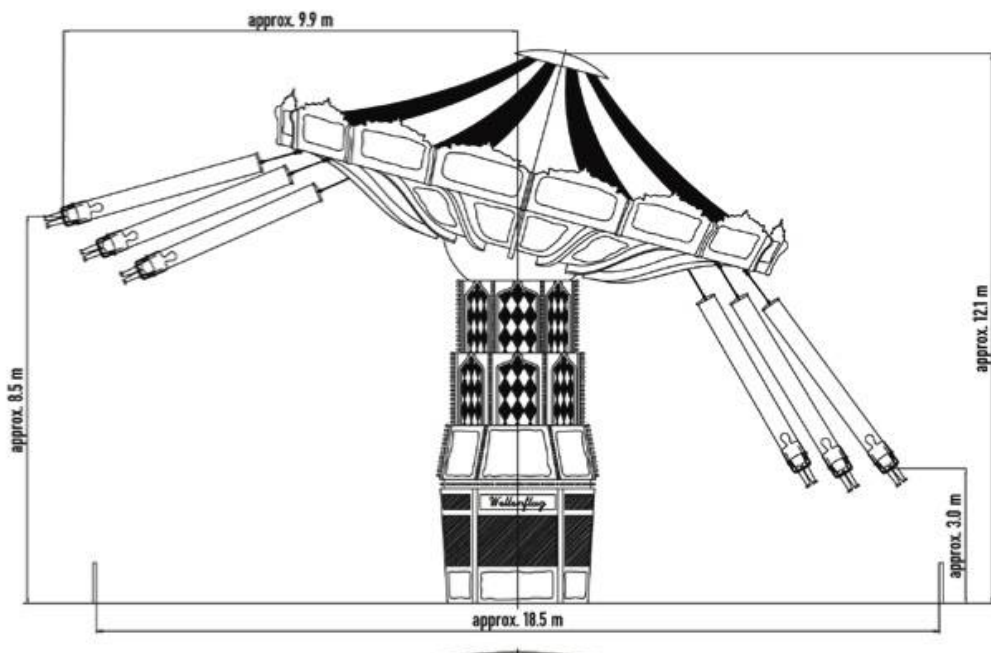
Töm vattenflaskor och muggar. Packa ihop dem och stoppa dem i platspåsen som ska finnas inne i väskan. Lämna tillbaka.



Beteckningar och Frikropps-diagram för olika delar av turen



Detalj av accelerometergrafer för en tur i en gunga längst ut, i mitten och längst in.



Del av ritningen från Zierer Spin Rock - för Fysikdagen

Spin Rock

(Bilden är från 2002, medan HangOver fanns kvar)

Utrustning

- Accelerometer-grafer
- Minst 12 små slinky (och någon extra i reserv) i gummiband att låna ut (och samla in) - be dem som står på marken observera när slinkyn blir längst/kortast.
- Den som åker: Uppskatta hur kort/lång den blir och under vilka delar av turen.
- Tumstock och några kortare pendlar (jojo) för att diskutera relationen längd och period.
- Instruera ev. om WDSS
- Figurstans eller stämpel



