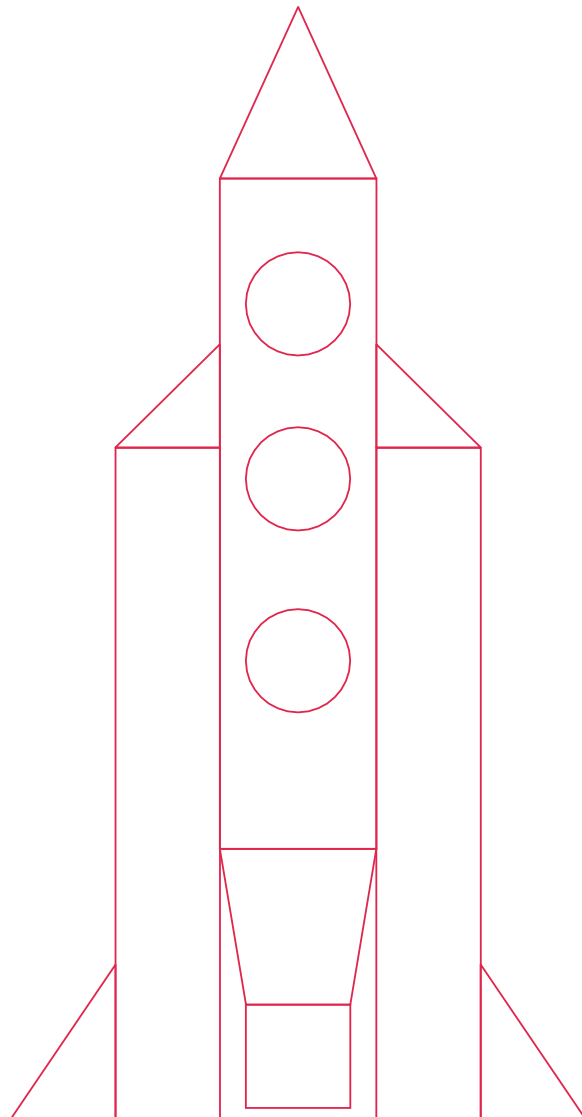


Õpeta kosmosega

→ **ÜLES, ÜLES, ÜLES!**

Ehita ja lennuta välja oma rakett!





Taust	lk 3
Tegevus 1: lahkume sellelt planeedilt!	lk 4
Tegevus 2: õhk raketi tarvis (I)	lk 6
Tegevus 3: õhk raketi tarvis (II)	lk 9
Tegevus 4: kütus raketile	lk 14

→ TAUST

Milleks meil on rakette vaja?

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 me 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 hüppata 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.

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

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



→ TEGEVUS I: lahkume sellelt planeedilt!

Raketid on hämmastavad masinad, mida saab kasutada kosmose uurimiseks. Nad viivad inimesed, satelliidid ja kosmoselaevad sinna, kuhu vaja. Selles tegevuses hakkate rakette uurima.

Vahendid

- Paar kääre
- Liim
- 3 ESA raketite pilti

Ülesanne

1. Kleepige allolevatesse kastidesse õpetaja antud raketite pildid.

--	--	--

2. Mis te arvate, miks on olemas erineva suurusega rakette?



3. Otsige Interneti abil teavet ühe teile antud raketi kohta. Täitke tabel A1 raketi peamiste parameetritega.

Tabel A1	
Peamised parameetrid	Raketi nimi: _____
Kõrgus	
Läbimõõt	
Õhkutõusu mass	
Maksimum lasti mass	
Missioon, kus raketti kasutati	

↑ Raketi parameetrid

Kas teadsite?

Esimene kosmosesse saadetud satelliit oli Sputnik (1957. aasta oktoobris) ja esimene kosmosesse sõitnud inimene oli Juri Gagarin (1961. aasta aprillis). Sellest ajast alates on kosmoses viibinud üle 550 astronauti ja kosmonaudi ning Maa ümber tiirleb tuhandeid kunstlikke (inimese poolt tehtud) satelliite. Kõik need on orbiidile paigutatud raketiga (otseselt või kaudselt).



