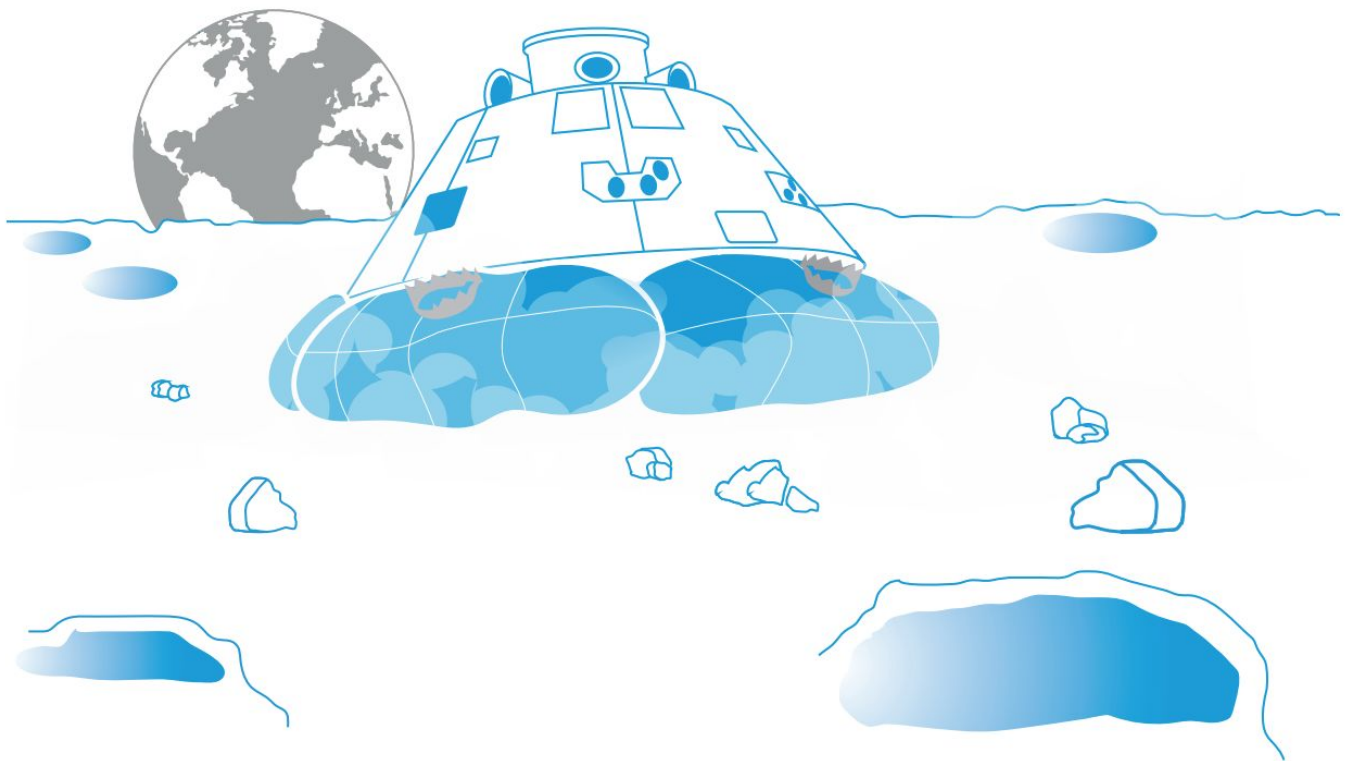


# LAND PÅ MÅNEN

Planlæg og design din egen månelander



## Bilag 1

### Aktivitet 1: Design og byg en månelander

#### Obligatoriske omkostninger:

Opsendelsesomkostninger 1 million DKK per gram

#### Konstruktionsmaterialer:

|                |                   |
|----------------|-------------------|
| 1 stk A4 papir | 50 millioner DKK  |
| 1 sugerør      | 100 millioner DKK |
| 1 skumfidus    | 150 millioner DKK |
| 1 ispind       | 100 millioner DKK |
| 1 plastikpose  | 200 millioner DKK |
| 1 m snor       | 100 millioner DKK |
| 1 m tape       | 200 millioner DKK |
| 1 ballon       | 200 millioner DKK |

Det er tilladt at købe f.eks. ½ m snor eller tape, mens papir/sugerør/skumfiduser etc. skal købes hele.

