

# Instruktion till utförare

---

## Kraftshow

Annie Gjers & Felix Falk

2013-10-22



## Innehåll

Inledning .....	3
Kort om showen .....	3
Pedagogiska tankar .....	4
Materielförteckning .....	5
Experimenten .....	6
Månen och gravitationen .....	6
Blyplankan .....	7
Dubbelkon med sjunkande tyngdpunkt .....	7
Vagnarna .....	8
Den fallande koppen .....	8
Det vandrande myntet .....	9
Körschema och manus .....	10
Appendix: Kanon med lasersikte .....	15

## Inledning

Detta instruktionsmaterial är riktat till de som ska hålla i Universeums show "Kraftshow". Showen kan hållas av gymnasiearbetare, utförare eller pedagoger, för enkelhets skull kommer alla att kallas utförare i detta dokument. Materialet syftar till att dels påminna utföraren om experimentens förklaringar och dels att hjälpa dem att förbereda sig inför showen. Vi rekommenderar att utföraren har god förståelse motsvarande minst gymnasiets Fysik 1-kurs för att utföraren ska känna att hen behärskar ämnesområdet.

Instruktionsmaterialet börjar med en kort beskrivning av showen och de pedagogiska tankar som ligger bakom upplägget av showen. Därefter följer bilder på det materiel som showen innehåller. Sedan presenteras en beskrivning av de ingående experimenten och deras förklaringar. Materialet avslutas med ett detaljerat manus med förslag på interaktion med eleverna samt ett mindre detaljerat körschema tänkt att ha som stöd under genomförandet av showen.

## Kort om showen

Kraftshowen är en mobil show som består av sex korta och intresseväckande experiment om mekaniska krafter. Den kan användas vid klassbesök eller vid mer eller mindre spontana tillfällen i utställningarna, för både besökande skolklasser och allmänheten. I dokumentet kallas alla åskådare för elever. Showen är främst anpassad för mellan- och högstadiet.

Showen är baserad på en Universalföreställning som Ragnar Svensson designade år 2011. Vi vill tacka Ragnar för de inspirerande experiment som han utformade och de förklaringar som han skrev till elevernas lärare. I detta dokument är hans förklaringar något omskrivna för att passa utförare som har förkunskaper motsvarande minst gymnasiets kurs Fysik 1.

### KORTA FAKTA

Begrepp som tas upp	kraft, gravitation, friktion och Newtons tredje lag
Tidsåtgång	15-20 minuter
Förberedelsetid	10 minuter
Krav på lokal	ett hårt golv utan heltäckningsmatta eller dylikt
Antal åskådare	max 40 elever
Anpassat för åldrarna	mellan- och högstadiet
Beståndsdelar	materiel till showen, instruktionsmaterial till utförare inklusive instruktionsfilm samt lärarhandledning för efterarbete

## Pedagogiska tankar

I enlighet med Universeums uppdrag är målet att eleverna, efter att ha tagit del av showen, ska känna sig inspirerade och nyfikna på att lära sig mer om mekaniska krafter. Fokus ligger alltså inte på lärande utan på inspiration och positiva upplevelser. Det är därför viktigt att utföraren bidrar med energi, glädje och intresse kring de experiment som genomförs under showen. För att hålla uppe tempot i showen innehåller den många korta experiment. Några experiment behandlar samma begrepp och dessa kommer i följd.

Det finns mycket som bygger på elevernas förslag och tankar. Interaktivitet är det viktigaste. Försök därför att i största möjliga mån testa elevernas förslag praktiskt. Låt elevernas tankar bli styrande för diskussionen. Det finns relativt gott om tid för att besvara direkta frågor, däremot inte långa förklaringar om begrepp som kommer upp.

Det finns en lärarhandledning för att elevernas lärare ska kunna få förslag på efterarbete med eleverna. Lärarhandledningen innehåller också förklaringar på experimenten.

## Materielförteckning

Nedan visas bilder på den materiel som krävs för respektive experiment i showen.



Månen och gravitationen



Blyplankan



Dubbelkon med sjunkande tyngdpunkt



Vagnarna



Den fallande koppen  
(gem utbytt mot mutter)



Det vandrande myntet

## Experimenten

I detta avsnitt beskrivs showens experiment. Såväl materiel samt utförande och förklaring tas upp. Observera att förklaringarna i detta avsnitt är skrivna för utförarnas förståelse och är inte anpassade efter elevernas nivå.