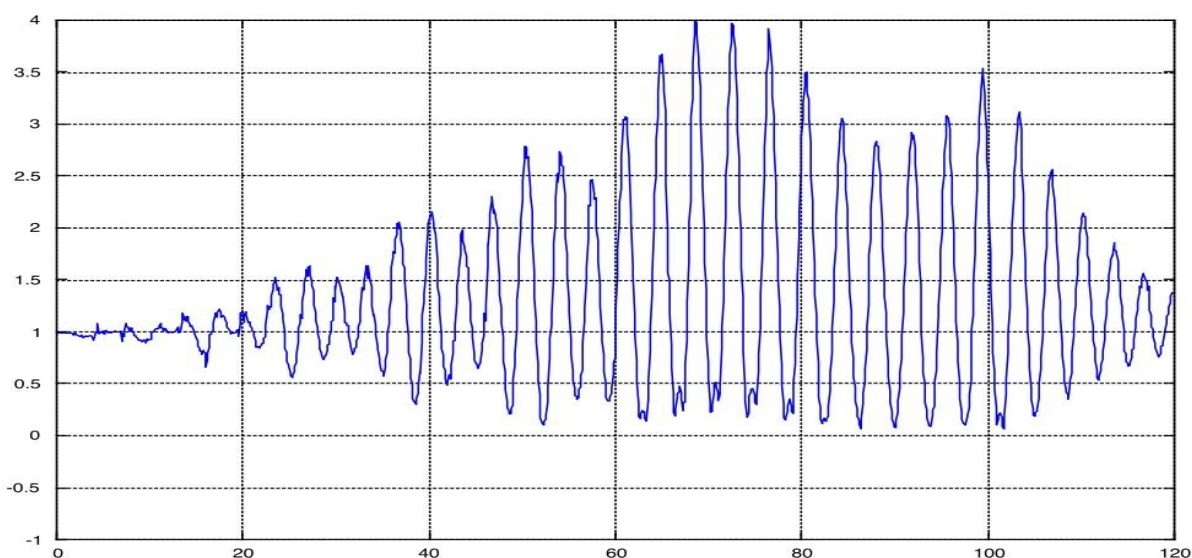
Vid ingången:

Dela ut en slinky per "soffa" och visa hur man håller den och be dem observera var under turen den blir som längst, och hur lång den blir. När alla som ska åka har gått på kan man få tillbaka slinky från utgången.

Vid utgången:

- Samla in slinky och fråga dem som har slinky hur lång den blev (och visa att det svarar mot ca 4g). (När det blivit lagom lugnt - lämna tillbaka alla till ingången)
- Om de inte har slinky kan man ändå fråga hur (kan göras i när de har kommit ned) mycket tyngre än vanligt de kände sig eller hur många g de upplevde.
- Man kan också kommentera att (nästan) 4g svarar mot att det är den går upp till nästan 120° . Om man vill kan man också komplettera med att 90° blir 3g och 60° blir 2g.
- Svängningstid: Håll jojon (eller något annat) i snöre och fråga/visa hur svängningstiden beror på pendelns längd. En halvperiod på ca 4 s svarar mot en 16m matematisk pendel, dvs lite längre än vad SpinRock armen är. Skillnaden beror delvis på den stora vinkeln, men också på att det är en fysisk pendel. Dels har armen massa, dels har alla "sofforna" massa och utsträckning och roterar. (Det blir alltså en rotationsenergi så att inte all lägesenergi omvandlas till translationsenergi).
- De som diskuterar på plats kan få en stämpel eller klipp i sitt blad med attraktioner

Inför fysikda



Uppskjutet och Höjdskräcken

Materiallista: Vattenflaska, vattenmuggar, Platspåse, [Utskrivet uppgiftsblad](#), 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.)

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:

