

Vandraketter og raketligningen.

Her er en beskrivelse af et raketforsøg der kan bruges til at afprøve raketligningen i et homogent tyngdefelt. Denne ligning er med i vejledningen til læreplanen. Jeg brugte en 1,5 l colaflaske med 0,34l vand. Raketten starter når trykket er så stort, at proppen med luftslangen springer af.

Det er denne ligning jeg gerne vil bruge:

$$v_z = u \cdot \ln\left(\frac{m_{start}}{m}\right) - g \cdot t$$

En vandraket den fordel, at der er en stor ændring af massen og at det er muligt at skønne værdien af udstrømningshastigheden u når man ved hvor lang tid det tager for vandet at komme ud af flasken. Det er dog et problem at u ikke vil være konstant, da lufttrykket falder efterhånden som luftens rumfang stiger og luften afkøles adiabatisk.

Der gælder $P = P_0 \left(\frac{V_0}{V}\right)^{1,4}$

En måde at mindste problemet med faldende tryk må være at bruge en raket hvor andelen af luft fra starten er ret stor så luftens rumfang kun vokser lidt.

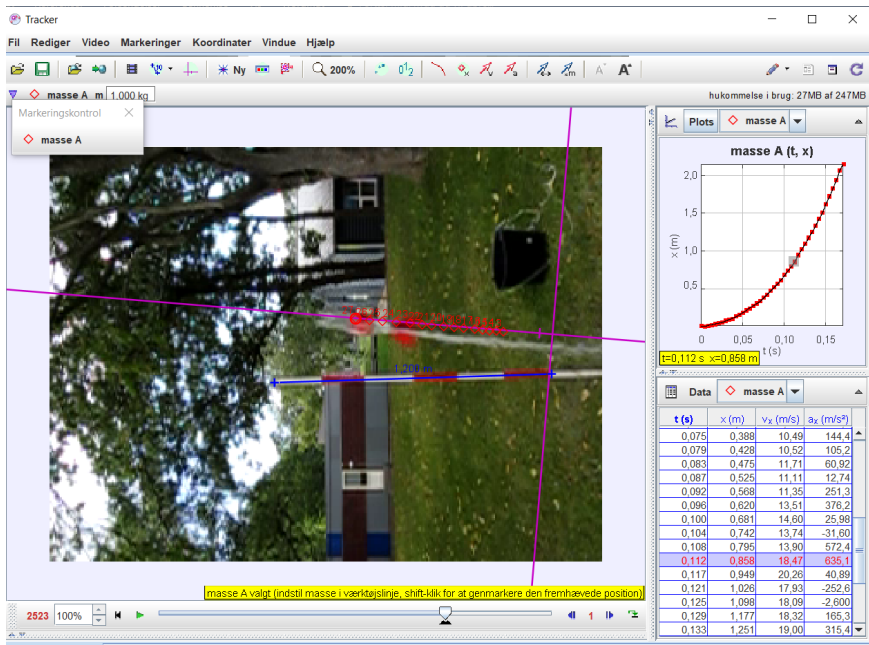
Hvis man har 0,34 l vand i en 1,5 l colaflaske giver det

$$P = P_0 \left(\frac{1,5-0,34}{1,5}\right)^{1,4} \approx P_0 \cdot 0,70$$

Trykket er faldet til 70% af starttrykket. Det vil nok være ønskeligt med en større flaske med endnu mindre vand.

Affyringen er filmet med et (billigt) kamera der tager 240 billeder pr sekund, men det ville også gå fint med et langsommere kamera.

Filmen er analyseret i det gratis program "Tracker". <https://physlets.org/tracker/>



Jeg har vedlagt et regneark, men her kommer en forklaring af beregningerne i regnearket.

Startvægt	0,3886 kg
Tom flaske	0,0487 kg
Dysens åbningsareal	$7,85398 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$
Tid for at tømme raketten (set på videoen)	0,19 s
Fraterate (film)	240 billeder/s
Landmålerstok 20 cm striber	