## Bilag 2

### Aktivitet 2: Test dit månelandingsmodul

| månelandingsmodul (navn) | Højde af test-drop | Afstand fra landingsområde (cm) | Pris (millioner DKK) |
|--------------------------|--------------------|---------------------------------|----------------------|
|                          |                    |                                 |                      |
|                          |                    |                                 |                      |
|                          |                    |                                 |                      |
|                          |                    |                                 |                      |
|                          |                    |                                 |                      |
|                          |                    |                                 |                      |
|                          |                    |                                 |                      |
|                          |                    |                                 |                      |
|                          |                    |                                 |                      |
|                          |                    |                                 |                      |
|                          |                    |                                 |                      |
|                          |                    |                                 |                      |
|                          |                    |                                 |                      |
|                          |                    |                                 |                      |
|                          |                    |                                 |                      |

## Bilag 3

### Aktivitet 2: Test dit månelandingsmodul

Denne del af aktivitet 2 kan udføres som en demonstration for klassen eller, hvis tiden tillader det, kan du lade eleverne udføre dataopsamlingen selv. Hvor vidt eleverne selv kan udføre dataopsamlingen afhænger bl.a. af deres adgang til computere eller smartphones.

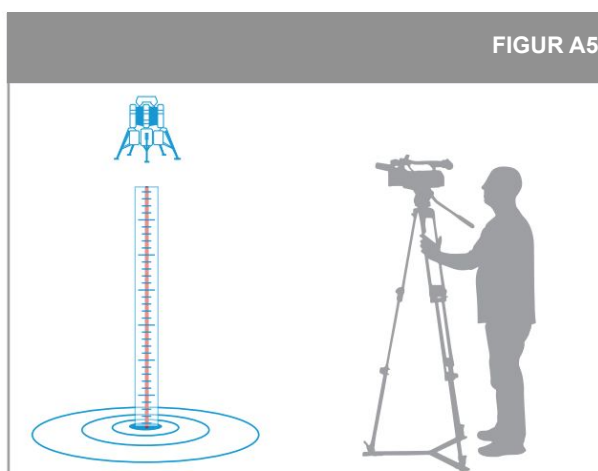
I analysen af test-landingen benyttes et video-motion værktøj. Der findes flere værktøjsprogrammer online - nogle er open source, mens andre koster et mindre beløb. Vi foreslår brug af:

- “Tracker” som er gratis at downloade fra <http://physlets.org/tracker/> og er velegnet til brug på computer
- Appen “Video Physics” i kombination med appen “Graphical” (begge findes til Android og iOS) og er ideelle til brug på tablets eller smartphones.

Hvis eleverne ikke har adgang til computer/smartphone eller til et tracker program kan du udføre eksperimentet som en demonstration og uddele data til eleverne.

### Setup

1. Brug en meter-lineal som reference ved siden af landingsområdet.
2. Placer kameraet således at landingsområdet og referencen er indenfor samme billede.
3. Hold kameraet stille - brug ideelt en trefod
4. Lad månelandingsmodulet falde parallelt med reference-linealen i samme afstand fra kameraet.



