

Nordic



AKTIVITET

6 år og oppover

# BYGGING AV TRYKKLUFTRAKETT



Utviklet av



NAROM

Elevaktivitet

## Oversikt

Tid	Læremål	Nødvendige materialer
2 timer	Gi deltagerne mulighet til å bruke teori fra et foredrag i raketteknikk og sette det i praksis.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Teip</li><li>• Linjal</li><li>• Saks</li><li>• 160 grams A4 ark</li><li>• Modellkitt</li><li>• Rør (samme diameter som på rakettrampe)</li><li>• Rakettrampe (se egen anvisning hvordan bygge denne på esero.no)</li></ul>

## Sammendrag

Elevene/studentene skal i denne øvelsen bygge en trykklufttraket som skal skytes opp.



## Innhold

Bygging av raketten.....	2
Mulige undersøkelser (ekstra).....	2
Parabolske baner og ligninger for konstant akselerasjon (ekstra) .....	3
Akselerasjonen til raketten på rakettrampen (ekstra).....	4
Vedlegg .....	5
Notater.....	6

## Bygging av raketten

Raketten bygges ved at litt tykkere papir enn vanlig kontorpapir ( $160 \text{ g/m}^2$ ) rulles rundt et rør med samme diameter som rakettrampen. Fest med teip og vips så er kroppen til raketten ferdig.

Nesekonet trenger ikke plastelina (eller kitt) i tuppen, men det hjelper – selv om det skaper ekstra masse så vil det gi en bedre stabilitet for raketten. Fest plastelinaen (eller kittet) i nesekonet med tape før nesekonet festes til raketten med tape.



Tre eller fire styrefinner skal festes symmetrisk bak på rakettkroppen. Nesekonet og styrefinner kan klippes ut fra vedlegget. De fleste rør tåler et trykk på 60 psi – men vi har skutt opp raketter med et trykk opp til 100 psi. Sjekk gjerne etter noen oppskytinger om skjøtene og koblingene er tette, og reguler trykket deretter.

Det aller viktigste er å passe på at raketten er helt lufttette langs sømmen og i den ene enden. Vi anbefaler heller å bruke for mye tape enn for lite.

## Mulige undersøkelser (ekstra)

- Effekten av styrefinner og masse-middelpunkt for stabiliteten
- Sammenheng mellom trykk og avstand for en gitt vinkel

- Sammenheng mellom oppskytingsvinkel og avstanden for et gitt oppskytingstrykk
- Bruk av ligninger for en jevn akselerasjon for å finne oppskytingshastighet og akselerasjon på rakettrampen

## Parabolske baner og ligninger for konstant akselerasjon (ekstra)

For at et objekt skal følge en parabolisk bane nær jorden overflate (der vi kan regne med at gravitasjonsfeltet er UNIFORMT), er det mulig å vise at AVSTAND, HASTIGHET og VINKEL avhenger av hverandre på følgende måte:

$$Avstand \text{ (i meter)} = \frac{u^2 \cdot \sin(2\alpha)}{g} \quad \text{der}$$

$u = \text{hastighet i m/s}$   
 $\alpha = \text{vinkel til launcheren}$   
 $g = \text{gravitasjon i m/s}$

Ved å flytte på variablene i ligningen kan vi finne en måte for å beskrive hastigheten. Den ligningen blir

$$u = \sqrt{\frac{Avstand \cdot g}{\sin(2\alpha)}}$$

Skyt raketten og mål den horisontale avstanden (i meter) som raketten har tilbaketrukket på flukten. Bruk formelen over til å regne ut hastigheten raketten har forlatt utskytningsrampen med.

### **Eksempel:**

Vi har målt en horisontal distanse på 40 meter. Vi regner her gravitasjonen som 10 m/s<sup>2</sup> for enkelthets skyld og med en utskytningsvinkel på 45 grader vil ligningen se slik ut:

$$u = \sqrt{\frac{40 \text{ m} \cdot 10 \text{ m/s}^2}{\sin(2 \cdot 45^\circ)}}$$

$$u = \sqrt{\frac{400 \text{ m}^2/\text{s}^2}{1}} = \underline{\underline{20 \text{ m/s}}}$$

## Akselerasjonen til raketten på rakettrampen (ekstra)

Når stoppeventilen åpnes er lufttrykket inne i rørene veldig høyt. Luften vil utvide seg, trykket synker og luften vil da akselerere raketten ut av rampen. Raketten starter med en starthastighet på 0 m/s (den sitter i ro på røret). Når raketten når enden av røret kan den bevege seg med en hastighet på 100-150 km/t. Akselerasjonen skjer over en VELDIG kort periode og vi skal nå kalkulere hva denne verdien er.