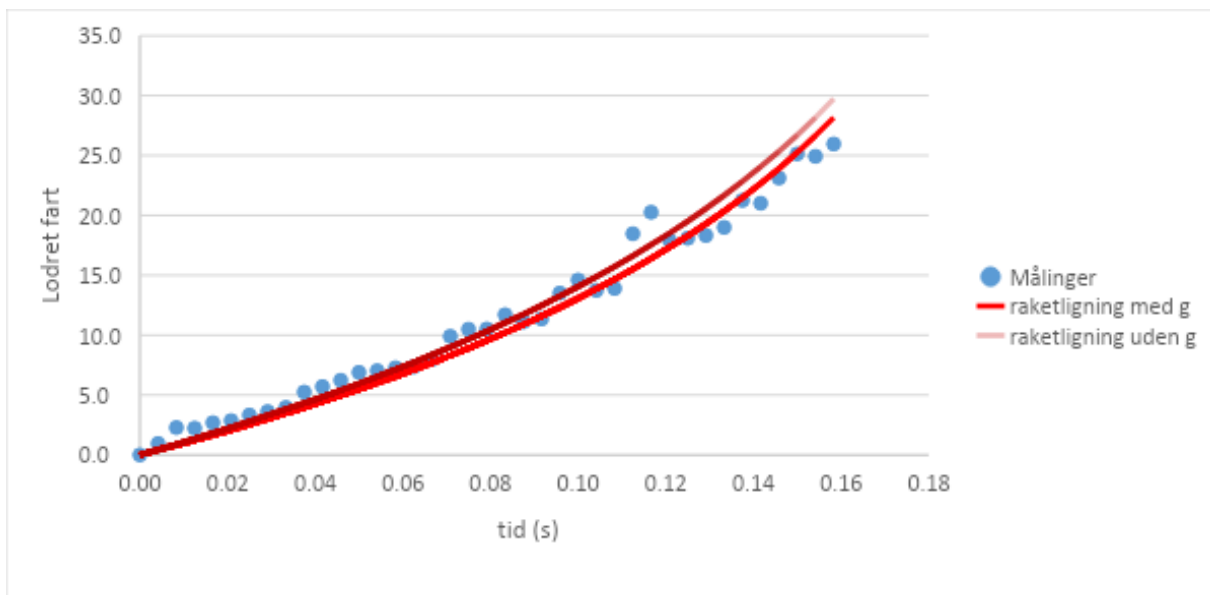
Bestemmelse af m.

Ud fra videoen har jeg skønnet at det tager 0,19 sekunder for vandet at strømme ud. Massen af raketten er så beregnet ved at jeg har antaget at massen aftager lineært fra start til slutvægt.

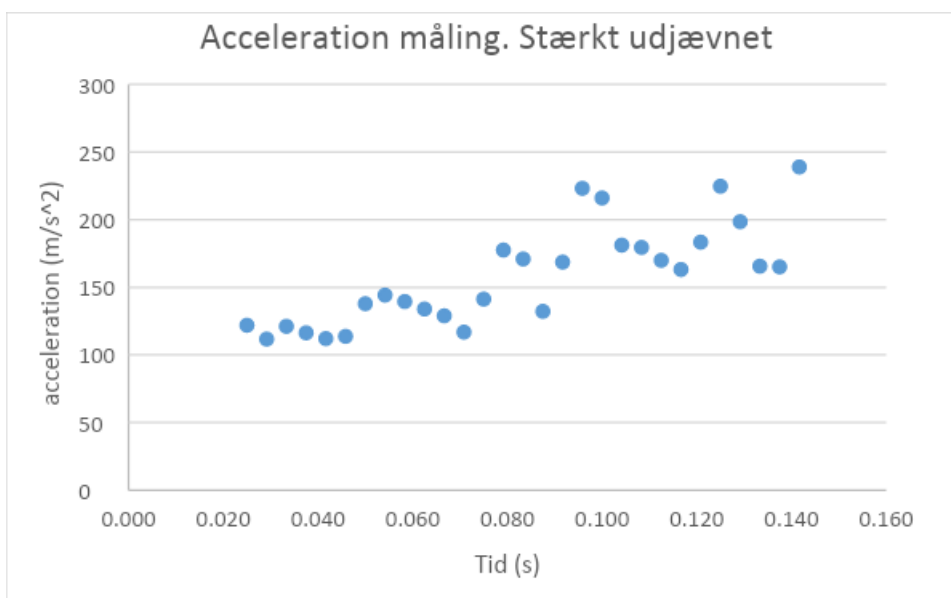
Bestemmelse af u

$$u = \frac{V_{\text{vand}}}{t \cdot A_{\text{dyse}}} = \frac{0,0003400 \text{ m}^3}{0,19 \text{ s} \cdot 7,854 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2} \approx 22,78 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}} \right)$$

Her antages det, at u er konstant, og at der kun kommer vand ud af åbningen og ingen luft.



Det ser pænt ud, men det er nok lidt heldigt fordi beregningerne er meget følsomme for den tid jeg har vurderet at det tager for vandet at komme ud, og det er lidt svært at se på filmen.



Man kan måske sige at det er et succeskriterie hvis man kan se at accelerationen er voksende, og det er den her, selvom luftmodstanden stiger med hastigheden og trykket i raketten falder.

Jakob Kirknæs