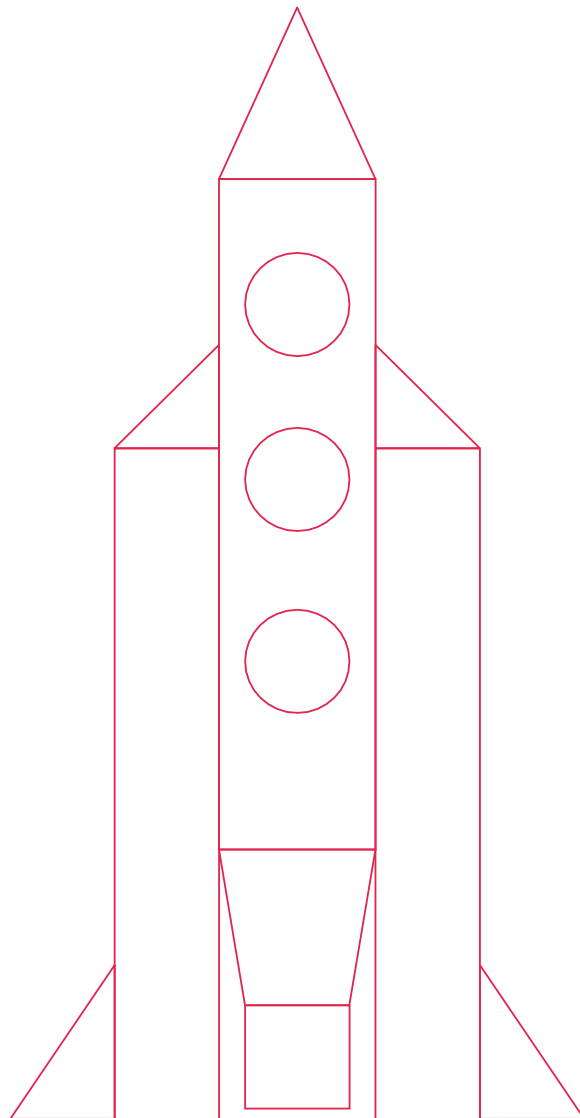


Õpeta kosmosega

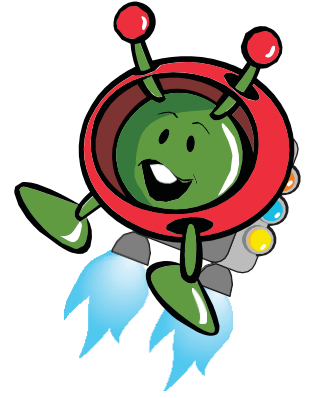
→ **ÜLES, ÜLES, ÜLES!**

Ehita ja lennuta välja oma rakett!





Lühike kokkuvõte	lk 3
Taust	lk 4
Tegevuste kokkuvõte	lk 6
Tegevus 1: lahkume sellelt planeedilt!	lk 7
Tegevus 2: õhk raketi tarvis (I)	lk 8
Tegevus 3: õhk raketi tarvis (II)	lk 10
Tegevus 4: kütus raketile	lk 13
Lisa 1: ESA raketid	lk 14
Lisa 2: raketi tiivad (1. tegevuse jaoks)	lk 15
Lisa 3: tiivad ja ninaosa (2. tegevuse jaoks)	lk 15
Sõnastik	lk 16
Lingid	lk 17



→ ÜLES, ÜLES, ÜLES!

Ehita ja lennuta välja oma rakett!

Lühike kokkuvõte

Vanus: 8–12aastased

Tüüp: praktiline tegevus rühmades

Raskusaste: lihtne

Ettevalmistuseks kuluv aeg: 30 minutit

Õppetunnile kuluv aeg: 25–60 minutit
tegevuse kohta

Maksumus: madal kuni keskmine

Tegevuskoht: siseruumid ja õu (rakettide lennutamiseks)

Sisaldab: 3D prinditud torupõlve stardiplatvormi jaoks:
<http://esamultimedia.esa.int/docs/edu/1PBL.zip>

Ülevaade

Õpilased ehitavad rühmades kolm erinevat raketti. Esimene on lihtne paberrakett, mis pannakse liikuma kõrre sisse puhumise abil. Teine on juba keerulisem paberrakett, mis pannakse liikuma veepudeli pigistamisega, ja kolmas on keemiline rakett. Õpilased lennutavad rakette ja uurivad, millised näitajad mõjutavad raketi lennutee pikkust ja raketi trajektoori. Kokkuvõttes saavad õpilased hea ülevaate rakettidest ja nende tööpõhimõtetest.

Õpilased saavad teada:

- mis on rakett ja miks see lendab ülespoole;
- mis on raketi stabiilsus ja kui olulised on selle juures tiivad ja ninaosa;
- kuidas raketi läbitud vahemaa sõltub raketile antud algselt antud jõu suuruselt ning väljalennutamise nurgast;
- et objektidel on liikumiseks vaja energiat.

Areneb õpilaste ...

- võime uurida ja testida oma ideid;
- oskus läbi viia mõõtmisi, mõttestada tulemusi ja teha järeldusi;
- oskus ära tunda ja kontrollida erinevaid näitajaid;
- oskus teha projektitööd.



→ TAUST

Milleks meil on rakette vaja?

Märkus: See teave on olemas ka õpilase töölehel.