Showen består av sex experiment som beskrivs i den ordning de utförs här nedan. Namn på experimenten och bilder på det material som används finns på föregående sida. Experimenten Vagnarna och Dubbelkon med sjunkande tyngdpunkt är beroende av ett ganska platt golv, så det bör testas på de platser där de ska utföras innan showen genomförs.

Ett ytterligare experiment, med namnet *Kanon med lasersikte*, som ursprungligen ingick i showen togs bort på grund av att riggandet av materiel tog för lång tid. För instruktion och förslag på användande, se appendix.

## Månen och gravitationen

Denna aktivitet handlar om gravitation med huvudfrågan ”Varför faller inte månen ner?”. Experimentet består av fyra delar och innehåller en pendel (månen) och en boll (jorden):

1. Släpp bollen för att demonstrera att den faller till marken.
2. Tag pendeln och ta upp en elev på scen. Håll kulan intill elevens näsa. Sträck snöret så att du håller änden snett ovanför kulan. Släpp och låt kulan pendla fram och tillbaka.
3. Sätt jorden på sitt stativ och pendla månen in i jorden.
4. Ge månen en hastighet och låt månen färdas i en bana runt jorden.

### Förklaring

Pendelns fria rörelse är ett resultat av en konstant gravitationskraft nedåt. Kulan accelereras av gravitationen ner till lägsta punkten och bromsas sedan lika snabbt upp till en lika hög punkt på andra sidan. Detta upprepas sedan om och om igen.

När månen rör sig runt jorden är den utsatt för en enda kraft, gravitationskraften mot jorden. Enligt Newtons andra lag accelereras månen därför mot jorden! Men tack vare att den har (hela eller del av sin) hastighet vinkelrätt mot jorden kommer den inte att falla ner utan den faller i en bana runt jorden. Illustrationen i showen med månen som en kula har naturligtvis lite brister, men kraftsituationen blir faktiskt den att kulan känner av en kraft in mot jordgloben, som en resultant av de två krafter som verkar på kulan – en kraft snett uppåt ifrån tråden, en kraft rakt ned på grund av jordens gravitation.

### Materiel

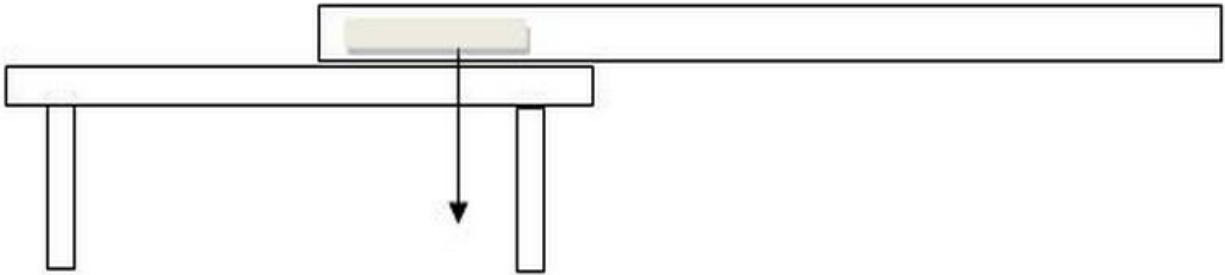
Boll, stativ och kula i snöre.

## Blyplankan

Var noga med att inte presentera experimentet som "blyplankan" för eleverna, då det förstör överraskningen. Denna aktivitet handlar om tyngdpunkt och går ut på att blyplankan (en plankan med bly infällt i ena änden) placeras på ett bord. Därefter skjuts den lätta änden ut över kanten.

### Förklaring

När gravitationen verkar på en kropp kan man ofta förenkla situationen genom att införa begreppet tyngdpunkt. Om en kropp ska ligga stadigt på ett underlag måste tyngdpunktens lodlinje gå genom underlaget. Tyngdpunktens läge för en homogen kropp (massan jämt fördelad i hela kroppen) ligger i kroppens geometriska centrum. I detta experiment är inte plankan homogen. Det är en stor mängd bly infälld i ena änden av plankan. Tyngdpunkten ligger därför långt ifrån mitten och då ligger plankan kvar trots att mycket mer än halva skjuter ut från bordet.



*Tyngdkraften verkar genom tyngdpunkten som ligger långt från geometriskt centrum på grund av blyet som är infällt i plankan.*

### Materiel

Planka som är tyngre i ena änden.

