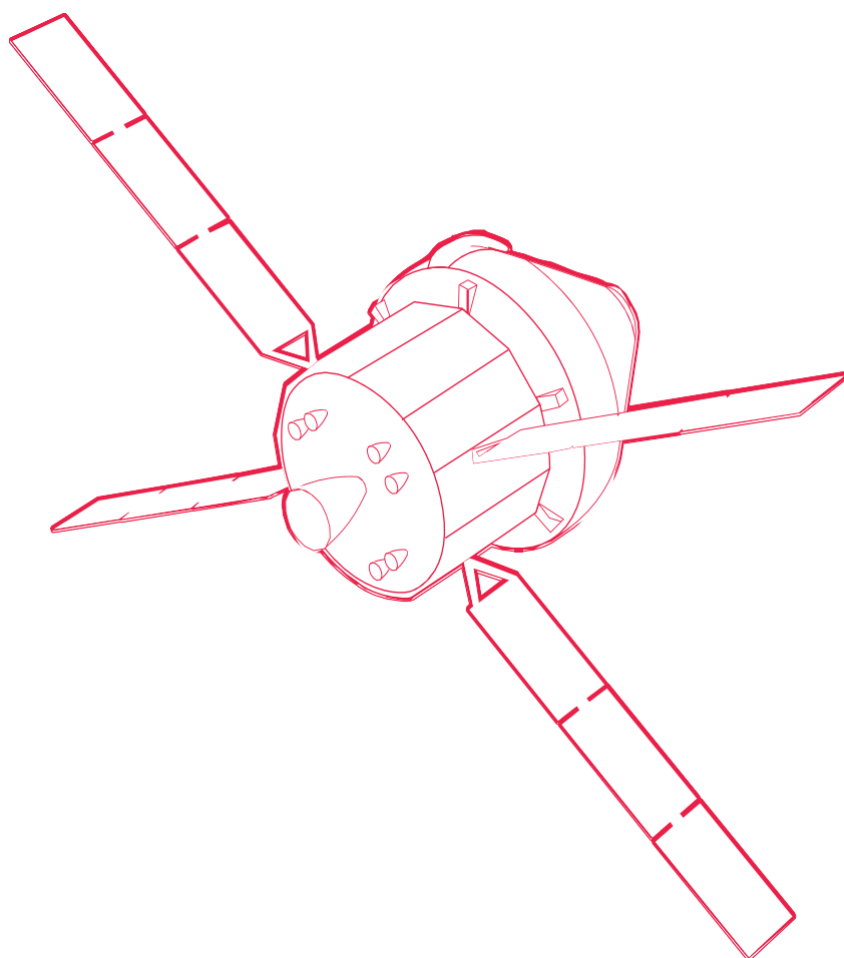


# Õpeta kosmosega

## KOSMOSELAEVA MATERJALIDE KOMPLEKT

Materjalide omaduste avastamine





|   |       |
|---|-------|
| Materjalide uurimine – vaata ja tunneta | lk 3  |
| Tegevus 1 – elektrijuhtivuse mõõtmine   | lk 5  |
| Tegevus 2 – soojusjuhtivuse mõõtmine    | lk 7  |
| Tegevus 3 – massi mõõtmine              | lk 9  |
| Tegevus 4 – magnetismi mõõtmine         | lk 11 |
| Tegevus 5 - löögitest                   | lk 13 |
| Klassiruumi arutelu                     | lk 16 |



## → MATERJALIDE UURIMINE – VAATA JA TUNNETA

### Kas sa teadsid?

NASA **kosmoselaev**\* Orion on ehitatud selleks, et viia inimesed kosmoses kaugemale kui iial varem. Euroopa Kosmoseagentuur arendab Orioni Euroopa teenuse**moodulit**\*, mis on see osa kosmoselaevast, mis toodab meeskonna jaoks hapnikku, elektrit ja hoolitseb **tõukejõu**\* eest.

Paremal oleval joonisel on NASA ja ESA poolt välja töötatud Orioni kosmoselaev (kunstniku nägemus).



Kosmoselaev on valmistatud mitmetest erinevatest materjalidest. ESA teadlane esitab sulle väljakutse, mille sisuks on erinevate materjalide uurimine. Sinu ülesandeks on põhjendada miks välja toodud materjalide omadused on olulised kosmoselaeva Orion ehitamisel.

Vaata väljakutse videot!

