

Det frie fald med video og Logger Pro

Formål

I denne øvelse skal vi eksperimentelt eftervise stedfunktionen og hastighedsfunktionen for det frie fald, hvor genstanden starter fra hvile. Teoretisk har vi følgende:

$$\text{Stedfunktion: } s = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

$$\text{Hastighedsfunktion: } v = g \cdot t$$

Apparatur

En tungt metalrod på fx 0.5 kg. En meterstok. Stativudstyr. En måtte til at tage af for stødet mod gulvet. Et videokamera på en tripod.

Forsøg

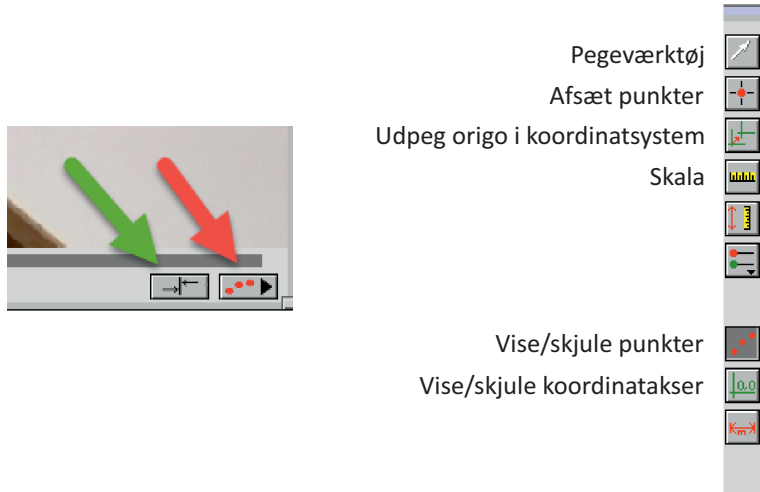
Man sætter videokameraet op, så det peger *vandret*. Det sidste er vigtigt for at afstande på billedet bliver proportionale med virkeligheden (overvej hvorfor). Det er passende at bruge 25 fps eller 30 fps, altså standardhastigheden i et normalt videokamera. Afhængig af ens computers opløsning, kan det være en god idé ikke at vælge en for stor opløsning på videoen, fx 720 x 1280 pixels. Sørg for at anbringe videokameraet så langt væk, at hele faldet kommer med på filmen. Man kan eventuelt vælge at dreje kameraet 90 grader, så videobilledets lange led vender opad. En meterstok anbringes vandret eller lodret i *samme dybde*, som loddet slippes. Det behøver ikke være sat op som på illustrationen. En plade anbringes lodret under loddet, så gulvet ikke tager skade. Husk at loddet skal slippes fra hvile! Gør det på en måde, så du hurtigt spreder fingrene ud til siden, så det senere tydeligt kan ses på filmen. Film derefter faldet.



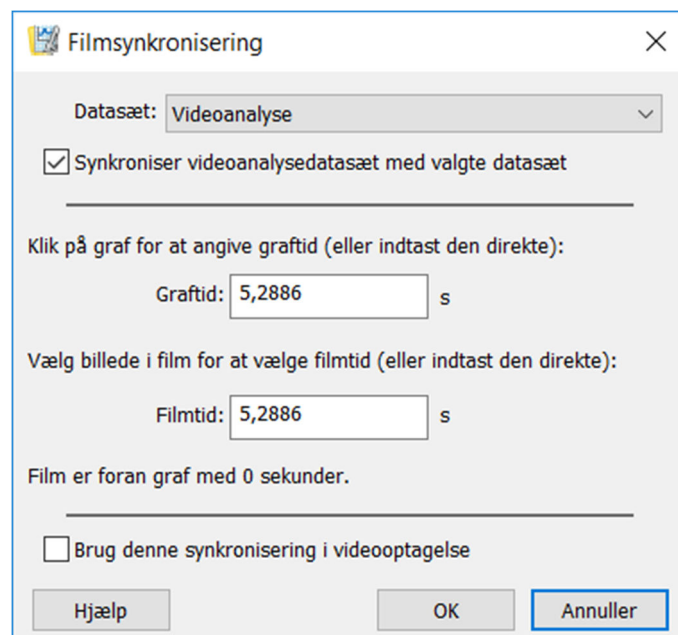
Databehandling

Du skal foretage følgende databehandling i Logger Pro:

1. Åben Logger Pro
2. Indsæt videoen via menuen *Indsæt > Film...*
3. Nede i højre hjørne af videoen finder du et par knapper. Tryk på den angivet med den røde pil nedenfor. Derved vil der i højre side åbnes en søjle med værktøjer:



4. Spol først hen til det sted, hvor personen dropper loddet. Det er ret vigtigt at ramme lige præcis den frame, hvor loddet slippes. Når du er der klikker du på knappen vist med den grønne pil ovenfor. Derved kommer der en dialogboks frem, hvor du sætter *Graftid* til 0. Det svarer til at tiden sættes til 0 i dette frame, uanset hvor langt inde i filmen, du slipper loddet. Afslut med OK.



5. Udpeg nu origo med værktøjet vist ovenfor. Origo kan passende være lige midt i loddet. Det svarer til at loddet til tiden 0 får koordinaterne (0,0).

6. Brug Skala værktøjet til at trække en linje ud fra enden til ende af meterstokken. Skriv 1 m i den boks, der kommer frem. Så ved Logger Pro hvad 1 meter svarer til i den dybde på filmen.
7. Du er nu klar til at sætte punkter med punktværktøjet. Klik midt i loddet. En grønt afsættes og filmen går typisk en frame frem. Du klikker nu gentagne gange midt i loddet på loddets fald nedad. Sidste punkt skal være lige før loddet rammer jorden. Alle data er nu inde i Logger Pro.
8. Lav via graf via menuen *Indsæt > Graf*. Klik på størrelserne på førsteaksen og sørg for at der kommer til at stå *Time* i sekunder. Klik på andenaksen og sørg for at der står *Y* i meter. Vi har dermed *stedgrafen*. Husk lige, at hvis du har filmen med kameraet drejet 90 grader bliver *Y* til *X*!
9. Lav nu et *kurvefit* af stedgrafen via *Kurvetilpasningsværktøjet* i værktøjslinjen. Vælg et fit af typen $A \cdot t^2 + B \cdot t + C$. Hvad bliver konstanterne. Har du eftervist den teoretiske stedfunktion? (bemærk lige, at vi regner positiv opad, så vi skal egentligt eftervise af $s = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$).
10. Lav en graf over *Y*-hastigheden som funktion af tiden og fit med en funktion af typen $m \cdot t + b$. Har du eftervist hastighedsfunktionen?
11. Hvilken værdi får du for tyngdeaccelerationen?
12. Vurder usikkerheder/fejlkilder.