Ligningen for konstant akselerasjon kan også beskrives på denne måten der vi også regner med en distanse som akselerasjonen har forekommet over. Ligningen vil da se slik ut:

$$u^2 - v^2 = 2a \cdot s \quad \text{der}$$

$$v = \text{starthastighet i m/s}$$

$$u = \text{slutthastigheten i m/s}$$

$$a = \text{akselerasjon i m/s}$$

$$s = \text{strekningen i m}$$

Ved å regne om på denne ligningen kan vi beskrive akselerasjonen som vi ønsker å finne som:

$$a = \frac{u^2 - v^2}{2 \cdot s}$$

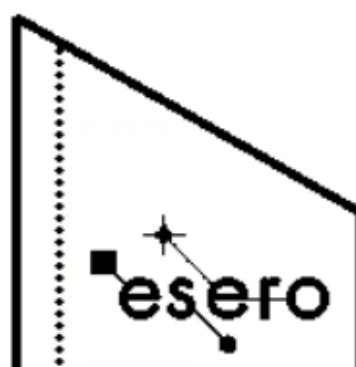
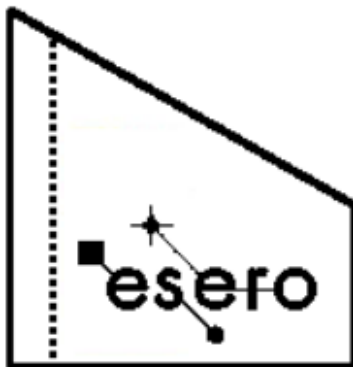
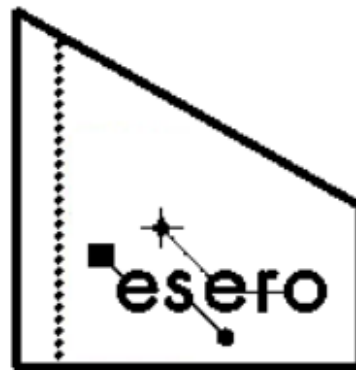
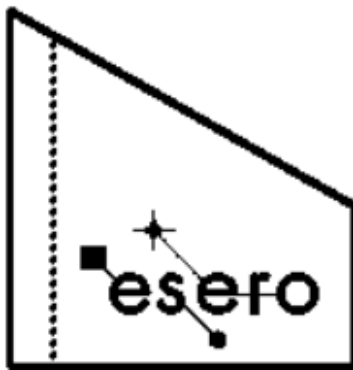
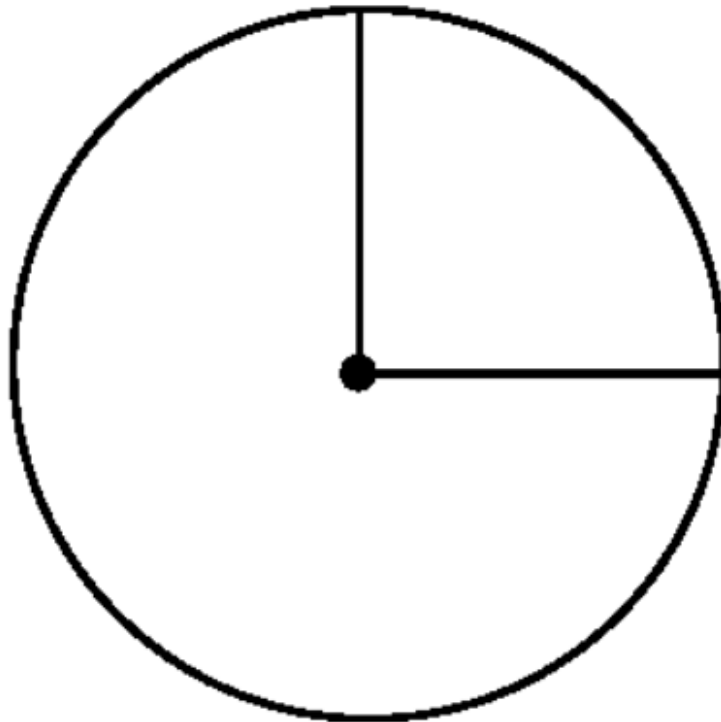
### **Eksempel:**

Ved å si at starthastigheten (når raketten er på rampen)  $v=0$  m/s, og at vi bruker hastigheten vi fant i forrige eksempel  $u=20$  m/s, samt at  $s$  er lik lengden av "launcher-røret", kan vi beregne akselerasjonen raketten har på rampen (som er 30 cm):

$$a = \frac{(20\text{ m/s})^2 - (0\text{ m/s})^2}{2 \cdot 0,3\text{ m}}$$
$$a = \frac{400\text{ m}^2/\text{s}^2}{0,6\text{ m}} = \underline{\underline{667\text{ m/s}^2}}$$

For å finne akselerasjonen i g-krefter deler vi svaret på tyngdekraften  $g$  (husk at  $g=10$  m/s). Dette gir en akselerasjon på 66,7 G!!!

Vedlegg



## Notater