## Dubbelkon med sjunkande tyngdpunkt

Även denna aktivitet handlar om tyngdpunkt. Här släpps en cylinder högst upp på en ramp som består av två skenor där avståndet mellan skenorna är större högre upp på rampen än längre ned. Cylindern rullar förstås nedåt. Därefter släpps en dubbelkon (två koner vars basytor sitter ihop) på samma ställe på rampen varpå dubbelkonen kommer att stå stilla. Sedan släpps dubbelkonen längst ner och kommer då att rulla åt motsatt håll - uppåt längs rampen.

### Förklaring

Skenorna har en lutning nedåt, mot riktningen som dubbelkonen rullar. Att den trots detta kan rulla åt andra hållet beror på att skenorna är längre isär i de övre ändarna. Detta gör att tyngdpunkten för dubbelkonen faktiskt sjunker under färdens "uppåt". Detta eftersom kontaktpunkten mellan dubbelkon och skena flyttas utåt på dubbelkonen.

### Materiel

Ramp av skenor, cylinder och dubbelkon.

## Vagnarna

Denna aktivitet tar upp Newtons tredje lag - att varje kraft har en motriktad och lika stor motkraft. Här är det viktigt att ha tillgång till ett hårt golv utan heltäckningsmatta eller liknande. Observera att golvet på Universeum lutar på vissa platser. Testa därför innan genomförande vilka platser och vilken placering av vagnarna som fungerar. Experiment består av tre delar:

1. Två frivilliga elever placeras sittande på var sin vagn vända mot varandra. Den ena får uppgiften att hålla fram sina händer och behålla dem i samma läge. Den andra eleven ska använda sina händer för att putta iväg den första eleven. Den puttande eleven åker naturligtvis bakåt samtidigt som den andra eleven. Man kan med fördel ge omvända uppgifter till eleverna.
2. Sedan får alla elever trycka sin handflata mot någon annans handflata för att känna den motriktade kraften.
3. Slutligen görs experimentet med vagnarna igen, fast en av eleverna får hålla en fot i marken.

## Förklaring

Denna övning handlar helt enkelt om Newtons tredje lag, att varje kraft har en motriktad och lika stor motkraft. Dessa krafter verkar på olika objekt. Vid resonemang som detta är det viktigt att betrakta ett objekt i taget för att inte förvirra resonemanget.

I sista övningen är kraften mellan personernas händer fortfarande lika stor och motriktad. Det som gör att den med foten i marken står kvar är den kraft som uppstår från friktion mot underlaget. Friktionskraften och tryckkraften från handen tar ut varandra och personen står still. Den andra personen har ingen kraft som håller emot och glider därför iväg av tryckkraften mellan händerna. Det spelar ingen roll vems muskler som i första hand skapar krafterna.

## Materiel

Två vagnar.

## Den fallande koppen

Detta experiment visar på friktion mellan ett snöre och en träpinne. Snöret har en kopp i ena änden och en mutter i den andra. Håll pinnen nästintill horisontellt i ena handen. Ta tag i muttern och placera snöret över träpinne. Håll muttern långt från träpinne så att snöret är parallellt med golvet och koppen hänger precis under pinnen. Släpp muttern. Koppen kommer att falla, medan muttern snurrar runt och virar snöret runt träpinne. Koppen stannar innan den når golvet.

## Förklaring

När muttern släpps börjar både den och koppen att falla, men muttern får ett snett fall så att den börjar rotera kring pinnen. Snöret viras många varv runt pinnen så att friktionen ökar och koppen låses fast.



Om man betraktar situationen noggrant visar det sig att det finns två saker kan bromsa koppen - dels friktionen som förklarat ovan och dels kraften i snöret som styrs av rotationshastigheten.

Rotationsradien för muttern minskar i takt med att snöret viras upp och koppen faller. Rotationshastigheten ökar därför. När hastigheten ökar vid cirkelrörelse krävs en större kraft (centripetalkraften) i snöret och vid något tillfälle är denna kraft större än koppers tyngd så att koppen bromsas. Med tillräcklig friktion och nog lång tråd lindar tråden upp sig med varv på varv så att friktionen gör att tråden låses. Annars kommer snöret börja glida när rotationen upphör och koppen går ett osäkert öde tillmötes.

Vi har i vår show valt material så att friktionen blir dominerande. För att observera rotationseffekten kan man ta en glattare sytråd och göra snöret något kortare.

En annan sak som kan inträffa är att muttern krockar med snöret och stannar av, men det brukar inte inträffa om man håller träpinnen en aning snett.

### *Materiel*

Snöre med kopp i ena änden och mutter i den andra, träpinne.