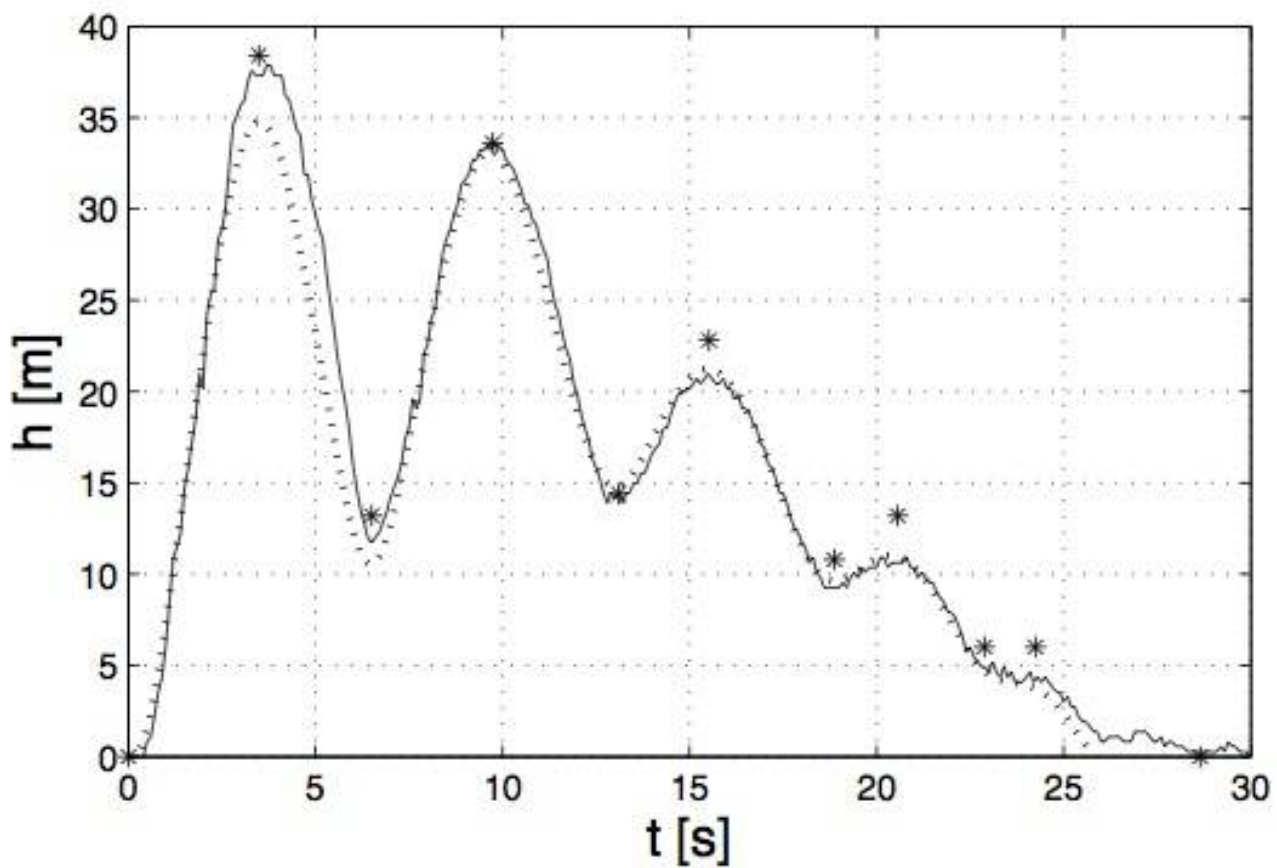
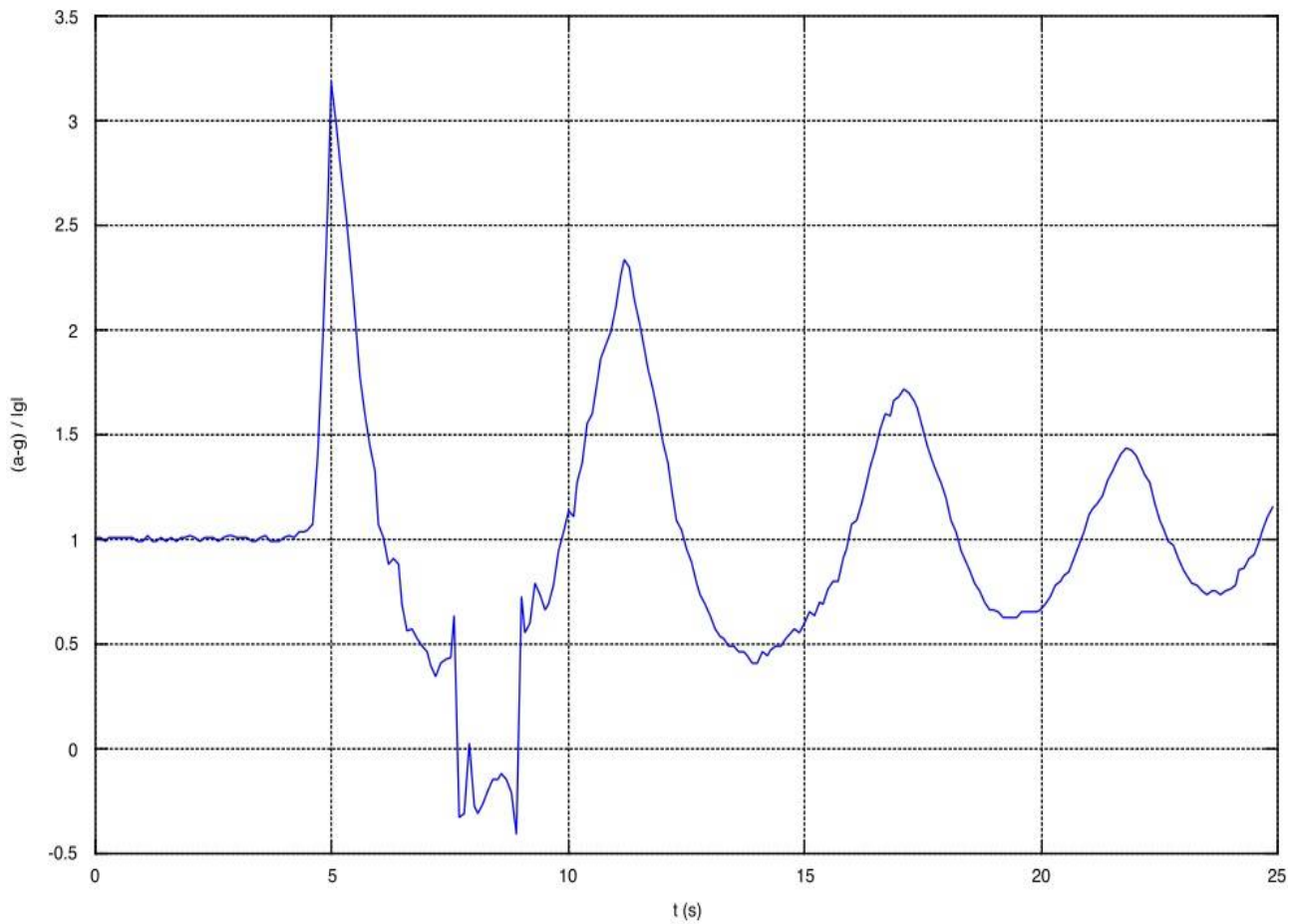
Töm vattenflaskor och muggar. Packa ihop dem och stoppa dem i plastpåsen som ska finnas inne i väskan. Lämna tillbaka.