Figur A5: Testlanding opstilling



Figur A6: Eksempel af tracking fra ca. 2 m højde

5. Track månelandingsmodulet under dets fald. Sæt markør-prikker manuelt.
6. Gem dine data.

## Eksempeldata fra testlanding

| Tid (s) | Y-position (m) | Y-hastighed (m/s) |
|---------|----------------|-------------------|
| 0.000   | 1.84           | -0.406            |
| 0.067   | 1.82           | -0.547            |
| 0.100   | 1.79           | -0.843            |
| 0.133   | 1.76           | -1.148            |
| 0.167   | 1.71           | -1.453            |
| 0.200   | 1.66           | -1.748            |
| 0.233   | 1.60           | -2.096            |
| 0.267   | 1.52           | -2.420            |
| 0.300   | 1.44           | -2.725            |
| 0.333   | 1.34           | -3.006            |
| 0.367   | 1.24           | -3.274            |
| 0.400   | 1.12           | -3.638            |
| 0.433   | 0.99           | -3.931            |
| 0.467   | 0.86           | -4.123            |
| 0.502   | 0.71           | -4.428            |
| 0.535   | 0.51           | -4.734            |
| 0.568   | 0.40           | -4.877            |
| 0.602   | 0.22           | -4.623            |
| 0.668   | 0.00           | -0.798            |
| 0.702   | 0.03           | 0.457             |
| 0.735   | 0.06           | 0.614             |
| 0.768   | 0.08           | 0.386             |
| 0.802   | 0.08           | 0.135             |
| 0.835   | 0.08           | 0.066             |
| 0.868   | 0.08           | 0.115             |
| 0.902   | 0.09           | 0.207             |
| 0.935   | 0.10           | 0.151             |
| 0.968   | 0.10           | -0.019            |
| 1.002   | 0.10           | -0.125            |
| 1.035   | 0.09           | -0.201            |
| 1.068   | 0.08           | -0.294            |
| 1.102   | 0.07           | -0.375            |
| 1.135   | 0.06           | -0.426            |

## Bilag 4

### Pengesedler til køb af materialer



## Risikoanalyse

Når du skal designe en rummission er der to primære parametre du altid er nødt til at planlægge efter: Risici og omkostninger. I denne mission er det vigtigste mål at holde æggo-nauten i live under landingen på Månen, men du er nødt til at designe et Månelandingsmodul som er billig for at vinde kontrakten hos ESA. Du skal derfor finde ud af, hvordan du kan bygge det sikreste Månelandingsmodul, for færrest penge. Udfør risikoanalysen herunder: Placer risici fra listen i risikoanalyse-matricen afhængigt af deres sandsynlighed og deres konsekvenser.

|   |                    | Konsekvens |       |         |      |             | <b>Mulige risici:</b><br>1. Vi lander ikke der hvor vi burde<br>2. Der er pludselige ændringer i de stillede krav<br>3. Æggo-nauten omkommer<br>4. Der er pludselige ændringer i mængden af penge til rådighed<br>5. Essentielle materialer bliver udsolgt<br>6. Essentielle materialer viser sig at være for dyre<br>7. Månelandingsmodulet bliver meget tung<br>8. En anden gruppe har et bedre og billigere design<br>9. Vi må ændre designet flere gange hvilket gør at månelandingsmodulet koster mere end budgettet tillader<br>10. Vi bliver forsinket og når ikke tidsfristen<br>11. Månelandingsmodulet bliver skadet under test<br>12. Månelandingsmodulet bliver skadet under transport<br>13. Månelandingsmodulet bliver skadet under den endelige landing |
|---|--------------------|------------|-------|---------|------|-------------|--|
|   |                    | Ligegyldig | Lille | Moderat | Stor | Katastrofal |  |
| S<br>a<br>n<br>d<br>s<br>y<br>n<br>l<br>i<br>g<br>h<br>e<br>d | Stor sandsynlighed |            |       |         |      |             |  |
|   | Sandsynligt        |            |       |         |      |             |  |
|   | Muligt             |            |       |         |      |             |  |
|   | Usandsynligt       |            |       |         |      |             |  |
|   | Sjældent           |            |       |         |      |             |  |

Vælg tre af de største risici og skriv en mitigationsstrategi (risikoen forebygges ved):

1) Risiko #: \_\_\_\_\_ Mitigationsstrategi: \_\_\_\_\_

2) Risiko #: \_\_\_\_\_ Mitigationsstrategi: \_\_\_\_\_

3) Risiko #: \_\_\_\_\_ Mitigationsstrategi: \_\_\_\_\_

## Designanalyse

Navn Månelandingsmodul: \_\_\_\_\_

Navn æggo-naut: \_\_\_\_\_

Tjek hvilke materialer I har til rådighed. Tegn en skitse af Månelandingsmodulet. Diskuter hvordan de forskellige dele og materialer beskytter æggo-nauten. Lav et budget for landingsmodulet baseret på priserne for hvert materiale. Glem ikke at inkludere prisen på raketopsendelsen.