Maa peal on jõud, mis pidevalt tõmbab meid maapinna poole. Me oleme selle jõuga nii harjunud, et me ei pane seda tähelegi. Aga kui me hüppame, kukume selle jõu pärast alati maapinnale tagasi. Seda jõudu nimetatakse **gravitatsiooniks***

Kui astronaut tahaks pääseda Maa gravitatsioonist, siis peaks ta hüppama väga väga kõrgele ja väga väga kiiresti, muidu kukuks ta maapinnale tagasi (joonis 1, hüpe 1 ja 2).

Aga kui astronaut saaks hüpata õiges suunas ja õige kiirusega, oleks ta võimeline vastu astuma Maa tugevale gravitatsioonile. Kui astronautil oleks see kindel suund ja kiirus, siis ta ei kukuks otse maapinnale, vaid langeks Maa poole, aga ei saaks Maale pihta; selle tulemusena kukuks ta ümber Maa ja siseneks **orbiidile*** (joonis 1, hüpe 3). Orbiidil on ka Maad jälgivad satelliidid ning rahvusvahelise kosmosejaama (ISS) astronautid.



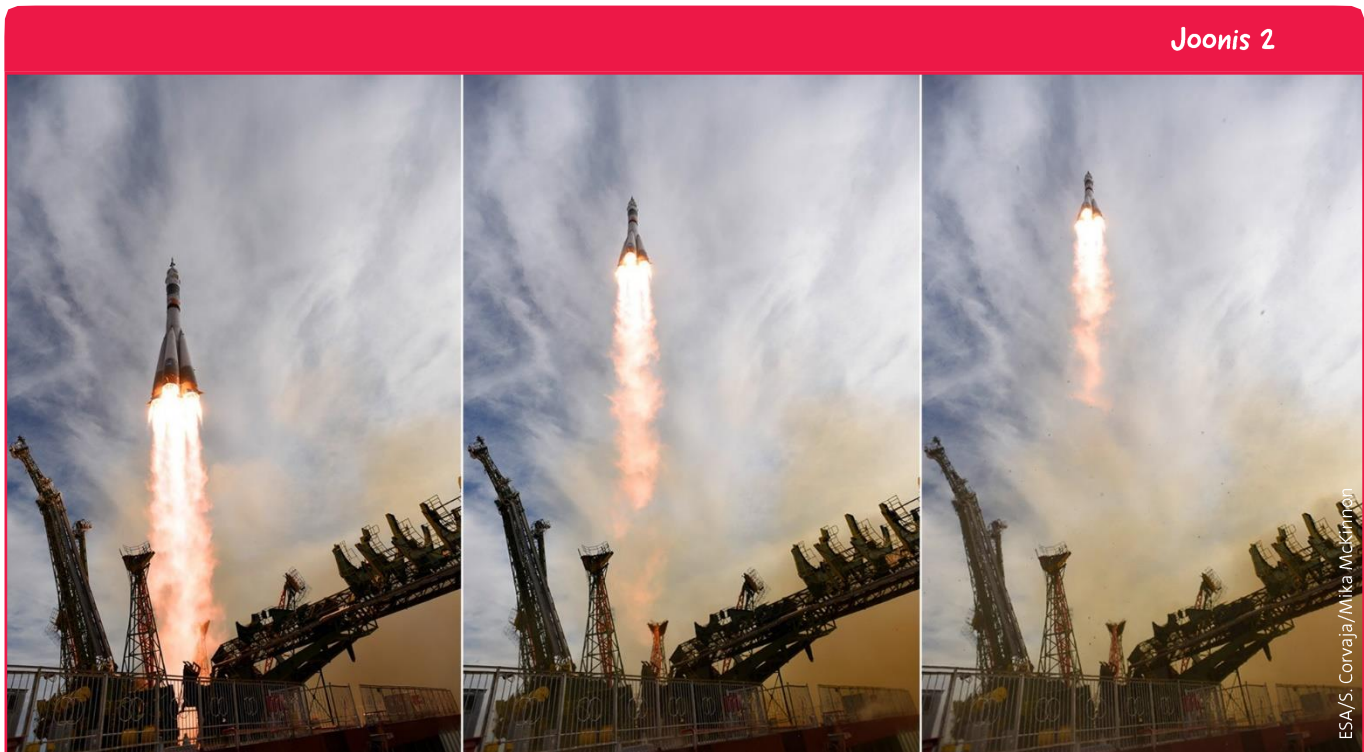
↑ Gravitatsioon tõmbab meid pidevalt maapinna poole. Sellest pääsemiseks peaks astronaut hüppama väga kiiresti ja kindlas suunas.

Ükski astronaut ei ole võimeline piisavalt kiiresti hüppamiseks, et Maa gravitatsioonist välja pääseda! Selle jaoks ongi teadlased leiutanud raketi.

Miks raketid lendavad üles?

Märkus: See teave on olemas ka õpilase töölehel

Raketi välja lennutamiseks tuleb põletada tuhandeid kilogramme kütust vaid mõne minuti jooksul. Kütuse põletamisel tekivad kuumad gaasid, mis surutakse raketi tagant välja, andes sellele kiirenduse ja kiiruse, mida raketil on väljalendamiseks vaja (joonis 2).