Arutle klassikaaslastega erinevate materjalide kasutusvaldkondade üle. Seejärel oled sa valmis alustama oma eksperimendiga! Teile antakse 8 erinevast materjalist kuubikut. Lisaks antakse sulle ka üks eriline kuubik, mis tuleb pärast kasutamist anda õpetajale tagasi. Kõigepealt tuleb laua kaitseks panna lauale paber või riie.



↑ ESA teadlase poolt esitatud väljakutse

## Vahendid

- 1 komplekt erinevatest materjalidest kuubikuid (2 cm x 2 cm x 2 cm)

### Ülesanne


1. Vaata tähelepanelikult erinevast materjalist kuubikuid, katsi käega, mõtle, mis materjalist need võiksid tehtud olla.
2. Rühmita materjalid vaatlustulemuste järgi (raske/kerge; ebatasane/sile; soe/jahe; läikiv/matt).
3. Kirjuta oma vaatlustulemused järgmisele lehele.

\* **Kosmoselaev**: sõiduk kosmoses liikumiseks, nt rahvusvaheline kosmosejaam ja Orioni kosmoselaev

**Moodul**: eemaldatav, iseseisev kosmoselaeva üksus

**Tõukejõud**: jõud, mis lükkab kosmoselaeva kosmosesse

## Sinu tulemused

| Materjal   | Vaata ja tunnetä |
|--|------------------|
|  Vask                       |                  |
|  Alumiinium                 |                  |
|  Messing                    |                  |
|  Teras                      |                  |
|  Puit                       |                  |
|  Kivi                       |                  |
|  Plast                      |                  |
|  Polüstüreen               |                  |
|  Alumiiniumi sulam (6061) |                  |

4. Põhjenda, miks sa rühmitasid materjale just niiviisi.

---

---

5. Soovitage teste, mida saaks teha materjalide võrdlemiseks.

---

---

---

---

---

## Järeldus

Kirjutage siia oma esimesed järeldused materjalide omaduste mitmekesisuse kohta.

---

---



## → ELEKTRIJUHTIVUS

Kosmoselaeva elektrilisi komponente ümbritsev materjal peab olema hea **elektrijuht\***, et see saaks laengu ära juhtida. Vastasel juhul võib see neid kahjustada.

### Kas sa teadsid?

Orioni Euroopa teenusemoodulil on neli päikeseelementidest tiiba, mille abil kogutud päikeseenergia muudetakse elektrienergiaks. Elektrienergiat on vaja mooduli kompuutrite ja teiste pardal olevate instrumentide töös hoidmiseks. Sellest elektrienergia hulgast piisaks kahe tüüpilise majapidamise jaoks!



### Vahendid

- 1 komplekt erinevatest materjalidest kuubikuid (2 cm x 2 cm x 2 cm)
- 1 patarei (AA)
- 1 patareipesa, mis on ühendatud punase ja musta juhtmega
- 1 pirn
- 1 pirnipesa
- 2 krokodilli otstega juhet

### Ülesanne

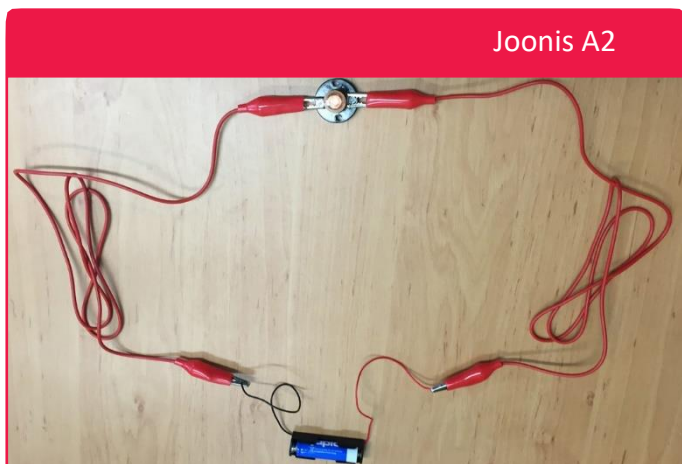
1. Seadke valmis voluring (nagu näidatud joonisel A2).
2. Kui panete krokodilliotsad lambipirni kontaktide vastu, veenduge, et pirn süttib.
3. Te olete ise ehitanud voluringi!
4. Täiustage oma voluringi vastavalt joonisele A3. Kinnitage krokodilli otsad kindlalt kuubikuga, aga veenduge, et te seejuures kuubikut ei vigasta.
5. Testiga iga kuubikut ning vaadake, kas pirn süttib või ei.
6. Saadud tulemused kirjutage järgmisele lehele.