NASA

→ TEGEVUS 2: Õhk raketi tarvis (I)

Selles tegevuses ehitate paberraketi, mille lennutate välje joogikõrre abil. Töötate nagu päris teadlased, kes kujundavad (projekteerivad) raketi ning teevad sellega erinevates ehitusetappides katseid.

Vahendid

- A4 paberileht
- Kõrs
- Pliiats
- Paar kääre
- Kleeplint
- Šabloon tiibade jaoks

Turvalisus

- Viige rakettide väljalennutamise läbi õues.
- Lennutage rakette ainult õpetaja poolt määratud turvaalas.
- Ärge lennutage rakette inimeste suunas.

Ülesanne

1. Raketi kehaosa ehitamiseks järgige joonisel A2 toodud juhiseid I kuni IV.

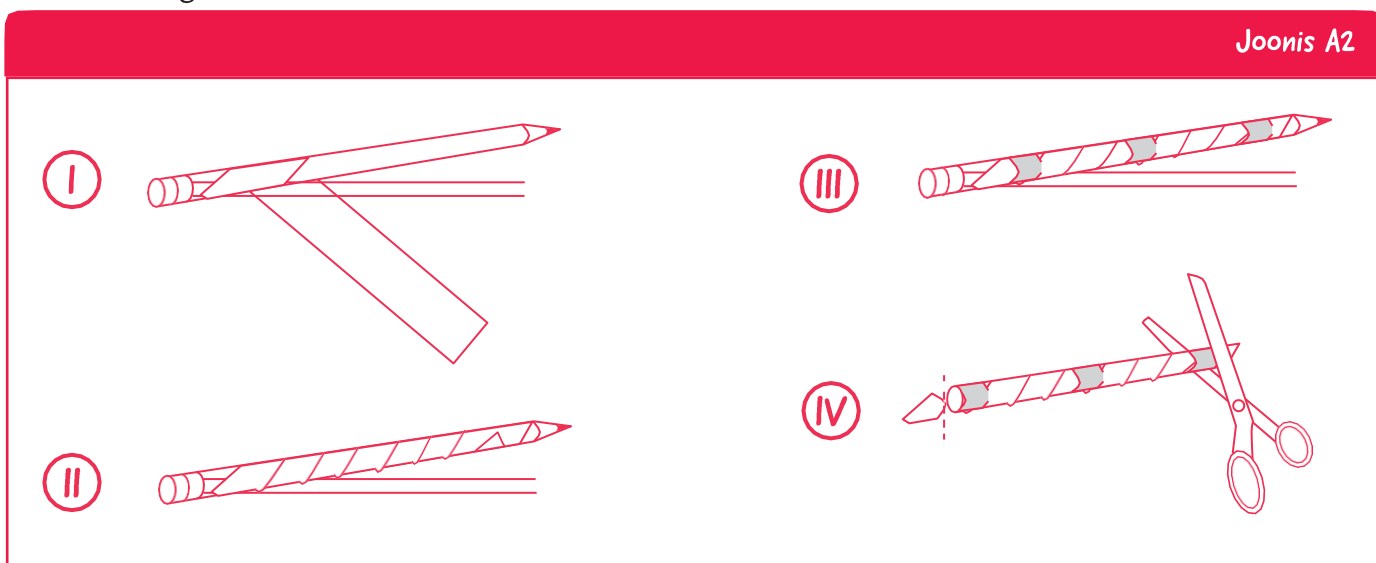
I. Lõigake A4 lehe pikemast küljest 5 cm laiune riba. Asetage see pliiaatsi ümber 45° nurga all.

II. Mähkige riba tugevalt ümber pliiaatsi.

III. Kinnitage paberist toru kleeplindiga, et see enam lahti ei tuleks ning eemaldage pliiaats.

IV. Lõigake mõlemad toru otsad ära.

Joonis A2



↑ Raketi kehaosa ehitamine.