Accelerometerblad

Mapp med [accelerometerblad](#) + blad med grafisk presentation över [olika sätt att mäta höjden](#). Stå utanför, strax till vänster om Uppskjutet finns en ganska lugn plats, mellan utgång och ingång. (nära utgången för Höjdskräcken). Ha en slinky till hands för att demonstrera "g-kraft"

UPPSKJUTET: ACCELEROMETERDATA

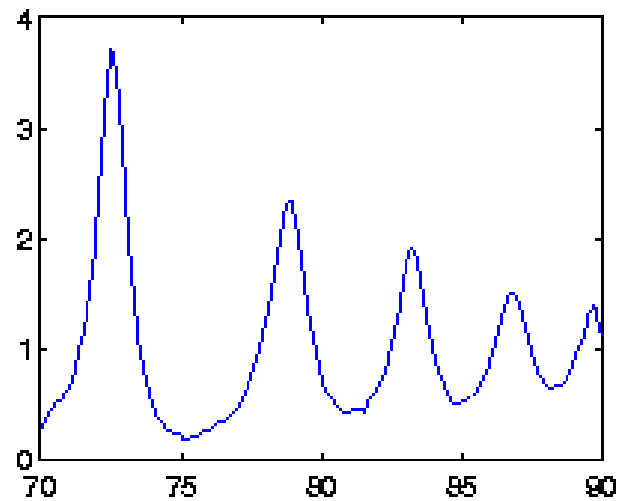
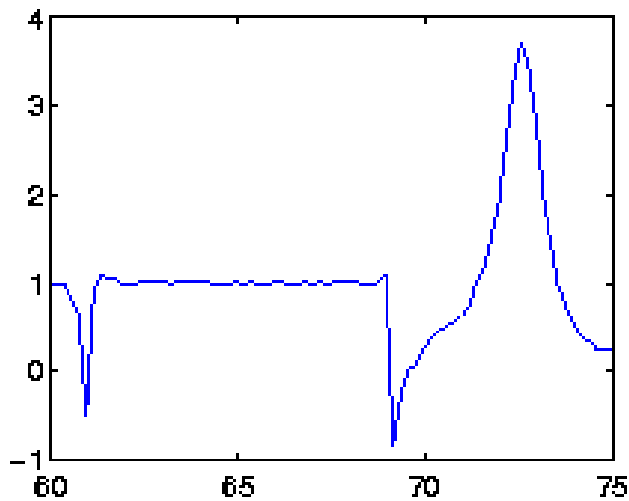
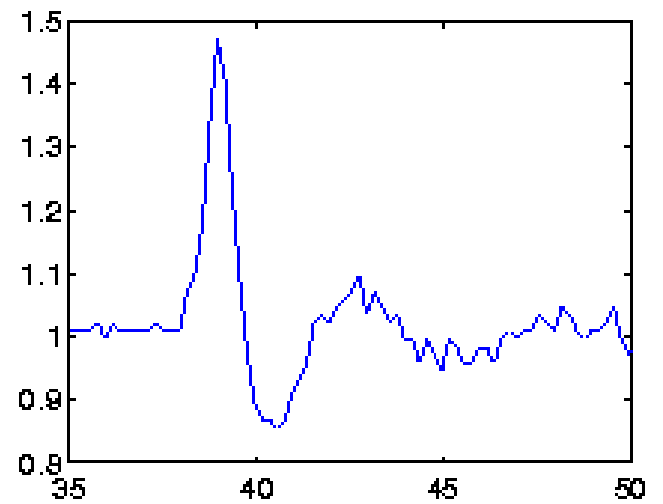
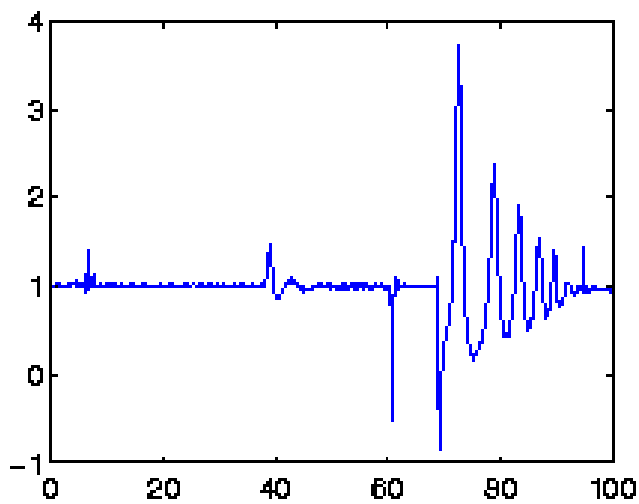
Diskutera vad man ser i data. Den nedre bilden visar höjden. Stjärnorna är värden från observationer av hur högt upp/långt ned man kommer i varje studs.



HÖJDSKRÄCKEN: ACCELEROMETERDATA

Diskutera vad man ser i data.

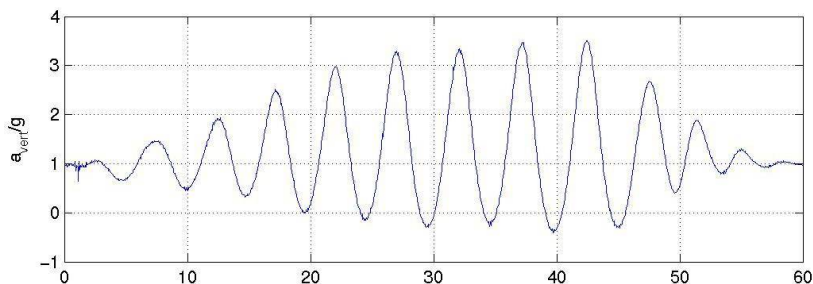
Data är uppmätta 2004 med en CBL och Ti-83 och en 1D accelerometer. Hur länge sitter man kvar i högsta punkten nu?



