

Skråt affyret vandraket

Formål

Formålet med denne øvelse er at undersøge – via videoanalyse – bevægelsen af en raket. Databehandlingen er todelt, da I først skal se på bevægelsen umiddelbart efter opsendelsen, hvor der endnu er vand i raketten, og efterfølgende undersøge bevægelsen, hvor flasken er tom for vand.

Konkret skal følgende undersøges:

- 1) Raketens bevægelse, mens den udsender vand – nemlig en undersøgelse af raketens position og hastighed.
- 2) Raketens bevægelse, når den er tom, idet I her skal undersøge, hvilken type bevægelse der foretages i hhv. x-aksens og y-aksens retning. Find selv ud af, hvilke værdier det er relevant at sammenligne med.
- 3) Raketens maksimale højde og maksimale rækkevidde ved den anvendte affyringsvinkel.

Teori

Raketens banebevægelse kan inddeles i to faser: den drevne fase (hvor vandet suser ud af raketten), hvor raketligningen er gældende, og den ballistiske fase (hvor raketten er tom for vand), der følger principperne for et skråt kast.

Raketligning:
$$v_{slut} = u \cdot \ln(1 + m_b/M) - g \cdot T$$

m_b er vandets masse, M er massen af den tomme raket. T er den tid, det tager at tømme raketten for vand, u er hastigheden af det udstødte vand, og v_{slut} er hastigheden, når der ikke er mere vand i raketten.

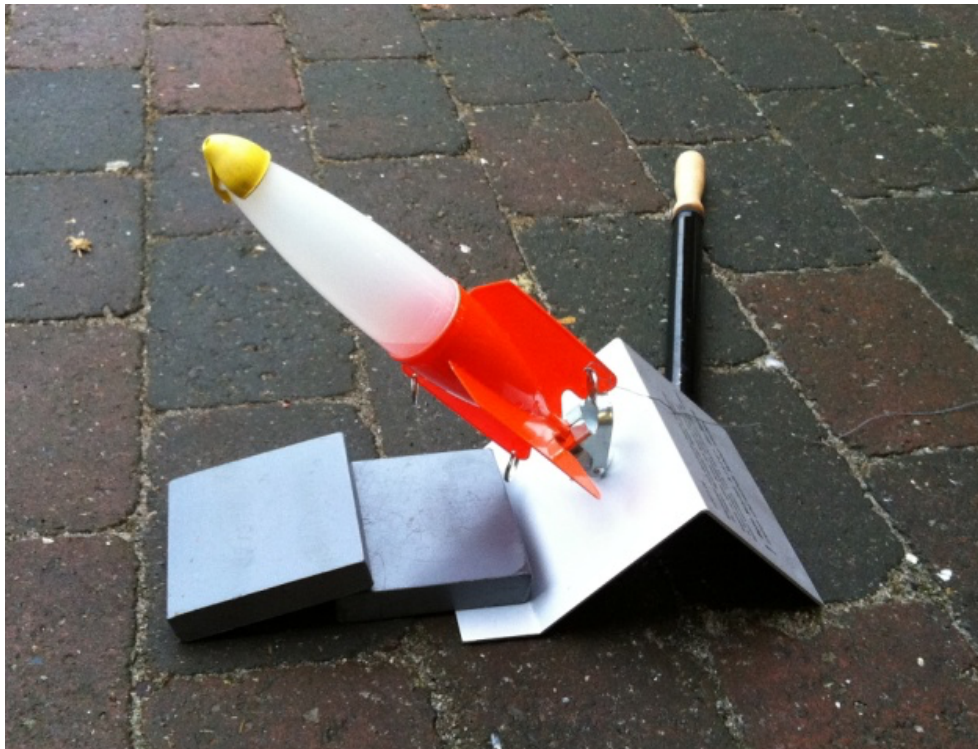
Skråt kast:

$$\begin{aligned}x(t) &= v_o \cdot \cos(\alpha) \cdot t + x_o \\y(t) &= -\frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 + v_o \cdot \sin(\alpha) \cdot t + y_o \\v_x(t) &= v_o \cdot \cos(\alpha) \\v_y(t) &= -g \cdot t + v_o \cdot \sin(\alpha)\end{aligned}$$

Fremgangsmåde

I eksperimentet skal I affyre en vandraket i en vinkel på ca. 45° , mens I optager det på film – herefter analyseres filmen vha. LoggerPro eller Tracker.

Raketten vejes først tom, fyldes ca. halvt op med vand, vejes og monteres på affyringspladen. Der sidder en lukkemekanisme herpå, som skal lukkes omkring raketten (det kan godt kræve lidt kræfter at få den sat fast). Affyringspladen holder I fast ved hjælp af blyklodser e.l. Derefter monterer I "cykelpumpen", og pumper en passende mængde luft ind, så I får et fornuftigt overtryk.



Når I optager filmen, er det vigtigt, at I udover selve raketten også har en meterstok med i optagelsen. Denne skal være placeret i samme afstand fra kameraet som raketens bane. Kameraet indstiller I til 210 billeder pr. sekund, hvis I skal analysere i Tracker. Hvis I analyserer i LoggerPro, kan 240 billeder pr. sek. også bruges.

Sørg for at have så stor afstand til kameraet, at I får det meste af banen med. I skal helst kunne få toppunktet af bevægelsen med. Når I er klar, startes kameraet, og raketten udløses.

Alle i gruppen skal naturligvis have filmen over på deres egen computer, så man selv kan lave databehandlingen.

Data og databehandling

I skal analysere rakettenes bevægelse ved hjælp af LoggerPro eller Tracker.

I skal lave følgende:

- Fem grafer – nemlig hvor henholdsvis s , v , y , x og v_y afbildes som funktion af tiden. Ud fra graferne afgør I, hvornår raketten er tom for vand, og så analyserer I hver bevægelse for sig. Husk undervejs at kommentere graferne!
 - a) **Mens der endnu er vand i raketten:** Aflæs det tidspunkt, hvor raketten er tom, samt den hastighed, v , den netop har opnået på dette tidspunkt. Anvend disse værdier til at beregne en værdi for vandets udtømmningshastighed.
 - b) **Når raketten er tømt for vand:** Eftersis formlerne for det skrå kast, som er angivet i teorien.
- Aflæs på den relevante graf rakettenes maksimale højde, og den maksimale rækkevidde.

I **konklusionen** skal I foreslå, hvad det i øvrigt kunne være interessant at undersøge – enten med de foreliggende data eller via nye forsøg.