| Materiale             | Pris pr. stk. | Mængde | Pris |
|-----------------------|---------------|--------|------|
|                       |               |        |      |
|                       |               |        |      |
|                       |               |        |      |
|                       |               |        |      |
|                       |               |        |      |
| <b>Resume:</b>        |               |        |      |
| Landingsmodulets pris |               |        |      |
| Total masse           |               |        |      |
| Opsendelses pris      |               |        |      |
| Total pris            |               |        |      |



# LAND PÅ MÅNEN

## Planlæg og design dit eget månelandingsmodul

### Aktivitet 1: Design og byg et månelandingsmodul

ESA har brug for din hjælp! Byg et månelandingsmodul, som kan bringe en æggo-naut sikkert til Månens overflade.

#### Øvelse

##### Din mission:

Design og byg en lander, der kan bringe en æggo-naut sikkert til Månens overflade

##### Din lander skal opfylde følgende krav:

- Månelandingsmodulet skal bestå en test på Jorden og æggo-nauten skal overleve.
- I skal bygge månelandingsmodulet så billigt som muligt og for maksimalt 1 milliard DKK.
- Månelandingsmodulet skal lande så tæt som muligt på det angivne landingsområde.
- I skal udføre en risiko- og designanalyse før I kan begynde konstruktionen.
- I må kun bruge de materialer som I har budgetteret for.
- I har 45 minutter til at aflevere risiko- og designanalyse og det færdigbyggede månelandingsmodul.

Ligesom i virkelighedens rumindustri konkurrerer og/eller samarbejder du med andre organisationer (andre grupper) for kontrakten med ESA.

#### Vidste du at?

Apollo-programmet, som sendte mennesker til Månen mellem 1969-1972, kostede 25.4 milliarder dollars! Det svarer til mere end 200 milliarder dollars i dag. I 2018 var ESAs totale budget på 5,6 milliarder €. I dag bruger vi stadig en del af den infrastruktur og teknologi, som blev udviklet i 1960'erne: Test-faciliteter, affyringsramper, kontrolcentre, ingeniørkundskaber, materialer etc. I dag er det heller ikke kun USA og USSR, der vil til Månen: Nationale rumagenturer og rumindustrien verden over arbejder sammen om at opnå et mere bæredygtigt Måneudforskningsprogram.

[Buzz Aldrin på vej ned på Månens overflade fra landingsmodulet "The Eagle". Kilde: NASA](#)



## Aktivitet 2: Test dit månelandingsmodul

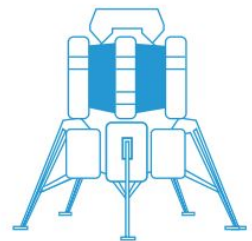
### Øvelse 1

1. Skriv betingelserne for test-landingen ned (vind og vejrforhold, landings områdets sammensætning etc.)

---

---

Forbered din æggo-naut på testen og tæl ned: Klar, Parat, Start!!



2. Overlevede din æggo-naut testen?

Ja \_\_\_\_\_, Nej \_\_\_\_\_

3. Hvor langt fra centrum af landingsområdet landede dit månelandingsmodul?

\_\_\_\_\_ cm

4. Evaluer din designplan. Hvad ville du have gjort anderledes?

---

---

5. Efter at have testet alle månelandingsmodulerne, hvor mange procent af æggo-nauterne overlevede?

\_\_\_\_\_ %

6. Efter at have testet alle månelandingsmodulerne, hvad er fællestræk hos de månelandingsmoduler hvor æggo-nauten overlevede?

---

---

---

---

## Øvelse 2

I denne øvelse får du brug for at kende månelandingsmodulets position på vej mod overfladen som funktion af tid.

1. Udregn landingshastigheden ved at tegne en graf af månelandingsmodulets position (y-aksen) som en funktion af tid (x-aksen).

2. Plot hastigheden i y-retningen som funktion af tid. Estimer landingshastigheden fra plottet. Er det den samme værdi som du udregnede i spørgsmål 1? Forklar en evt. forskel.