2. Pange ühest otsast sisse kõrs.

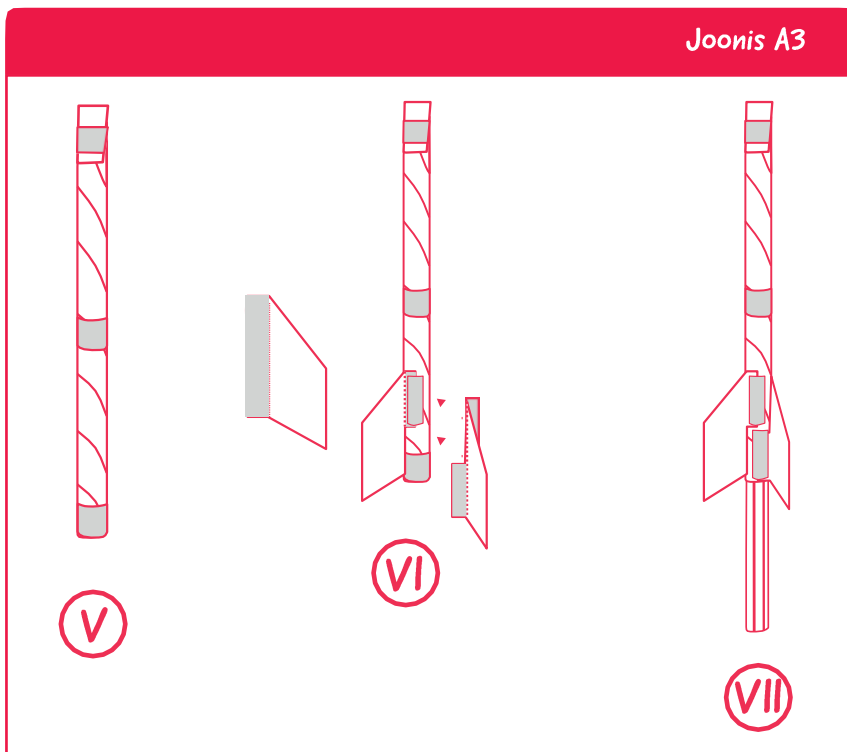


3. Enne raketi väljalennutamist mõtelge, kuidas see võiks õhus käituma hakata ja kui kaugelt lennata. Kirjutage oma prognoos tabelisse A2 (järgmisel lehel).
4. Puhuge kõvasti kõrre sisse ning lennutage sellega oma raketit välja. Kas väljalennutamine õnnestus? Kirjutage oma vaatlustulemused tabelisse A2.
5. Jätkake raketi ehitamist järgides samme V kuni VII (joonis A3).

V. Voltige raketi kehaosa ülemine ots maha ja tõmmake sellele kleplint ümber.

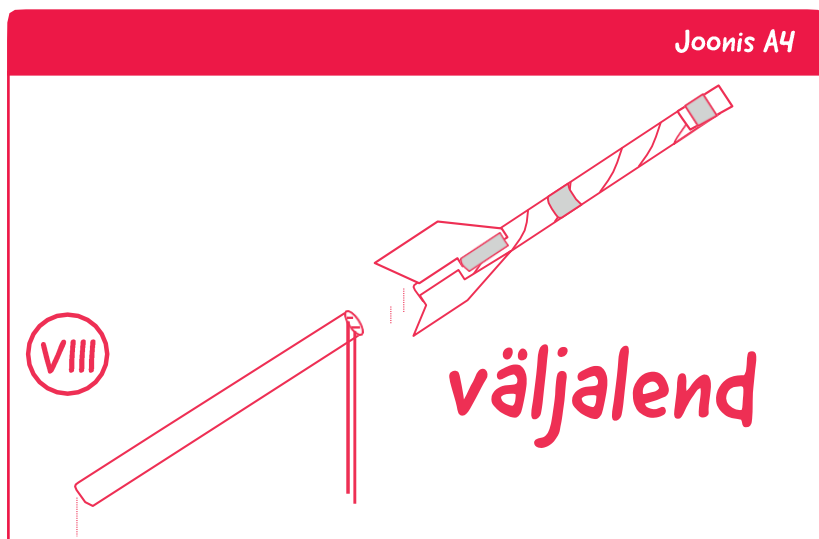
VI. Lõigake šabloonist välja tiivad ning klepige need raketi kehaosa külga.