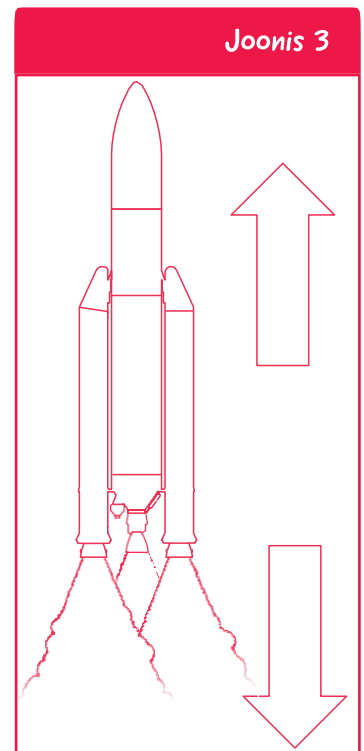
Joonis 2

reaktsioon

↑ Raketi Sojuz väljalendamine 2015. aastal Prantsuse Guajaanas.

Kuna raketi tagant pressitakse välja kuumad gaasid, tekib **reaktsioonijõud***, mis surub raketi ülespoole – jõud mõjub vastuassuunas. Seda reaktsioonijõudunimetatakse **tõukejõuks***.

Newtoni kolmas seadus* seletab, kuidas raketid tekitavad tõukejõudu – kui üks keha avaldab teisele kehale jõudu, siis teine keha samaaegselt mõjutab esimest keha samaväärse, aga vastassuunalise jõuga. Teine viis seda öelda on: igale mõjule leidub samaväärne, aga vastassuunaline mõju (joonis 3). Täpselt see juhtub siis, kui lasta õhupallist õhk välja. Õhk liigub ühes suunas ja õhupall liigub vastupidises suunas. Raketis surutakse põlemisgaasid läbi mootori düüsi, tekitades mõju, mis tekitab reaktsioonijõu, mis surub raketi üles taevasse kosmose poole.



Joonis 3

↑ Newtoni kolmas seadus ehk mõju ja vastasmõju seadus selgitab, miks raketid liiguvad ülespoole.

→ TEGEVUSTE KOKKUVÕTE

Neli kavandatud tegevust on välja töötatud uurimisõppe abil. Õpilased kavandavad ja viivad läbi lihtsaid uuringuid, panevad kirja oma prognoosid ja tähelepanekud ning analüüsivad tulemusi. Lõpuks kujundavad nad oma uurimisprojekti.

Neid tegevusi saab teha klassiruumis, kuid ideaalne oleks suurem ruum, nagu kooli saal või spordisaal. Veelgi parem oleks tegevus läbi viia õues. Valige raketite väljalennutamiseks välja eraldi piirkond.

Kuigi õpilased hakkavad tööle 2–4liikmelistes rühmades, jagage igale õpilasele oma töölehed. Nendele kirjutavad nad oma tähelepanekud ja järeldused eksperimentide kohta.

Tegevus 1 tutvustab õpilastele raketite teemat ja võimaldab õpilastel avastada, milleks rakette kasutatakse. Õpilased uurivad ühte konkreetset ESA raketti. 1. tegevuse täitmine peaks võtma umbes 25 minutit.

Tegevus 2 annab õpilastele juhiseid, kuidas teha lihtsaid paberrakette. Õpilased testivad ninaga ja ilma ninata rakette, et mõista, miks raketitel on suletud esiotsa vaja. Seda saab seostada Newtoni kolmanda liikumisseadusega. 2. tegevus peaks aega võtma umbes 30 minutit.

Tegevus 3 hõlmab suurema paberraketi jaoks veepudeligast stardisüsteemi ehitamist. See nõuab 3D trükitud torupõlve kasutamist. Kui teile pole torupõlve ESA õpetajate töötoas antud, võite alla laadida .stl faili veebilehelt (vt linkide alt) ja printida ise kasutades 3D printerit või kasutades 3D printimise veebiteenust. 3. tegevus peaks aega võtma umbes 1 tund.

Tegevus 4 võimaldab raketikütuse eksperimendi tegemist. Rakett saab energiat Alka-Seltzeri tableti ja vee vahelisest reaktsioonist. 4. tegevus peaks aega võtma umbes 40 minutit.

Turvalisus

Õpilaste juures peaks kirjeldatud tegevuste ajal olema täiskasvanu järelvalve. Õpilastele tuleb sõnad peale lugeda, et nad:

- o kannaksid väljalennutamise ajal kaitseprille;
- o lennutaksid rakette ainult eelnevalt selgelt märgistatud õuealal;
- o ei suunaks raketti väljalennutamise ajal ühegi inimese poole;
- o seisaksid väljalennutamise punkti taga;
- o ei kummarduks üle raketi, ka mitte siis, kui raketti ei õnnestunud väljalennutada, see võib ootamatul hetkel välja lennata.

→ TEGEVUS I: lahkume sellelt planeedilt!

Selles tegevuses uurivad õpilased rakette ja analüüsivad nende parameetreid. Õpilased mõistavad, mis raketid on ja milleks neid kasutatakse.

Vahendid

- 1 paar kääre
- Liim
- Rakettide pildid lisast 1

Märkus: Õpilastel on 3. küsimusele vastamiseks vaja internetiühendust.