Materjali, mis juhib elektrit, nimetatakse elektrijuhiks ning materjali, mis elektrit ei juhi, nimetatakse **isolaatoriks\***.

\***Elektrijuht**: materjal, mis juhib elektrit, nt metall

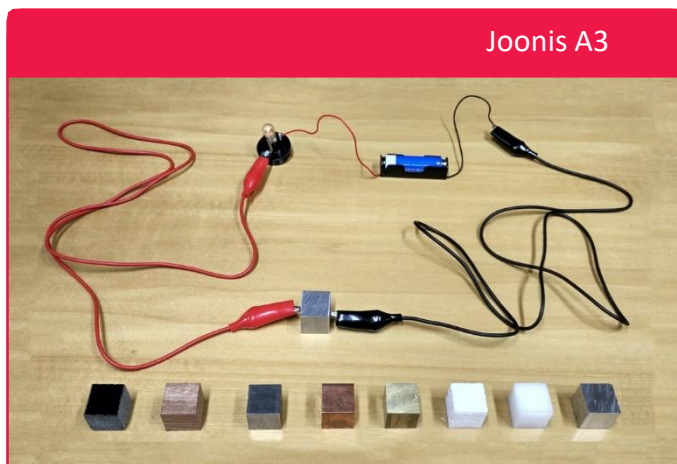
**Isolaator**: materjal, mis ei juhi elektrit, nt plast ja puit





Joonis A2










↑ Süsteem elektripirni testimiseks



Joonis A3

↑ Süsteem kuubikute testimiseks

## Sinu tulemused

| Materjal   | Elektrijuht või isolaator |
|--|---------------------------|
|  Vask                      |                           |
|  Alumiinium               |                           |
|  Messing                  |                           |
|  Teras                    |                           |
|  Puit                     |                           |
|  Kivi                     |                           |
|  Plast                    |                           |
|  Polüstüreen              |                           |
|  Alumiiniumi sulam (6061) |                           |

## Järeldus

Seleta miks mõnede materjalide puhul pirn süttis ja mõnede puhul ei süttinud.

---



---

## → SOOJUSJUHTIVUS

Ekstreemsetes (temperatuuri)oludes kosmoses on vaja kosmoselaeva (nt Orioni) meeskonna ning seadmete jaoks hoida turvalist ja mugavat temperatuuri. Sellepärast tuleb kosmoselaeva ehitamiseks kasutada materjale, mis peavad vastu väga kõrgete ning väga madalate temperatuuride juures. Tavaliselt on sellised materjalid head soojusjuhid.

### Kas sa teadsid?

Orioni meeskonna moodul on disainitud nii, et see saab taassiseneda Maa atmosfääri, seega peab moodulil olema soojuskaitse, et kaitsta moodulit (ja meeskonda!) **taassisenemisest tingitud kuumuse\*** eest.



### Vahendid

- 1 komplekt erinevatest materjalidest kuubikuid (2 cm x 2 cm x 2 cm)
- 8 ruudukest temperatuuriga värvi muutvat paberit koos katetega
- 2 Petri tassi
- Kuum vesi (valab õpetaja!) – õpilased ei tohi puutuda!