VII. Lükake lahtisest otsast kõrs sisse. Enne väljalennutamist prognoosige raketi lennutee kuju (trajektoori) ja pikkus. Kirjutage prognoos tabelisse A2.



↑ Paberraketi edasiarendamine.

8. Puhuge kõvasti kõrre sisse ning lennutage sellega oma raketit välja. Jälgige raketi käitumist ning kirjutage vaatlustulemused tabelisse A2.



↑ Paberraketi väljalennutamine

Arutelu

1. Kirjutage tabelisse väljalendude kohta prognoos ja vaatlustulemus.

Tabel A2		
	Lend 1	Lend 2
Prognoos		
Vaatlus		

↑ Teie prognoosid ja vaatlused.

2. Võrralge (välja)lendude 1 ja 2 vaatlustulemusi. Kirjeldage võimalikke erinevusi ning selgitage nende põhjuseid.

3. Enda vaatlustulemustele tuginedes selgitage, mida on vaja teha selleks, et läbi viia raketi väljalend kosmosesse. Kuidas erineb päris raketi väljalennutamine paberraketi omast?

Kas teadsite?

Kosmosesse pääsemiseks peab rakett liikuma väga suurel kiirusel. Kui suurel kiirusel täpselt tuleb liikuda, sõltub sellest, kui kõrgele on raketil vaja minna. Näiteks asub rahvusvaheline kosmosejaam (ISS) umbes 400 km kõrgusel Maa pinnast. Selleks, et kompenseerida Maa gravitatsiooni, peab rakett ISS-i varustuse viimiseks jõudma kiiruseni umbes 28 000 km/h või peaaegu 8 km/s. Pildil olev Sojuz rakett transpordib rahvusvahelisse kosmosejaama astronaute.



→ TEGEVUS 3: Õhk raketi tarvis (II)

Selles tegevuses ehitate paberraketi ja lennutate selle plastpudeli ning 3D torupõlve abil välja. Seejärel uurite kuidas väljalennunurk mõjutab raketi trajektoori*.

Vahendid

- 2 lehte A4 paberit
- Raketi tiibade ja nina šabloonid
- plastist veepudel (500 ml)
- 3D välja prinditud torupõlv väljalennutamise jaoks
- Mall
- Paar kääre
- Kleeplint
- Pikk mõõdulint

Turvalisus

- Viige rakettide väljalennutamine läbi õues.
- Lennutage rakette ainult õpetaja poolt määratud turvaalas.
- Ärge lennutage rakette inimeste suunas.
- Kandke silmavigastuste vältimiseks väljalennutamise ajal kaitseprille.

Ülesanne

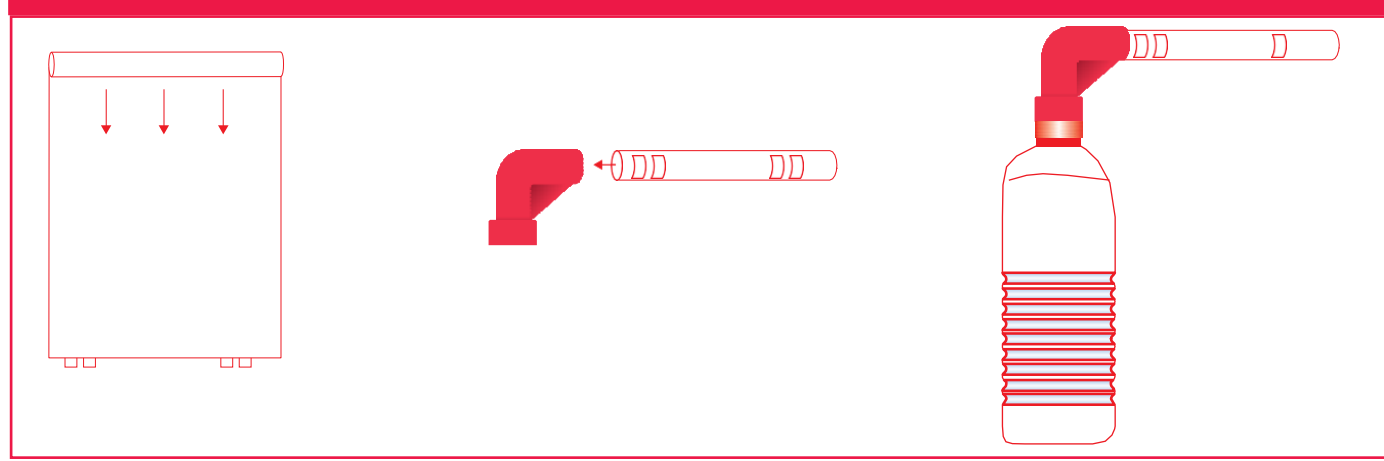
1. etapp: kasuta stardiplatvormi ülesseadmiseks järgmisi juhtnööre.