### **Det vandrande myntet**

Detta experiment demonstrerar kroppars tröghet, i det här fallet hur friktionen inte ”hänger med” för att hålla fast myntet i asken.

Tag en (tom) tändsticksask och lägg i ett mynt mellan askens skal och lådans botten. Låt myntet sticka ut lite så att det syns tydligt men sitter fast ordentligt. Håll tändsticksasken med myntet nedåt och slå på asken ovanifrån med hammaren i små stötar. Myntet kommer för varje slag att vandra uppåt för att slutligen ramla ut på ovasidan.

### *Förklaring*

När hammaren slår på tändsticksasken kommer den att få en stark acceleration nedåt. Om myntet hade suttit helt fast hade det följt med. Men som situationen är kan myntet röra sig mellan askens väggar, även om friktionen är stor så att det snabbt bromsas upp. Detta gör att myntet kommer att hoppa en kort bit uppåt för varje slag som hammaren gör, för att sedan ligga stilla mellan varje slag. När man lyfter upp tändsticksasken mellan varje slag går det så pass långsamt att myntet inte förflyttar sig i förhållande till asken.

### *Materiel*

Tändsticksask, hammare och mynt.

## Körschema och manus

Här presenteras ett manus och ett körschema. Manuset är en detaljerad genomgång av showen som helhet, medan körschemat är en förkortad översikt som kan fungera som ett stöd vid genomförandet av showen.

### *Hur används manus?*

Manus tillsammans med instruktionsfilmen är tänkt att ge en helhetsbild av showen till dig som utförare. De delar som står i kolumnen ”Ta!” ska inte ses som uttömmande, utan den minsta information som ska finnas med. Dialogen med eleverna bör vara styrande för formen varje gång showen körs. Undersök gärna vad som fungerar bäst för dig i interaktionen med eleverna och gör showen till din egen.

En viktig del som är svår att fånga i manus är hur man sammanfattar och kopplar ihop showens delar. Det är värdefullt för eleverna att få korta förklaringar på hur saker hänger ihop, speciellt i slutet av gravitationsdelen, att allt som hände fram till då är del av samma fenomen.

Det står utföraren fritt att lägga till eller förändra experimenten. Om du gör det så skriv gärna en uppdaterad version av detta dokument så att andra utförare kan ha glädje av dina förbättringar.

# MANUS

	SITUATION	TAL	MATERIEL
GRAVITATION & MÅNEN	Alla samlas och du har rullat ut vagnen.	Välkomna! Vi kör igång!	
	Håll upp jordbollen.	Vi börjar med världens enklaste fråga. Vad händer om jag släpper bollen?	Jordboll.
	Släpper bollen.	Ja, ni hade rätt! Den faller. Gravitationen är en kraft ner mot jorden.	
	Ta fram kulan på snöre. Hitta elev. Håll pendeln mot näsan på eleven.	Nu behöver jag en frivillig. Vad händer om jag släpper kulan?	Kula i snöre (månen).
	Släpp pendeln. Låt möjligen pendeln peta elever på näsan.	Se den gungar fram och tillbaka. Tack du kan sätta dig igen. En applåd!	
	Visa mer hur pendeln funkar fritt i luften så att alla kan se.	Gravitationen drar i pendeln, men eftersom snöret är där kan den inte ramla. Istället svänger den fram och tillbaka såhär. Den har fart längst ner, som sedan bromsas upp av gravitationen. Om jag släpper den (släpp), så ramlar den såklart ner.	
	Sätter jordbollen på stativet.	Men om det finns en sådan kraft, varför ramlar inte månen ner?	
	Släpper kulan som pendel.	Se, den kraschade! (diskussion)	Jordboll på stativ och kula i snöre.
	Sätter igång kulan i omloppsbanan.	Månen har en fart runt jorden. Gravitationskraften håller den kvar i banan, annars skulle den fara iväg. Men kraften räcker inte för att få månen att ramla ner. Jämför med pendeln som gungar hur länge som helst om inget kommer i vägen.	
	Övergång till nästa experiment.	Nu har vi pratat om gravitationen, men saker som ligger på andra saker ramlar ju inte ner. Hur långt ut kan de ligga?	
BLYPLANKAN	Visa på plankan. Flytta den utåt, men håll i undertill. Den tunga delen ska vara på bordet.	Plankan ligger still på bordet nu, men vad händer om jag lägger den såhär och släpper?	Liten plankan med inlagt bly.
	Släpp. Plankan ligger kvar.	Ojdå! Så var det visst inte. Hur förklarar vi det här? (Diskussion)	
	Låt barnen känna på plankan.	Plankan är alltså tyngre i ena änden. Det är bly i den. Balansera såhär. Det är alltså hur mycket tyngd som finns på varje sida som bestämmer om den	