Uppswinget

Utrustning:

- Liten plastlinky (max 4 cm när den hänger fritt), ca 8 st
- Utskriven gradskiva
- [Accelerometerblad](#)
- (Mobilens tidtagarur)
- Elektronisk utrustning (inkl mobiltelefon) i mätväst eller stängd ficka är tillåten
- För jämförelse på marken: Jojo i snöre som experimentpendel



Vid ingången:

Några slinky för utlåning:

- De måste lova att sätta sig på den sidan där man kan se dem, och att lämna tillbaka dem efter turen.
 - Fråga dem: Var tror du slinkyn blir längst? Kortast?
 - Hur lång/kort? Varför?
- Var känner man sig lättast/tyngst? Varför?
- Kontrollera att ev. elektronisk mätutrustning sitter i mätväst (eller stängd ficka). Viktigt att de kan hålla undan den på lämpligt sätt när byglarna kommer ned och att de kommer åt startknappen.. De bör vara inställda på att mäta 5 minuter, för att ge lite marginal, så att man kan trycka på startknappen direkt när alla byglar har stängts (eller tidigare).

Vid utgången:

- Samla in utlånade slinkys (håll lite ögon på dem under turen).
- Be dem berätta vad som hände? Hur lång blev den som längst? (prova gärna själv någon gång!). Varför? Under vilka delar av turen tillförs energi till gungan? (bara i botten)
- När det blir lugnt: Gå bort med en slinky-högen till ingången. (Diskutera ev. med attraktionsvärden vad som är smidigast - men glöm inte attraktionsvärden har ansvar för säkerheten och är den som bestämmer!)

Observationer:

- Hur stor roll spelar utslagsvinkeln?
- Eleverna kan använda mobiltelefonen för att ta tid på de olika svängningarna - mät i bottenläget! (Lättare om man går lite uppför backen tillbaka mot Uppskjutet) Allra bäst om de har mellantider. Kanske kan de också uppskatta utslagsvinkeln -
- Uppswinget är 20 m lång - vilken svängningstid förväntar man för en matematisk pendel?
- Titta också på accelerometergrafén. Kan man läsa av vinkeln i vändläget (grafén bör visa cos för vinkeln - varför?) Finns det någon relation mellan hur mycket mindre än 1 den visar i vändlägena och hur mycket mer än 1 den visar i bottenläget? (Använd energiprincipen för att få farten i lägsta punkten och sedan uttrycket för centripetalacceleration, som då blir $2h/r$ - där h är höjden över lägsta punkten. För g-faktorn/g-kraften får man lägga till en etta för normalkraften).
- Kan man i grafén se skillnad i svängningstid för små och stora vinklar?
- Under vilka delar av turen tillförs energi till gungan? (bara i botten)

"Kontroller"

Intill attraktionerna som är öppna 14-15 kommer det att stå lärare som diskuterar med eleverna - både egna och andras - och sedan kan stämpla eller stansa bladet. (Se bilden till höger, med stansar och attraktioner 2014)

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



BLAD FÖR ELEVERNA

Fysikdag 11 september 2015

Bushållplatsen (13.45-14.15)	Hissningen (14-15)
Kaffekoppen (14-15)	Jukebox (14-15)
Ponnykarusellen (14-15)	Slänggungan (14-15)
SpinRock (14-15)	Uppswinget (14-15)
Höjdskräcken (14-15)	Uppskjutet (14-15)
Mechanica (14-15)	Balder (15-16)
Kanonen (15-16)	Helix (15-16)
Lisebergbanan, före turen (14-15)	Lisebergbanan, efter turen (14-15)