Ülesanne

1. Lisas 1 on kolm rida erinevaid rakette. Jagage klass kolme rühma ning andke igale rühmale üks rida. Paluge õpilastel vastata 1. küsimusele õpilase töölehel.
2. Paluge õpilastel rakette võrrelda ning seejärel vastata 2. küsimusele. Nende abistamiseks selgitage, et raketid kannavad vajalikku lasti* raketi eesotsas. Mõnda raketti on kasutatud satelliitide orbiidile paigutamiseks, samas kui teisi hoopis inimeste ja sondide sügavamale kosmosesse transportimiseks. Suuruse määravad peamiselt ära kaasaskantav last ja sihtkoht (kaugemale kosmosesse sõitmiseks on vaja rohkem kütust ja täiendavaid paake).
3. Jagage iga õpilaste rühm kolme väiksemasse rühma. Iga väiksem rühm peaks uurima ühte kolmest raketist (õpetaja valikul). Selgitage õpilastele, millist raketti nad peaksid uurima ja kuidas nad saaksid seda uurimist läbi viia. Õpilastel tuleb täita 3. küsimus töölehel; selleks võivad nad kasutada interneti. Paluge iga rühma esindajal esitada oma raketi peamised parameetrid.

→ TEGEVUS 2: Õhk raketi tarvis (I)

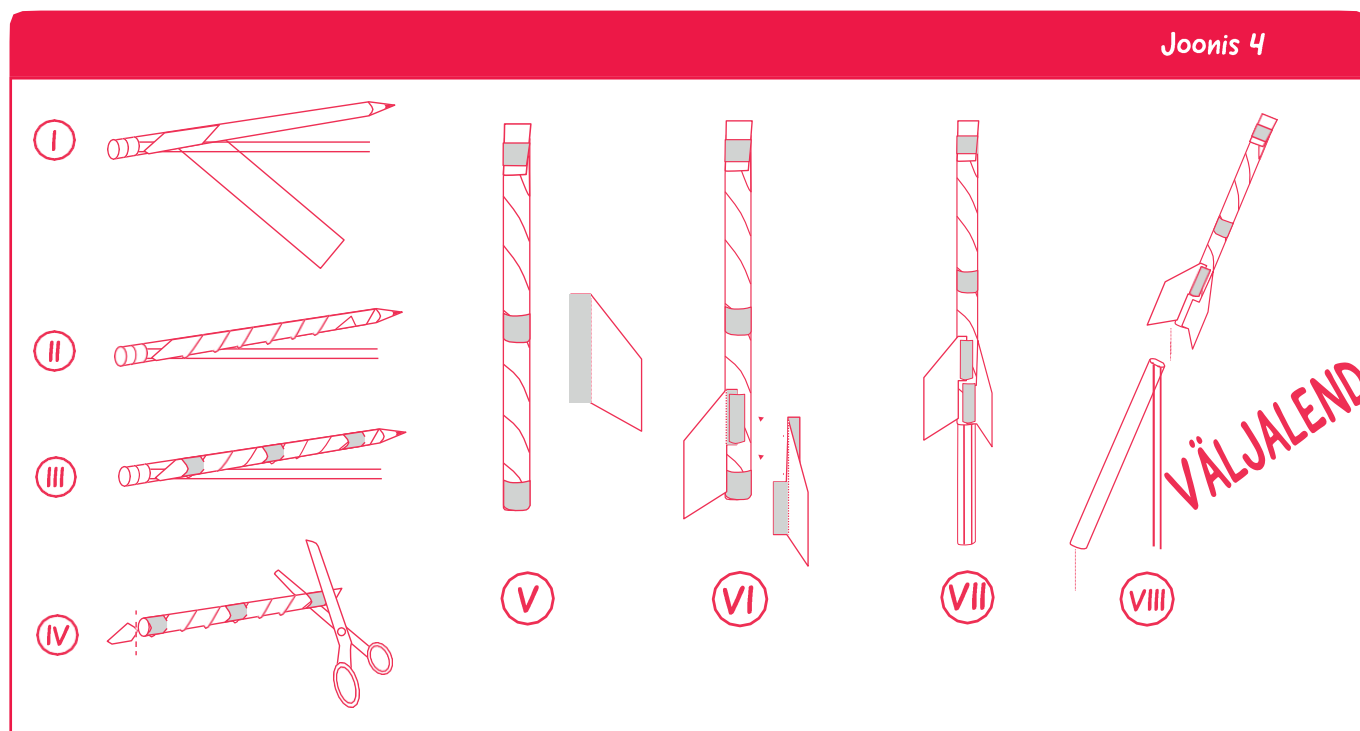
Selles tegevuses hakkavad õpilased uurima paberrakette. Nad ehitavad paberist raketi ja jälgivad selle toimimist õhus kahes erinevas arendusetapis. Esiteks käivitatakse rakett avatud otsaga. Seejärel käivitatakse see kokku volditud otsaga, mis kujutab endast nina. Õpilased kasutavad rakettide käivitamiseks joogikõrt. Nad peaksid lõpuks aru saama, et raketid töötavad Newtoni kolmanda liikumisseaduse alusel.

Vahendid

- 1 A4 paberileht
- 1 kõrs (võimalikult suure läbimõõduga)
- 1 pliiats (kõrrega sama läbimõõduga või veidi paksem)
- 1 paar kääre
- Kleeplint
- Šabloon tiibade jaoks (lisa 2)

Ülesanded

1. Andke igale rühmale varustus, mida nad vajavad raketi ehitamiseks ja väljalennutamiseks. Õpilased peaksid kõigepealt järgima allpool esitatud jooniselt (joonis 4) juhiseid I-IV (mitte rohkem). Raketi ehitamiseks vajalik joonis on ära toodud ka õpilase töölehel.



↑ Kõrre abil väljalennutatava paberraketi ehitamine.



