# Videoforsøg 2: Hvor højt kommer den op, og hvornår er den nede igen?

**Formål og forsøg**

*Formål*

Udledning af formler for max. højde og tiden for op og nedturen i et lodret kast fra et niveau til et andet. Passer teorien om det lodrette kast med virkeligheden

## Videoanalyse i Logger Pro

Vigtigt at målestokken er i samme afstand fra kameraet som boldkastet eller brug jeres egen højde til at indstille enheden i *Logger Pro.* Brug *Airdrop* til at overføre data til computer og computeren skal have *Quicktime Player* eller lignende for at kunne afspille video. Husk det skal være *Insert Movie* (og ikke video capture). Husk at klikke på *video option* (*film indstillinger*) og vælge den samme *frame rate* som optagelsen, og at sætte et flueben ud for *first VA point defines video time zero*. Sæt nul på *y*-aksen til boldens højde. Faldstrækning og faldhastighed bliver begge negative. *Vigtigt* at telefonen er lodret og placeret midt mellem boldens højeste punkt og gulvet.

Se videos, der fortæller om videoanalyse i Logger Pro. Her vises det hvordan første *track point* definerer nulpunktet for tiden.

Optagelse af et vandret sammenstød (Thea fra DTU 6 min.)

<https://www.youtube.com/watch?v=0BMg2xHX72o>

Optagelse af et lodret kast, vandret og lodret placering telefonen (Peter Tribler, 11 min.)

<https://www.youtube.com/watch?v=ODhjZXxUlOc>

**Teori om boldens hastighed og faldtid**

****

Graferne viser en bold der kastes op med starthastigheden 10 m/s fra højde 15 m, når op i en højde på 20 m, og den lander med hastigheden – 20 m/s. Kastet tager 3 s, hvor opturen tager 1 s, og nedturen tager 2 s. Hastigheden som funktion af tiden i et lodret kast er givet ved formlen

$$v=-g∙t+v\_{0}$$

Boldens højde som funktion af tiden

$$y=-\frac{1}{2}gt^{2}+v\_{start}t+y\_{start}$$

Tiden *t* hvor bolden er i luften findes ved at løse ligningen

$$0=-\frac{1}{2}gt^{2}+v\_{start}t+y\_{start}$$

*Teoretisk spørgsmål 1*

Vis via formlen for 2. gradsligningen, at løsningen kan skrives

$$t=\frac{v\_{start}}{g}+\frac{\sqrt{v\_{start}^{2}+2gy\_{start}}}{g} (1) $$

*Teoretisk spørgsmål 2*

Vis at slutfarten kan skrives

$$v\_{slut}=\sqrt{v\_{start}^{2}+2gy\_{start}}$$

ved at benytte en energibetragtning

$E\_{kin, slut}=E\_{kin, start}+E\_{pot, start}$

$$\frac{1}{2}mv\_{slut}^{2}=\frac{1}{2}mv\_{start}^{2}+mg∙y\_{start}$$

*Teoretisk spørgsmål 3*

Vis, at tiden op kan fås ved at løse nedenstående ligning

 $v\left(t\right)=gt+ v\_{slut}$ og at $v\left(t\_{op}\right)=0 $

Og at tiden ned kan fås ved at isolere $t\_{ned}$ i ligningen:$v\_{slut}=g∙t\_{ned}$

****

Vis, at tiden op og tiden ned kan også bestemmes ud fra ovenstående graf ved brug af

$$hældning =\frac{lodret}{vandret}$$

Derfor kan faldtiden *t* også kan udtrykkes via starthastighed og sluthastighed,

$$t=\frac{v\_{start}}{g}+\frac{v\_{slut}}{g} = t\_{op}+t\_{ned} (2)$$

**Teori om boldens toppunkt**

Boldens højeste punkt findes som parablens toppunkt.

*Teoretisk spørgsmål 5*

Vis, at toppunktet kan opskrives til følgende simple formel

$$ \left(\frac{v\_{start}}{g}, \frac{v\_{slut}^{2}}{2g}\right) (3)$$

Vis, at formlen for $y\_{max}$ kan også bestemmes ud fra sammenhængen mellem fart og strækning

$$v^{2}=2as$$

**Sammenligning af model og virkelighed**

*Grafer*

Overfør video til *Logger Pro* få følgende grafer frem

* Graf over højden *y* og tid
* Graf over lodret hastighed *v*y og tid

*Aflæsning fra graferne*

* Aflæs tiden op og tiden ned
* Aflæs den største højde

$$t\_{op}= t\_{ned}= y\_{max}=$$

*Analyse via curve fit*

Regressionsmodellen fra *curvefit* skal kunne ses på grafen**.**

* Finde den parabel, der passer bedst med højde og tid og bestem tyngdeaccelerationen *g* ud fra parabel-modellen. Passer den med tabelværdien?
* Aflæs starthastigheden og starthøjden ud fra forskriften for parablen?
* Find den rette linje, der bedst passer med lodret hastighed og tid. Aflæs sluthastigheden

$v\_{start}= v\_{slut}= y\_{start}= $

## *Formler*

Passer nedenstående formler med video-virkeligheden?

$$t\_{op}=\frac{v\_{start}}{g} t\_{ned}=\frac{v\_{slut}}{g}$$

$$\left(\frac{v\_{start}}{g}, \frac{v\_{slut}^{2}}{2g}\right)$$

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | målt | formel | % afvigelse |
| $$t\_{op}$$ |  | $$\frac{v\_{start}}{g}$$ |  |
| $$t\_{ned}$$ |  | $$\frac{v\_{slut}}{g}$$ |  |
| $$y\_{max}$$ |  | $$\frac{v\_{slut}^{2}}{2g}=$$ |  |

**Dokumentation**

* Vedlæg udledning af de indgående formler under et teoriafsnit
* Vedlæg graf over højde og tid fra *Logger Pro*
* Vedlæg graf over hastighed og tid fra *Logger Pro*

Husk at angive hvilke fysiske størrelser, der er på akserne, og husk at forstørre den firkantede boks hvor *Logger Pro* skriver regressionsmodellen ved at højreklikke og angive større bogstaver

## Litteratur

March, R.H. *The mystical “quadratic formula”,* Physics Teacher **31**, 147 (1993); <https://doi.org/10.1119/1.2343692>