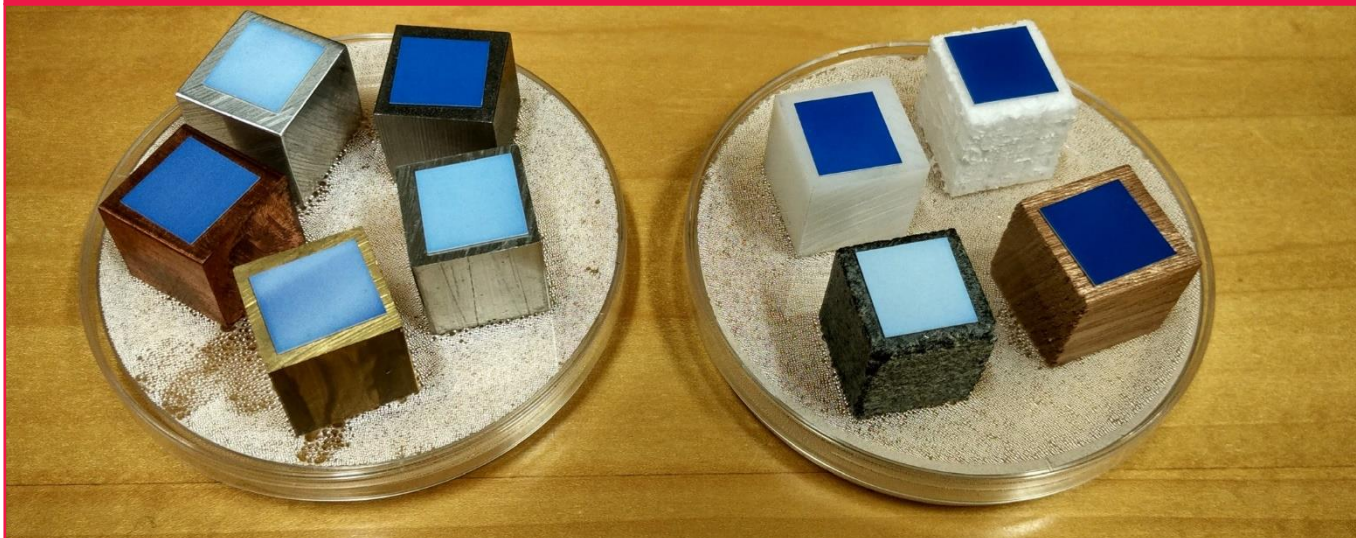
### Ülesanne

1. Asetage iga kuubiku peale temperatuuriga värvi muutva paberi ruut. Iga kuubik peaks olema toatemperatuuril.
2. Õpetaja valab 2 Petri tassi kuuma vett, need kaetakse ettevaatlikult kaantega.
3. Asetage kuubikud ettevaatlikult Petri tasside kaante peale (vt joonis A4).
4. Tähelepanelikult ja kannatlikult jälgige temperatuuriga värvi muutvaid pabereid ning kirjutage üles värvimuutuste järjekord.
5. Reastage materjalid parimast soojusjuhist (1) halvamani (9).
6. Kirjutage oma tulemused järgmisele lehele.

\***Taassisenemisest tingitud kuumus:** kuumus, mis tuleneb kosmoselaeva taassisenemisest Maa atmosfääri, temperatuur võib tõusta rohkem kui 1650 °C












Joonis A4



↑ Soojusjuhtivuse test

## Sinu tulemsued

| Materjal   | järjekord (1-9) |
|--|-----------------|
|  Vask                     |                 |
|  Alumiinium               |                 |
|  Messing                  |                 |
|  Teras                    |                 |
|  Puit                     |                 |
|  Kivi                     |                 |
|  Plast                    |                 |
|  Polüstüreen              |                 |
|  Alumiiniumi sulam (6061) |                 |

## Järeldus

Selgitage milline materjal on parim soojusjuht.

---



---



## → MASS

Kosmoselaeva üles lennutamiseks kulub palju kallist **raketikütust\***. Meil on kosmoselaeva ehitamiseks vaja tugevaid, vastupidavaid ja kergeid materjale.

### Kas sa teadsid?

Paremal oleval pildil kujutatud Orioni meeskonna moodul on korduvkasutatav transpordivahend, mis pakub meeskonnale ohutut **elupaika\***. See on ainuke osa kosmoselaevast, mis tuleb peale igat missiooni Maale tagasi. Moodul kaalub 8500 kg ning tema väline kiht on erilisest ränist ning **vaigust\*** koosnevast kiudainest, mis omakorda katab fiiberklaasist ning **fenoolvaigust\*** koosnevat kargstruktuuri: tõesti väga ebatavalised materjalid!



### Vahendid

- 1 komplekt erinevatest materjalidest kuubikuid (2 cm x 2 cm x 2 cm)
- 1 digitaalne kaal

### Ülesanne



1. Võtke ükshaaval kuubikuid kätte ning reastage tunde järgi kuubikud kergeimast (1) raskeimani (9).
2. Kaaluge kuubikud digitaalkaaluga ning pange kirja kuubikute tegelik mass grammides (ümardage 1 komakohani) (vt joonis A5). Reastage kuubikud vastavalt tegelikele massidele.
3. Kirjutage oma tulemused järgmisele leheküljele.

Joonis A5



↑ Kuubikute täpne kaalumise

## Sinu tulemused

| Materjal   | Minu (käega kaalutud) järjekord (1-9) | Tegelik mass (g) | Tegelik järjekord (1-9) |
|--|---------------------------------------|------------------|-------------------------|
|  Vask                       |                                       |                  |                         |
|  Alumiinium                 |                                       |                  |                         |
|  Messing                    |                                       |                  |                         |
|  Teras                      |                                       |                  |                         |
|  Puit                       |                                       |                  |                         |
|  Kivi                       |                                       |                  |                         |
|  Plast                      |                                       |                  |                         |
|  Polüstüreen               |                                       |                  |                         |
|  Alumiiniumi sulam (6061) |                                       |                  |                         |

## Järeldus

Võrrelge oma käega kaalutud tulemusi tegelike (kaaluga kaalutud) tulemustega. Kas oli erinevusi? Miks?

---



---

Kui arvesse võtta ainult materjali massi, siis milline materjal oleks kosmoselaeva ehitamiseks sobivaim? Miks?

---



---

**\*Raketikütus:** oksüdeerijat sisaldav kütus, mis käivitab raketi, nt vedel hapnik ja vedel vesinik

**Elupaik:** koht või keskkond, kus inimesed, loomad ja taimed saavad elada.

**Vaik:** kollane või pruun kleepuv aine, mida saadakse okaspuudelt ja mida kasutatakse paljude toodete valmistamiseks.

**Kärgstruktuur:** kuusnurksetest elementidest koosnev tihe struktuur, mis on väga tugev ja kerge.

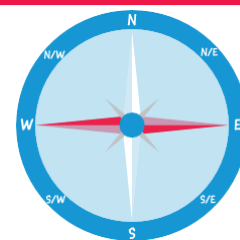
**Fenoolvaik:** väga tugev sünteetiline aine, mida kasutatakse selle tugeva temperatuuritaluvuse pärast.

## → MAGNETISM

Kosmoses sõites võib olla kasuks kui kosmoselaev on valmistatud mittemagnetiliste omadustega materjalidest. Magnetiliste omadustega materjale tuleb vältida, sest nad võivad segada pardainstrumente, nt orienteerumisseadet, mis kasutab suuna hoidmiseks Maa magnetvälja.

### Kas sa teadsid?

Maakera tuum koosneb vedelas olekus olevast rauast (ja niklist), mis muudab oma magnetiliste omaduste tõttu Maakera suureks magnetiks. See mõjutab magnetiliste omadustega materjale, nt kompassi metalset nõela. Me saame kasutada kompassi koos kaardiga maastikul orienteerumiseks, sest kompassi nõel näitab alati põhjasuunda.



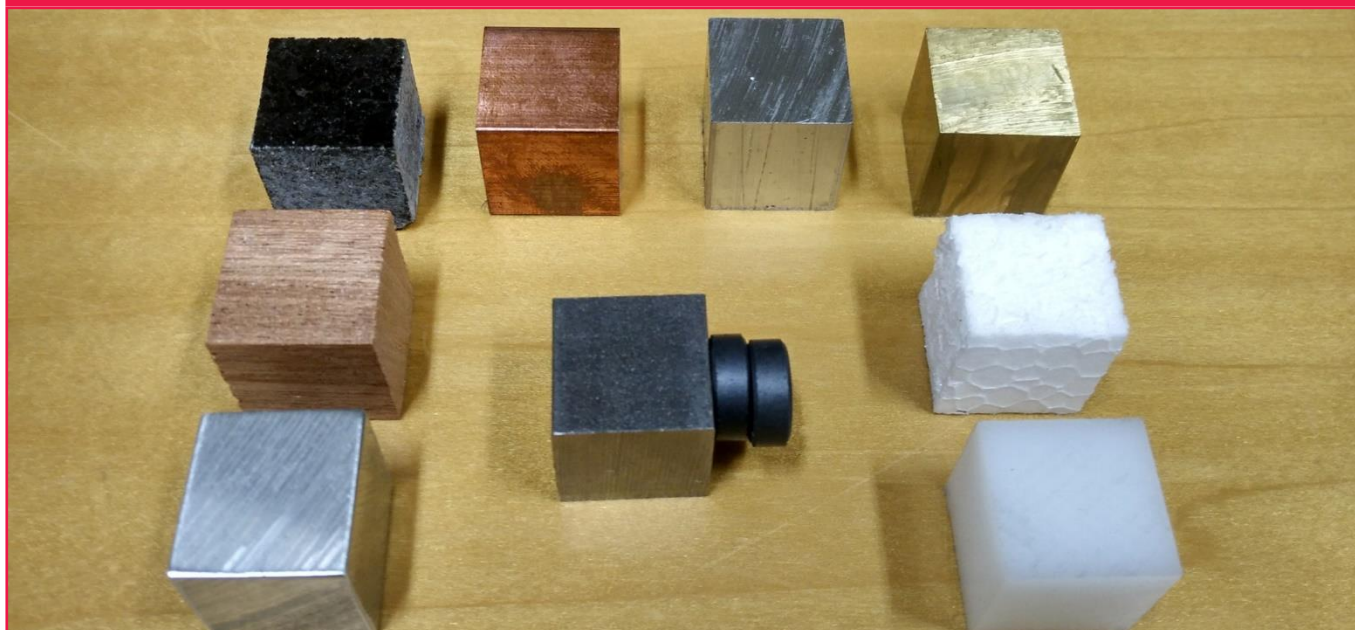
### Vahendid

- 1 komplekt erinevatest materjalidest kuubikuid (2 cm x 2 cm x 2 cm)
- 1 magnet

### Ülesanne










Katsetage millised materjalide kuubikud reageerivad magnetile (seda nimetatakse magnetismiks) ja millised mitte (vt joonis A6). Kirjutage oma tulemused järgmisele lehele.

Joonis A6



↑ Magnetismi testimine

## Sinu tulemused

| Materjal   | Magnetiliste või mittemagnetiliste omadustega |
|--|---|
|  Vask                       |   |
|  Alumiinium                 |   |
|  Messing                    |   |
|  Teras                      |   |
|  Puit                       |   |
|  Kivi                       |   |
|  Plast                      |   |
|  Polüstüreen               |   |
|  Alumiiniumi sulam (6061) |   |

## Järeldus

Millised materjalid ei ole magnetiliste omadustega? Selgita miks.

---



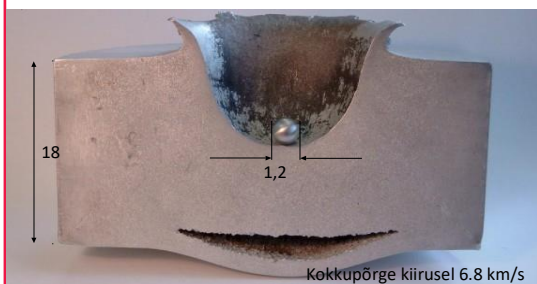
---

## → LÖÖGITEST

Kosmosetehnika nt nagu **satelliidid**\* võivad kokku põrgata väga kiiresti liikuva **kosmoseprügiga**\*. Sellepärast tuleb meil kosmosetehnika ehitamisel kasutada vastupidavaid materjale, mis saavad selliste **kokkupõrgetega**\* hakkama. Te kasutate materjali vastupidavuse testimiseks spetsiaalset kaldtee ja kuuli. Mida suurem on kuuli tagasilöök, seda vähem saab materjali (kuubik) kannatada.

### Kas sa teadsid?

Ümber Maakeri tiirleb rohkem kui 500 000 (viissada tuhat) kosmoseprügi tükki. Kosmoseprügi koosneb vanadest kosmosetehnika osadest ning kosmosekivimitest, mis võivad olla näpuotsa suurused või suuremad. Aga kosmoseprügi seas on ka miljoneid osakesi, mis on jälgimiseks liiga väikesed. Ka need on satelliitidele ja kosmoselaevadele suureks ohuks, sest nad liiguvad suurtel kiirustel ning võivad põhjustada palju kahju!



Vaadake mis juhtus katsetamise käigus kosmoselaeva materjaliga pärast seda kui toimus kokkupõrge kiiresti liikuva kuuliga (vt vasakpoolset pilti). Orioni Euroopa teenusemoodul on väga tugeva struktuuriga, mis on kaetud mitmekihiliselt väga eriliste vastupidavate materjalidega.

## Vahendid

- 1 komplekt erinevatest materjalidest kuubikuid (2 cm x 2 cm x 2 cm)
- 1 kaldtee
- 1 kuul

### Ülesanne

1. Kui kaldtee pole veel kokku pandud, siis pange see osadest kokku nii nagu näidatud joonisel A7.
2. Paigutage kordamööda kõik kuubikud testimiseks kaldtee põhja.
3. Lükake kuul kergelt kaldtee ülaosast teele.
4. Mõõtke kuubiku poolt põhjustatud kuuli tagasilöök (millimeetrites).

\***Satelliidid (tehislikud)**: orbiidile paigutatud objektid, mis jäävad tiirlema ümber Maa või mõne teise planeedi. Satelliidid on mõeldud mõõtmiste ja piltide tegemiseks, nt aitavad need teadlastel rohkem teada saada Maast, planeetidest ja kõigest muust ilmaruumis olevast  
**Kosmoseprügi**: vanade satelliitide tükid, kasutatud raketiosad, kosmosekivimite killud jne, mis liiguvad suurel kiirusel (kuni 28 000 km/h) ümber Maa  
**Kokkupõrge**: kosmoseprügi kokkupõrge satelliitide või kosmoselaevadega (nt rahvusvahelise kosmosejaamaga), mis võib suurte kiiruste tõttu põhjustada tõsiseid purustusi

5. Korrake seda iga kuubikuga. Mida peab tegema, et see katse oleks ühesugune kõikide kuubikute jaoks (nö aus, erapooletu katse)?

---



---



---

6. Korrake katset iga kuubiku kohta kolm korda ning arvutage keskmine tagasilöökk.


Joonis A7



↑ Löögikatse vahendid

## Sinu tulemused

Pange kõik oma tulemused tabelisse kirja. Viimases veerus reastage tagasilöögi keskmiste järgi materjalid vastupidavaimast (1, st suurim tagasilöökk) kõige vähem vastupidavaimani (9, st väikseim tagasilöökk).

| Materjal  | Tagasilöökk<br>mõõtmistulemused<br>(mm) |   |   | Keskmine tagasilöökk =<br>$\frac{A + B + C}{3}$ | Järjestus (1-9) |
|---|---|---|---|---|-----------------|
|   | A                                       | B | C |   |                 |
|  Vask                          |   |   |   |   |                 |
|  Alumiinium                    |   |   |   |   |                 |
|  Messing                       |   |   |   |   |                 |
|  Teras                         |   |   |   |   |                 |
|  Puit                          |   |   |   |   |                 |
|  Kivi                        |   |   |   |   |                 |
|  Plast                       |   |   |   |   |                 |
|  Polüstüreen                 |   |   |   |   |                 |
|  Alumiiniumi<br>sulam (6061) |   |   |   |   |                 |

## Järeldus

Milline materjal andis suurima tagasilöögi? Mis võib olla selle põhjuseks?

---












---

## → KLASSIRUUMI ARUTELU

Millised materjalid tunduvad olevat kosmoselaeva ehitamiseks parimad?

1. Täida kõikide materjalide kohta käiv koondtabel.

| Materjal  | Vaata ja tunneta | Elektrijuht<br>(jah/ei) | Soojusjuhtivus<br>(paremuse<br>järjekorras) | Mass (g)<br>(g) | Magnetiliste<br>omadustega<br>(jah/ei) | Tagasilööki<br>(mm) | Järjestus |
|---|------------------|-------------------------|---|-----------------|--|---------------------|-----------|
|  Vask                          |                  |                         |   |                 |  |                     |           |
|  Alumiinium                    |                  |                         |   |                 |  |                     |           |
|  Messing                       |                  |                         |   |                 |  |                     |           |
|  Teras                         |                  |                         |   |                 |  |                     |           |
|  Puit                        |                  |                         |   |                 |  |                     |           |
|  Kivi                        |                  |                         |   |                 |  |                     |           |
|  Plastik                     |                  |                         |   |                 |  |                     |           |
|  Polüstüreen                 |                  |                         |   |                 |  |                     |           |
|  Alumiiniumi<br>sulam (6061) |                  |                         |   |                 |  |                     |           |

2. Kirjuta nüüd koondtabeli põhjal järeldus milline materjal on parim millise kosmoselaeva osa jaoks ja miks.

---



---



---



---



---



---



Õpeta kosmosega – kosmoselaeva materjalide komplekt  
[www.esa.int/education](http://www.esa.int/education)

ESA jaoks on kontseptsiooni välja töötanud Nottingham Trenti Ülikool  
Suurbritanniast

ESA Haridusosakonnale saab anda tagasisidet siin:  
[teachers@esa.int](mailto:teachers@esa.int)

ESA Haridus  
Copyright © European Space Agency 2017