2. Enne rakettide väljalennutamist paluge õpilastel rühmades arutleda, kuidas nende rakett hakkab õhus käituma. Milline võiks olla nende raketi trajektoor? Kas rakett lendab kaugemale? Õpilased peaksid kirjutama oma prognoosid õpilase töölehele tabelisse A2.
3. Seejärel peaks igast rühmast üks õpilane minema raketi väljalennutamiseks stardialale. Kõik õpilased vaatavad rakettide väljalennutamist ja täidavad vaatlusandmetega tabeli A2.
4. Õpilased muudavad oma rakette paremaks. Selleks lisavad nad raketile nina ja tiivad. Õpilastel tuleb jälgida 4. joonisel juhtnööre V kuni VII. Pange tähele, et selles tegevuses on oluline ainult raketi ninaosa lisamine, tiibade lisamine on ainult toreduse pärast.
5. Õpilased peaksid kirjutama tabelisse A2 teise väljalennu prognoosid ja vaatlustulemused.
6. Paluge õpilastel vastata töölehel olevatele teisele ja kolmandale küsimusele. Arutlege vastuste üle klassis. Küsige õpilastelt, kas nad on kunagi näinud pilti või videot päris raketi väljalennust. Paluge neil väljalennu hetke kirjeldada (heli, valgus, kütuse põletamine, heitgaasid).

Vastused aruteluküsimustele 2 ja 3

2. Võrrelge oma esimest ja teist raketi väljalendu. Millised olid erinevused?

Lahtise otsaga (ilma ninata) rakett ei lenda üldse ja ninaga rakett lendab paraboolse trajektooriga. Kõrre sisse puhumine tekitab raketi taga kõrgema rõhu. Kuid see juhtub ainult ninaga raketi puhul. Kinnine ots takistab õhu kohest lahkumist paberraketist ja seega selle sees olev rõhk tõuseb. See annabki vajaliku tõukejõu. Päris rakettides saadakse vajalik tõukejõud raketi tagaosast väljuvate kuumade gaaside abil. Rakett väljub võrdsete ja vastassuunaliste jõudude tõttu (Newtoni kolmas seadus).

3. Selgita oma vaatlustulemuste alusel, mida tuleb teha, et raketi väljalend korraldada. Kuidas erineb päris raketi väljalennutamine paberraketi omast?

Raketi väljalennutamise jaoks on talle vaja anda energiat. Päris raketid saavad vajaliku energia põlevast kütusest, mille poolt eraldatud gaasid lükkavad raketti edasi. Paberraketid saavad vajaliku energia liikuvast õhust.



→ TEGEVUS 3: Õhk raketi tarvis (II)

Selles tegevuses ehitavad õpilased paberraketi ja kasutavad selle väljalennutamiseks plastpudelit. Nad uurivad, kuidas väljalennunurga muutmine mõjutab raketi trajektoori ja vastavad põhiküsimusele: millise väljalennunurga all liigub rakett (horisontaalselt) kõige kaugemale. Järeltegevusena saavad õpilased uurida, kuidas väljalennutamise surve mõjutab raketi trajektoori. Õpilased saavad teada, kuidas muutujad mõjutavad raketi liikumist.

Vahendid

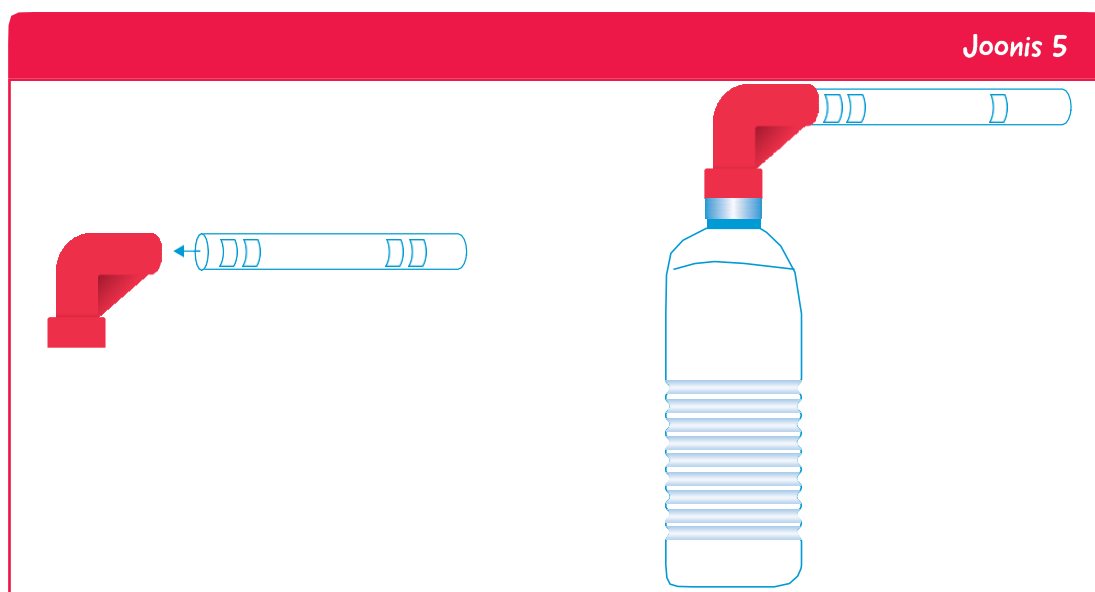
Rühma kohta:

- 2 lehte A4 paberit
- Raketi tiibade ja nina šabloonid (lisa 3)
- Plastist veepudel (500 ml); peab sobima prinditud 3D torupõlvega
- 3D väljaprintitud torupõlv väljalennutamise jaoks
- Mall
- Paar kääre
- Kleeplint
- Pikk mõõdulint

Ülesanne

1. Anna igale grupile vajalik varustus (loetelu ülevalpool). Õpilased alustavad stardiplatvormi kokkupanemisega (joonised 5 ja A5), seejärel ehitavad nad paberraketi. Turvalisuse kaalutlustel veenduge, et platvormil on kleeplindi ühendused tehtud korralikult. Üksikasjalik juhised on õpilase töölehtedel.