		ramlar. Det är inte säkert att det är samma som hur långt ut någonting ligger. Jämför med när ni försöker balansera en gungbräda och är olika tunga.	
RAMP MED KON	Visa upp rampens konstruktion.	Så nu ska vi se hur gravitationen funkar när man har sluttande plan. Här har vi en ramp.	Ramp, cylinder och dubbelkon.
	Släpp cylindern. Rullar nedåt.	Vad händer om jag släpper? Javisst!	
	Släpp dubbelkon. Först längst upp så den ligger still. Sedan längst ner så den rullar ”uppåt”.	Vad händer om jag släpper? Hur säkra är ni? Om jag släpper här då? Hur kunde det bli så? (Diskussion.)	
	Nytt släpp av konen och cylindern vid behov.	Titta noga på spetsen. Den rör sig nedåt. Stängerna går isär, så konen ligger längre och längre ut på stängerna. Gravitationen drar ju nedåt, så det håll som får något att röra sig nedåt kommer hända. Nedåt för cylinderna är hitåt. Nedåt för konen är åt andra hållet. (Visa.)	
TRYCKA HÄNDER PÅ VAGNAR	Plocka fram vagnar.	Ok, nu har vi pratat nog om gravitation. Nu ska vi göra något annat! Vi behöver två frivilliga. Vad heter ni? Kan [namn] putta iväg [namn]?	Två vagnar.
	Eleverna sätter sig på vagnarna och den ena försöker putta iväg den andra.	Nej, du skulle ju vara kvar. Försök igen! Nehe... Då får [namn] testa istället. Det är faktiskt så att det aldrig går att putta något utan att det puttar lika mycket tillbaka.	
	Alla trycker händer.	Testa själva. Hitta en kompis, så att ni är två och två. Håll upp handen såhär (visa gärna med någon). En av er ska hålla emot och den andra trycker. Känner ni att man måste trycka emot? Känner ni att det blir en kraft på handen när ni trycker? Byt vem som trycker.	
	Vagnarna igen. En av eleverna håller foten i golvet.	Så vad är det som gör att vi alls kan putta saker? Om du håller foten i golvet och du försöker putta iväg [namn]. Varför kan [namn] stå still nu? Friktion! Tack, ni kan sätta er igen. En applåd!	

KOPPEN	Ta fram koppen och visa.	Så vissa saker glider bra och andra inte. Det här snöret glider bra på pinnen här, så vad kommer att hända om jag släpper?	Snöre med kopp i ena änden och mutter i andra samt en träpinne.
	Släpp muttern.	Ah, friktionen ökar för att det blev många varv.	
	Visa hur det blir svårare att dra med många varv.	Se nu går det lätt, men ju fler varv desto svårare.	
VANDRANDE MYNTET	Ta fram tändsticksask, mynt och hammare.	Och innan vi slutar: ett litet partytrick med friktion som ni kan göra hemma. Jag lägger myntet i en ask såhär. Vad kommer att hända om jag slår med hammaren?	Tändsticksask med hammare och mynt.
	Slå med hammaren.	Hur kunde det blir såhär? Hammaren slår tändsticksasken nedåt. Myntet går inte lika mycket nedåt varje slag, så det rör sig uppåt jämfört med asken.	
AVSLUTNING	Avsluta showen. Om tid och möjlighet finns erbjud eleverna att få komma fram och testa experimenten och fråga mer. Se till att det finns vuxna som kan hjälpa till vid testandet.		

# KÖRSHEMA

	EXPERIMENT	DISKUSSIONSFRÅGOR
START	Hälsa välkomna.	
MÅNEN	Släpp bollen. Pendla kula på näsan. Pendla kulan in i jorden. Sätt kulan i omlopp runt jorden.	Varför ramlar inte månen ner?
BLYPLANKAN	Balansera plankan på bord. Låt eleverna känna på plankan.	Varför kan plankan ligga kvar såhär?
RAMP MED KON	Visa rampen. Rulla cylinder. Rulla dubbelkon. Be eleverna titta på konens spets.	Varför rullar konen ”uppåt”?
VAGNARNA	En elev puttar en annan på vagnar. Alla får trycka handflator mot varandra. Elev puttar annan elev med fot i golvet på vagnar.	Svara på elevernas frågor.
KOPPEN	Släpp muttern så att koppen faller och sedan stannar.	Varför stannar koppen?
MYNIET	Slå med hammaren på asken.	Svara på elevernas frågor.
AVSLUT	Tacka för dig. Ge (om möjlighet) eleverna tid att komma fram och fråga och testa experimenten.	

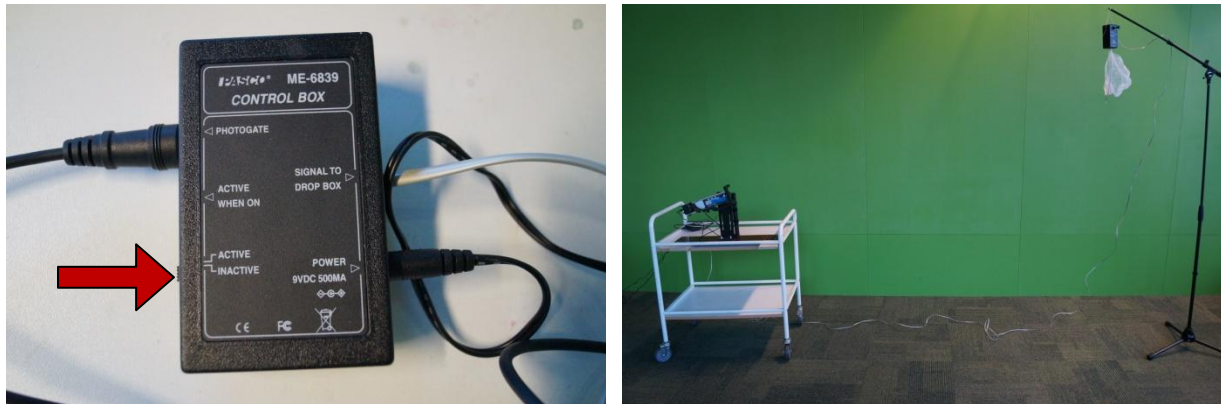
## Appendix: Kanon med lasersikte

Denna aktivitet handlar om att gravitation verkar lika på olika föremål oavsett vilken hastighet de har. På grund av att materialet tar lång tid att rigga upp finns detta experiment inte med i manuset. Vi rekommenderar dock att aktiviteten läggs in efter ”Blyplankan” om experimentet kan riggas innan eleverna kommer till lokalen och om eleverna går i högstadiet.

Det är viktigt att bekanta sig med detaljerna kring och prova detta experiment innan man gör det inför publik, då det innehåller mycket utrustning. Instruktion för laddning och skjutning av kanonen finns i lådan för materialet till showen.

### Förberedelse:

Placera kanonen på vagnen, montera upp stativet i sitt högsta läge och häng upp elektromagneten på stativet. Inaktivera fotocellen på kanonen, se bild nedan. Sätt fast håven på elektromagneten och anslut dator- och strömkablar.



*Den vänstra bilden visar var fotocellen slås av och på. I den högra bilden kan uppställningen av allt materiel ses.*

### Utförande:

Lasersiktet ställs in på håven genom att höja och sänka lutning på kanonen samt vrida kanonens placering på vagnen. Kanonen laddas med en kula och en plastpinne som används för att trycka in kulan i kanonen. Tryck in kulan minst två snäpp. Fotocellen slås på och kanonen avfyras genom att dra i gemet. När kulan passerar fotocellen på kanonen, slås elektromagneten av och håven faller. Kulan träffar håven mitt i fallet.

Om det finns tid för utförligare förklaring kan det vara värt att skjuta en gång med horisontellt sikte först. Detta har en mycket enklare förklaring och troliggör resultatet av det vinklade skottet.

### Förklaring

Om man tittar på specialfallet då man siktar horisontellt kommer både kula och håv falla i samma fart i vertikal led och alltid befinna sig på samma höjd hela tiden och krocken är oundviklig bara man har tillräckligt med plats nedåt.

Om man siktar snett uppåt kan man tänka att om gravitationen inte fanns skulle kulan gå i en rät linje och håven skulle inte falla och de skulle alltså träffa varandra. Men eftersom båda påverkas lika mycket av gravitationen, kommer kulan att falla (jämfört med den raka bana som skulle varit utan gravitation) lika snabbt som håven faller. Kollisionen inträffar då kulan skulle ha passerat håven.

### *Materiel*

Stativ, håv, kulor, förlängningssladd samt kanon och elektromagnet med tillhörande elektronik och pinne för att ladda kanonen.