---

---

3. Benyt grafen for hastighed i y-retningen som funktion af tid til at beregne accelerationen af månelandingsmodulet i y-retningen.

4. Tyngdeaccelerationen på Jorden er  $9.8 \text{ m/s}^2$ . Forklar hvorfor du ikke får dette resultat:

---

---

---

---

## Aktivitet 3: Land på Månen

### Øvelse 1

Nu er tiden kommet til at lande på Månen. Du har testet dit månelandingsmodul på Jorden, men hvad vil der ske når den skal igennem sin endelige test på Månen?

1. Der er flere forskelle mellem en landing på Jorden og på Månen. Nævn tre faktorer, der har indflydelse på en landing på Jorden og tre faktorer, der har indflydelse på en landing på Månen:

| Landing på Jorden | Landing på Månen |
|-------------------|------------------|
| 1.                | 1.               |
| 2.                | 2.               |
| 3.                | 3.               |

2. Tyngdeaccelerationen ( $g$ ) udregnes efter følgende formel:

$$g = G \frac{m}{r^2}$$

Hvor  $m$  er massen af planeten (eller Månen),  $G$  er gravitationskonstanten og  $r$  er radius af planeten (eller Månen).

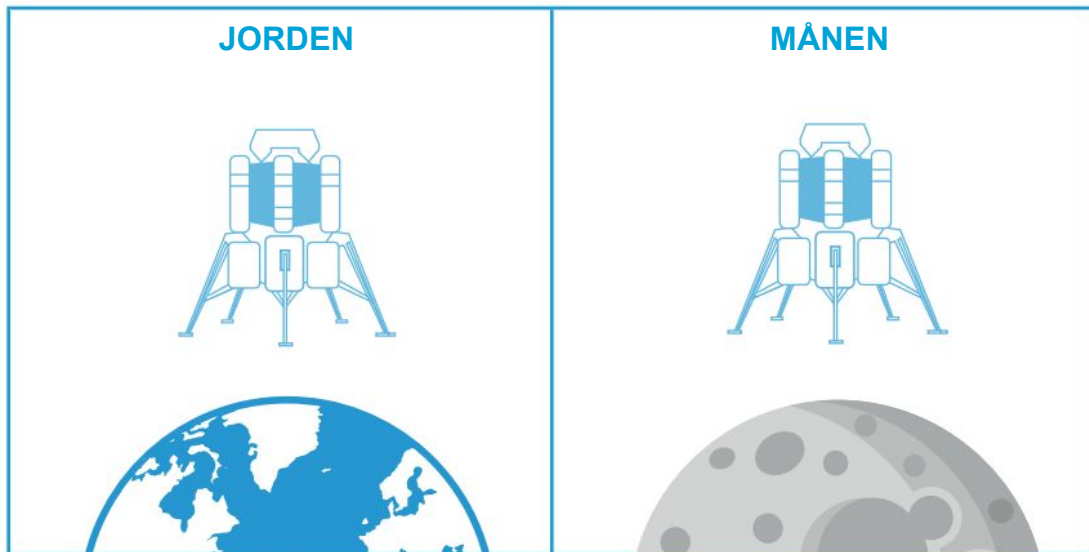
Benyt værdierne herunder til at besvare spørgsmål a) og b):

|  |  |
|--|--|
| $G = 6.67408 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$ |  |
| $r_{\text{Månen}} = 1737 \text{ km}$                                     | $m_{\text{Månen}} = 7,35 \times 10^{22} \text{ kg}$  |
| $r_{\text{jorden}} = 6371 \text{ km}$                                    | $m_{\text{jorden}} = 5.97 \times 10^{24} \text{ kg}$ |

a) Udregn den gravitationelle acceleration på Jorden og på Månen

b) Brug Newton's 2. lov ( $F = m \cdot a$ ) til at udregne  $F_g$  på Jorden og Månen.

3.a) Tegn de kræfter, der virker på månelandingsmoduliet på Jorden og på Månen:



b) Forklar dit kraftdiagram:

---

---

---

---

4. Hvordan kan du ændre dit design af månelandingsmoduliet så modulet er bedre tilpasset til at lande på Månen?

---

---

---

---