Õpilased võivad lisast 3 välja lõigata raketi tiivad ja nina.



↑ Raketi stardiplatvorm

2. Enne raketite väljelenutamist selgitage õpilastele, et nad hakkavad uurima, kuidas väljelenunurk mõjutab seda, kui kaugelt rakett horisontaalselt lendab. Paluge neil ennustada nende kahe parameetri seost.

3. Määrake rühma liikmetele ülesanded. Üks õpilane lennutab raketi välja, teine õpilane kontrollib väljelenunurka ja annab väljelenu käskluse ning kolmas õpilane mõõdab raketi lennutee pikkuse ja toob raketi järgmise väljelenu jaoks stardiplatvormile tagasi.

Märkus: Lennutee mõõtmise hõlbustamiseks võivad õpilased panna stardiplatvormilt 20 m kaugusele iga meetri peale tähise (nt koonuse). Siis on lihtne lugeda tähiste arvu ja saada ligikaudne lennutee meetrites.

4. Iga raketi väljelenunurga kohta (75° , 60° , 45° , 30°) teevad õpilased kaks raketi väljelenu ning arvestavad keskmise lennutee pikkuse. Väljelenud tuleb teha täpselt samades tingimustes (sama väljelenunurk ning sama surve pudelist).

5. Õpilased kirjutavad lennutee pikkused tabelisse A3. Vanemad õpilased võivad joonistada graafiku, kus parameetriteks on lennutee pikkus ja väljelenunurk (vt joonis 6).

6. Paluge õpilastel vastata töölehe arutelu osa küsimustele 2 ja 3. Arutlege vastuste üle.

7. Lisaks küsige õpilastelt, kuidas muutuks raketi lennutee siis, kui nad suruksid plastpudelit tugevamini. Paluge hüpoteesid kirjutada töölehtedele.

8. Õpilased hakkavad oma hüpoteese testima. Küsige õpilastelt, kuidas katse läbi viia korrektselt? Rõhutage neile, et oluline on muuta ainult ühte muutujat. Praegusel juhul on selleks plastpudelile rakendatav jõud.

9. Õpilased võrdlevad oma tulemusi eelmise tegevuse tulemustega. Selleks peavad nad valima tabelist A3 väljelenunurga väärtuse.