I. Rulli üks A4 leht silindriks (vt joonis A5), mille pikkus on 21 cm ja läbimõõt umbes 2 cm või piisavalt lai, et see sobituks täpselt torupõlve otsa. Kasutage silindri fikseerimiseks kleeplinti.

II. Lükake pabersilinder torupõlve sisse nii nagu on näidatud joonisel A5. Kinnitage kleeplindiga silinder torupõlve külge.

III. Keerake plastpudel torupõlve teise otsa. Teie stardiplatvorm on valmis.

Joonis A5



↑ Paberraketi stardiplatvormi ülesseadmine.

*Trajektoor: keha teekond liikumisel ruumis kehale mõjuvate jõudude toimele.



2. etapp: ehita rakett järgmisi juhtnööre silmas pidades.

I. Rullige üks A4 leht silindriks läbimõõduga umbes 2,5 cm ja pikkusega 29 cm (joonis A6).

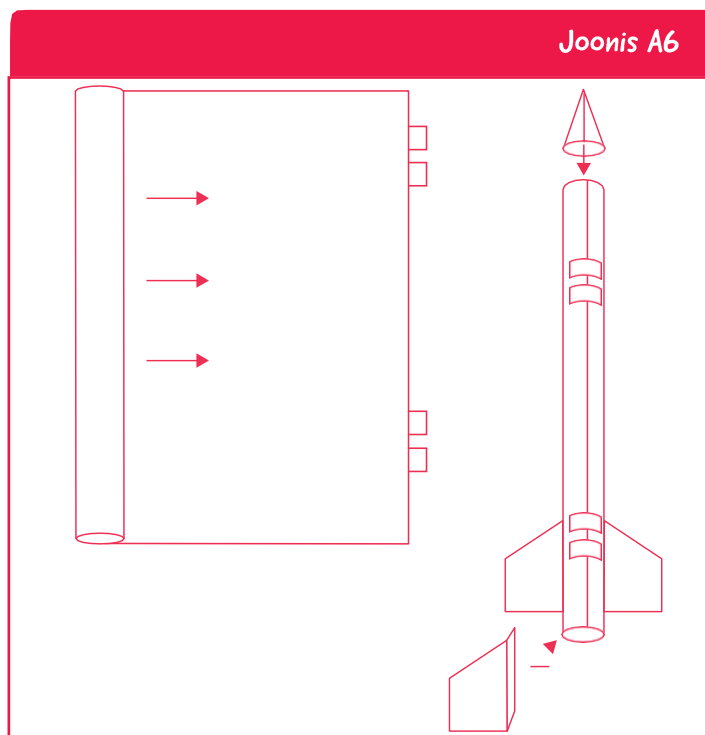
II. Kasutage silindri fikseerimiseks kleeplinti. Silindrist saab teie raketi kehaosa. Veenduge, et 1. etapis valmistatud stardiplatvormi toru (silinder) sobituks teie raketiga.

III. Sulgege kleeplindiga üks avatud otstest, sellest saab raketi esiosa.

IV. Valmistage raketi ninaosa. Ninakoonuse tegemiseks võib paberist välja lõigata umbes 8 cm läbimõõduga ringi. Seejärel tuleks ringist neljandik välja lõigata, ringi otsad kokku panna ning kleeplindiga kinnitada. Vaadake, et sinna ei jääks ühtegi auku!

V. Kinnitage koonus kleeplindiga raketi esiotsa külge.

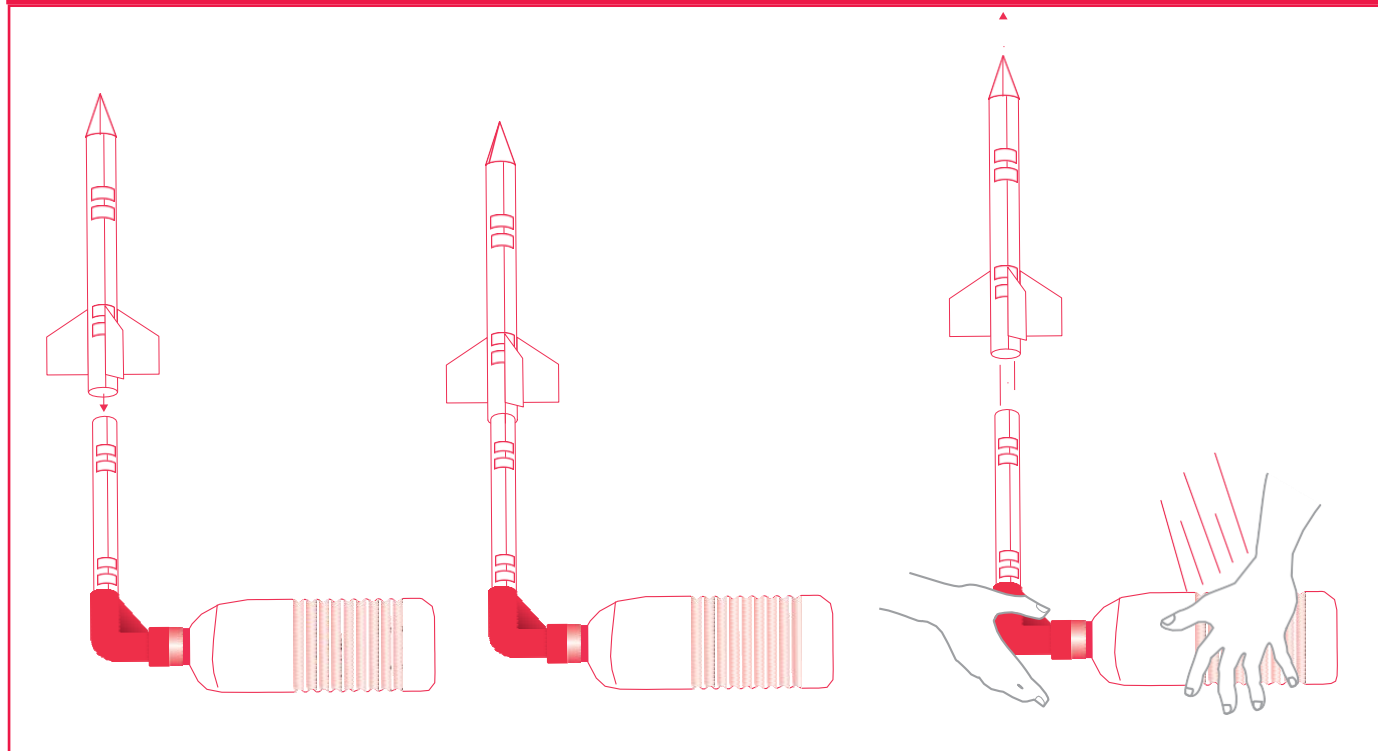
VI. Lisage oma raketile tiivad ja rakett ongi väljalennutamiseks valmis! Kontrollige üle, et teie rakett oleks korralikult kleeplindiga kinnitatud. Andke oma raketile nimi!



↑ Paberraketi ehitamine.

3. Asetage oma raket stardiplatvormi toru otsa (joonis A7).
4. Pange stardisüsteem koos raketiga tasasele pinnale.
5. Valige väljalennunurk. Nurga mõõtmiseks kasutage malli ning hoidke stardiplatvormi kindlalt valitud nurga all paigas.
6. Raketi väljalennutamiseks asetage üks käsi 3D torupõlvele (et aidata väljalennunurka hoida muutumatuna) ja teine käsi pudeli keskosa peale. Seejärel vajutage kõvasti pudeli peale (joonis A7).

Joonis A7



↑ Paberraketi väljalennutamine.

7. Vaadeldge oma raketi lennuteed.
8. Mõõtke lennutee pikkus stardiplatvormilt maandumispaika.
9. Korrake sama katset veelkord (sama nurk, sama surve pudelile) ning mõõtke lennutee pikkus.
10. Korrake katset erinevate nurkadega (vt tabel A3) ja mõõtke soorituste vahemaad.



Arutelu

1. Täitke tabel raketi lennutee pikkuse andmetega. Arvutage keskmine lennutee pikkus erinevate väljalennunurkade puhul.

Tabel A3			
Väljalennunurk (°)	Vahemaa (m) Lend 1	Vahemaa (m) Lend 2	Keskmine vahemaa (m)
75			
60			
45			
30			

↑ Erinevate väljalennunurkade all raketi poolt läbitud vahemaad.

2. Oma tulemustele toetudes selgitage kuidas väljalennunurk mõjutab raketi trajektoori.

3. Leidke rakettide väljalennutamise meetodi juures kaks määramatuse allikat.

Järeltegevus

1. Mis juhtuks raketi trajektooriga, kui rakendada plastpudelile tugevamat survet (rohkem energiat)?

2. Korrake oma hüpoteesi kontrollimiseks ühte väljalennu katsetest. Võrrelge tulemusi. Kas hüpotees oli õige?

3. Kirjutage järeltegevuse kohta kokkuvõte.

Kas teadsite?

Kosmosesse minek on väga kallis. Iga kord, kui raketti kasutatakse satelliidi või muu kasuliku lasti kosmosesse saatmiseks, kukuvad mitmed raketi osad ookeani või põlevad atmosfääris. Kulude vähendamiseks otsivad teadlased võimalusi raketielementide taaskasutamiseks. Selleks peavad raketid suutma toime taassisenemisel tekkiva tulla tohutu kuumusega, mis tekib hõõrdumisest raketi ja õhu vahel. ESA arendab ja katsetab uusi tehnoloogiaid, et ehitada uusi korduvkasutatavaid rakette.



Paremal on kunstniku nägemus ESA taaskasutatava kanderaketi kohta, mis taassiseneks atmosfääri ja plartsataks kindlasse punkti Vaikses ookeanis.

→ TEGEVUS 4: kütus raketile

Vahetult peale raketi väljalennutamist põletab see umbes 500 000 kg kütust ainult paari minutiga. Selles tegevuses uurite seost kütuse koguse ja lennutee pikkuse vahel.

Vahendid

- Valge filmirulli konteiner (pakend) (35mm)
- Kihisev tablett (nt Alka-Seltzer®)
- Vesi
- Pikk mõõdulint
- Kleeplint
- Paar kääre
- 2 tooli
- 5 meetrit jõhvi
- Joogikõrs
- Plasttops

Turvalisus

- Äрге lennutage rakette inimeste suunas.
- Kandke silmavigastuste vältimiseks väljalennutamise ajal kaitseprille.
- Isegi siis, kui raketil väljelend ei õnnestunud, ärge kummarduge üle raketi; see võib ootamatult välja lennata.

Ülesanne

1. Planeerige kütuse tähtsust uuriv katse, kasutades teile jagatud materjale. Uurige, kuidas liigutada raketti kütuse abil ning kuidas kütuse kogus mõjutab vahemaad, mida rakett läbib.
2. Arutage oma plaan läbi omavahel ja õpetajaga. Tehke vajalikud täiustused.
3. Valmistage ette katse. Paremate tulemuste jaoks soovitame horisontaalset väljalendu.
4. Lennutage rakett välja. Märkige üles kütuse kasutamise aeg ning raketi lennutee pikkus.
5. