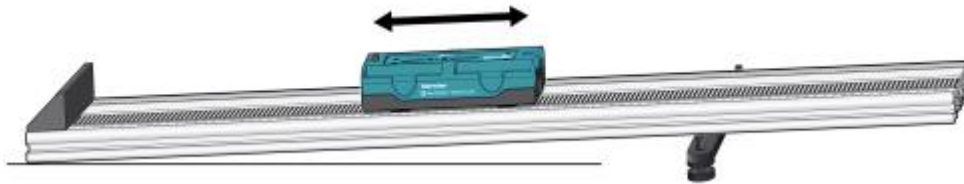


# Dynamikkvogn på skråplan

I dette eksperimentet skal vi benytte et skråplan sammen med en dynamikkvogn med lite friksjon i hjulene. Dersom du gir vognen et lite dytt opp skråplanet vil vognen rulle oppover. Oppover skråplanet vil etter hvert hastigheten reduseres før vognen stopper helt opp, før den ruller nedover igjen med økende hastighet. En graf som viser hastighet vs. tid vil kunne vise oss disse resultatene. Vil endring i hastighet følge et matematisk mønster? Og hvordan er det med posisjonen vs. Tid, er det noe mønster her. Er akselerasjonen konstant?

I dette eksperimentet skal vi undersøke både posisjon, hastighet og akselerasjon for en dynamikkvogn som ruller på et skråplan.



*Figur 1*

## MÅL

- I dette forsøket skal du samle inn data om posisjon, hastighet og akselerasjon mens en dynamikkvogn ruller fritt opp og ned på et skråplan.
- Du skal analysere grafene for posisjon vs. tid, hastighet vs. tid og akselerasjon vs. tid.
- Du skal finne en likning som best beskriver grafene for posisjon vs. tid, hastighet vs. tid og akselerasjon vs. tid.
- Du skal benytte grafen for akselerasjon vs. tid for å bestemme den gjennomsnittlige akselerasjon.

## UTSTYR

Chromebook, datamaskin, **eller** nettbrett/smarttelefon  
Graphical Analysis 4 app  
Go Direct dynamikkvogn  
Vernier dynamikkbane, 1,2 eller 2 m  
Justerbare endestopper

## INNLEDENDE SPØRSMÅL

1. Hvordan tror du dynamikkvognen beveger seg opp og ned på skråplanet? Skisser en graf for hvordan du tror grafen posisjon vs. tid vil se ut. Forklar i detalj hva grafen forteller.
2. Skisser en graf for hvordan du tror hastighet vs. tid vil se ut. Forklar hva grafen forteller.
3. Skisser en graf for hvordan du tror grafen akselerasjon vs. tid vil se ut. Forklar i detalj hva grafen forteller.

## FREMGANGSMÅTE

### Del I

1. Åpne Graphical Analysis, og koble dynamikkvognen til din Chromebook, datamaskin eller nettbrett.
2. Plasser vognen nær enden av skråplanet, og la **+x** pilen peke oppover skråplanet. Trykk på Start for å starte datainnsamling. Vent om lag 1 sekund før du gir vognen et dytt slik at den fritt ruller oppover skråplanet, nesten til topps, før den ruller nedover igjen. Ta imot vognen i enden igjen.
3. Studere grafen for posisjon vs. tid. Dersom du får en hakkete graf kan du gjenta punkt 2 for å få jevnere resultater. Sjekk med læreren din om du trenger å gjenta datainnsamlingen.
4. Før du går videre til del II må du svare på spørsmålene under Analyse, del 1.




### Del II

5. Med utskyter-mekanismen på dynamikkvognen kan du starte vognen fra enden ved at utskyteren spretter mot endestopperen. Øv deg på å starte dynamikkvognen på denne måten, slik at den spretter minst to ganger mot endestopperen under datainnsamlingen.
6. Trykk Start for å starte datainnsamling som viser to eller flere sprett mot endestopperen. NB! Ditt tidligere datasett blir automatisk lagret.
7. Fortsett til Analyse-delen og svar på spørsmål til del II.

## ANALYSE

### Del I

1. Eksporter, skriv ut, eller skisser de tre grafene for bevegelse. For å vise akselerasjon vs tid grafen kan du trykke på y-aksen til en av de grafene og velge akselerasjon. Noter ned svarene dine direkte på grafene du har skrevet ut eller skissert.
  - a. Finn område på grafene når vognen blir dyttet av deg:
    - Studer grafen for hastighet vs. tid og identifiser område hvor vognen blir dyttet. Sett et merke for dette område.
    - Undersøk grafen for akselerasjon vs. tid og identifiser tilsvarende område. Marker område på grafen.
  - b. Finn område på grafene hvor dynamikkvognen rullet fritt:

- Sett et merke på hver graf hvor vognen rullet fritt, samtidig som den ruller opp skråplanet.
  - Sett et merke på hver graf hvor vognen rullet fritt, samtidig som den ruller ned skråplanet.
- c. Bestem posisjon, hastighet og akselerasjon ved spesifikke punkter:
- Studer grafen for hastighet vs. tid og finn ut hvor vognen hadde maksimal hastighet på vei opp skråplanet. Marker dette stedet på grafen.
  - Studer grafen for posisjon vs tid og identifiser høyeste punkt på skråplanet. Marker punktet, og noter verdien på grafen.
  - Hva var hastigheten til vognens ved det høyeste punktet?
  - Hva var akselerasjonen ved det høyeste punktet?
2. Bevegelsen til et objekt med konstant akselerasjon kan beskrives med følgende likning;  $x = \frac{1}{2} at^2 + v_0t + x_0$ , hvor  $x$  er posisjonen,  $a$  er akselerasjonen,  $t$  er tiden, og  $v_0$  er starthastigheten. Dette er en kvadratisk likning (2. gradslikning) hvor grafen er en parabel. Studer grafen for posisjon vs. tid:
- a. Velg det dataområde hvor grafen har form som en parabel.
  - b. Trykk på grafverktøy, , for grafen for posisjon vs. tid og velg kurvetilpasning.
  - c. Velg kvadratisk (2.grads likning) som kurvetilpasning.
  - d. Noter ned parameterne for den tilpassede kurven.
- Når vognen ruller fritt, er akselerasjonen konstant?
3. Grafen for hastighet vs. tid er lineær dersom akselerasjonen er konstant. Tilpass en linje til grafen.
- a. Velg område hvor grafen er lineær.
  - b. Trykk på grafverktøy, , og velg kurvetilpasning, og velg lineær.
  - c. Finn stigningstallet for den tilpassede linjen (akselerasjonen).
- Hvor nærme er stigningstallet i denne grafen med akselerasjonen du fant i forrige steg?
4. Endre y-aksen til akselerasjon slik at du kan studere akselerasjon vs tid grafen. Denne grafen skal være tilnærmet konstant når vognen ruller fritt.
- a. Velg område på grafen hvor vognen ruller fritt.
  - b. Trykk på grafverktøy, , og velg Vis statistikk.
- Hvor nær er den gjennomsnittlige akselerasjonen sammenlignet med hva du fant i steg 2 og 3?

## Del II

5. Finn dynamikkvognens akselerasjon når den ruller fritt ved å benytte grafen for hastighet. Er de like?
6. Bestem dynamikkvognens akselerasjon når den ruller fritt ved å benytte posisjon vs tid-grafen? Er de like?