10. Paluge õpilastel vastata töölehe järeletegevuste osa küsimustele 2 ja 3. Arutlege vastuste üle.



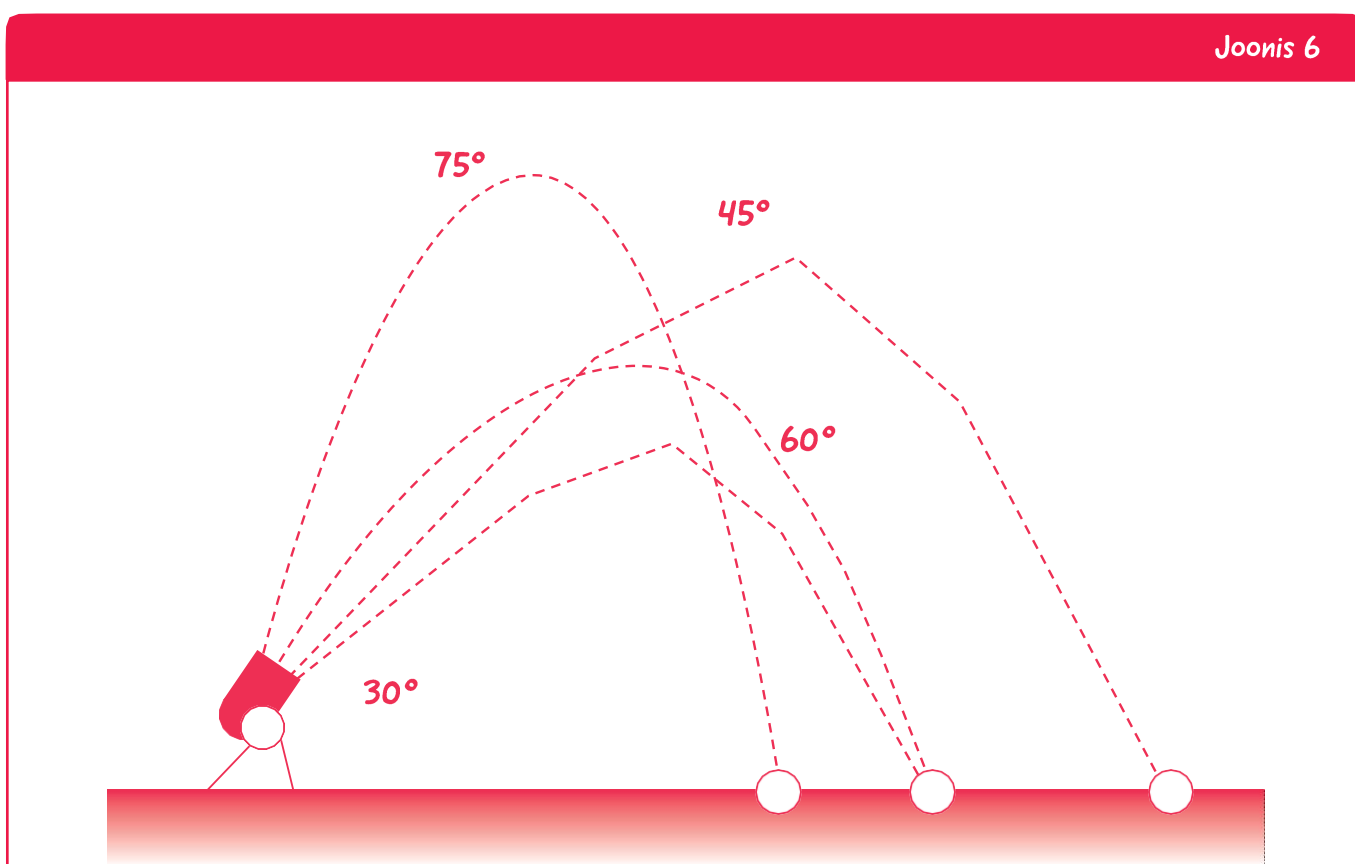
Arutelu osa küsimuste vastused

2. Selgitage oma tulemustele toetudes, kuidas väljalennunurk mõjutab raketi trajektoori.

Õpilased näevad, et 45° nurga puhul lendab rakett kõige kaugemale. Nad peaksid samuti märkama, et nurkade 30° ja 60° puhul on kaugus sama (joonis 6).

Kui lennutada rakett välja otse üles, 90° nurga all, langeb rakett ülespoole liikumise lõppemisel tagasi stardiplatvormile (ilma tuule mõjuta). Paberraketile mõjuv gravitatsioon põhjustab üleslennul raketi aeglustumise ning allalennul raketi kiirenduse.

Kui rakett lennutatakse välja väiksema nurga alla kui 90° , määrab väljalennunurk ära lennutrajektoori ning rakett maandub mingil kaugusel stardiplatvormist. Kaugus sõltub väljalennunurgast ja algkiirusest. Selles tegevuses sõltub algkiirus pudelile rakendatud survest.



↑ Väljalennunurk vs lennutee pikkus (algkiirus on sama). Kohandatud ESA videost: ATV Jules Verne - The science of leaving the Earth.

3. Leidke rakettide väljalennutamise meetodi juures kaks määramatuse allikat.

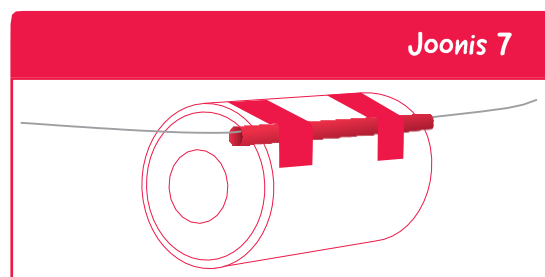
Õpilaste tulemused võivad isegi siis natukene erineda, kui nad on katsete läbiviimisel hästi tähelepanelikud ning kindlustavad võimalikult samasugused tingimused. Põhjuseks on plastpudelile rakendatav surve – antud meetodi puhul ei saa seda mõõta ega kontrollida. Võimalik ka, et plastpudelile rakendatava suure surve tagajärjel muutub veidikene väljalennunurk. Sellepärast ongi oluline katseid korrata ning võtta katsete keskmine.

→ TEGEVUS 4: kütus raketile

Selles tegevuses valmistavad õpilased kihiseva kanistri raketi selleks, et uurida seost kütuse hulga ning lennutee pikkuse vahel. Õpilased viivad enda katse läbi ning mõistavad selle tulemusena paremini, kuidas päris raketid töötavad.

Vahendid

- Valge 35 mm filmirulli konteiner (valged töötavad paremini kui mustad)
- Kihisevad tabletid (nt Alka-Seltzer®)
- Vesi
- Pikk mõõdulint
- Kleeplint
- Paar kääre
- 2 tooli
- 5 meetrit jõhvi
- Joogikõrs
- Plasttops



↑ Katse seadistamine

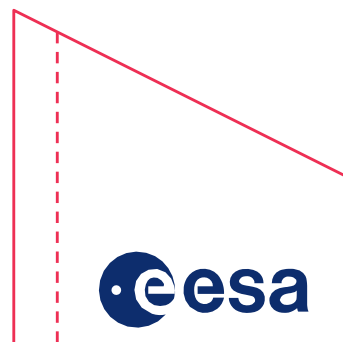
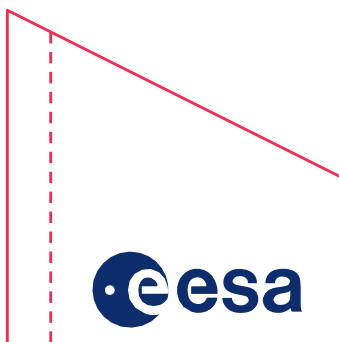
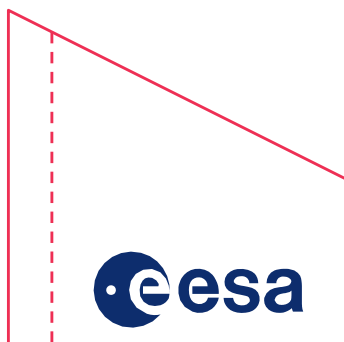
Ülesanne

1. Andke igale rühmale ala, kus nad saavad töötada, ja andke neile vajalik varustus. Veenduge, et „töölade“ vahel oleks piisavalt ruumi, et rühmad saaksid ohutult ringi liikuda. Andke igale meeskonnale ainult üks kihisev tablett (häid tulemusi on võimalik saada isegi ainult ühe neljandiku tabletiga).
2. Tuletage õpilastele meelde, et õige katse on selline, kus testitakse ainult ühte muutujat korraga.
3. Mõnele meeskonnale võib olla vaja näidata, mis juhtub, kui vee sisse panna kihisev tablett. Julgustage õpilasi seda tegema (plasttopsis) ning selle üle arutlema. Sõltuvalt õpilaste vanusest, võite neile näidata ka joonist 7, et anda neile vihjeid katse seadistamise kohta.
4. Pärast rakettide edukat väljalennutamist paluge iga meeskonna esindajal selgitada nende katset ja esitleda saadud tulemusi.

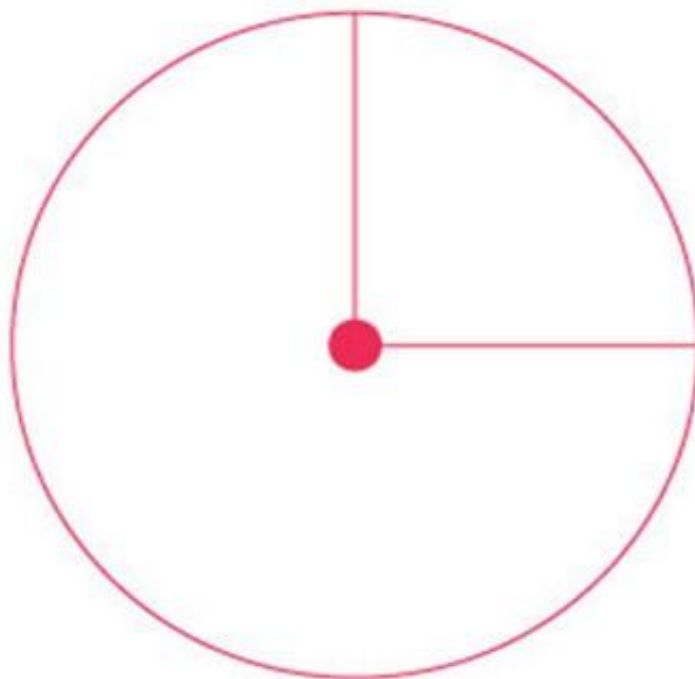
→ LISA I: ESA raketid



→ LISA 2: raketitiivad 2. tegevuse jaoks



→ LISA 3: tiivad ja ninaosa 3. tegevuse jaoks



→ SÕNASTIK

Gravitatsioon: külgetõmbejõud kahe objekti vahel, antud juhul Maa ja meie vahel.

Orbiit: objekti liikumine mööda ümmargust või elliptilist trajektoori ümber teise objekti.

Last: sõiduki poolt kindlasse sihtkohta toimetatav veos. Raketi puhul on see sageli satelliit või isegi inimesed.

Reaktsioonijõud: jõud tulevad alati paaridena. Reaktsioonijõud on jõud, mis mõjub algsele jõule vastupidises suunas.

Tõukejõud: lennuki- või raketimootorist saadav liikumapanev jõud.

Trajektoor: keha teekond liikumisel ruumis kehale mõjuvate jõudude toimel.

→ LINGID

ESA allikad

ESA klassiruum: www.esa.int/Education/Classroom_resources

ESA kids lehekülg:
www.esa.int/esaKIDSen

Paxi lõbus raamat:
<http://esamultimedia.esa.int/multimedia/publications/PaxiFunBook>

Lisateave raketite kohta

Tegevus 1: ESA kanderaketid:
www.esa.int/Our_Activities/Launchers/Launch_vehicles/Europe_s_launchers

Tegevus 1: ESA kids – Euroopa raketid:
www.esa.int/esaKIDSen/SEMYWIXJD1E_Liftoff_o.html

Tegevus 2: Newtoni kolm liikumisseadust:
www.esa.int/Education/Mission_1_Newton_in_Space

Tegevus 2: ExoMars 2016 õhkutõus :
<https://youtu.be/wbSyvBICfGc>

Tegevus 3: ATV Jules Verne - Maalt lahkumise teadus: - LINK EI TÖÖTA!
www.esa.int/spaceinvideos/Videos/2014/07/ATV_Jules_Verne_-_The_science_of_leaving_the_Earth

Tegevus 4: Kuidas töötab raketid:
www.esa.int/esaKIDSen/SEMVVIXJD1E_Technology_o.html

3D printimiseks torupõlve failid
<http://esamultimedia.esa.int/docs/edu/1PBL.zip>



Õpetä kosmosega – üles, üles, üles | PR23a
www.esa.int/education

Tegevused on välja töötanud ESERO Portugal ja ESERO Holland

ESA Haridusosakonnale saab anda tagasisidet
teachers@esa.int

ESA Education produktsioon
Copyright © European Space Agency 2017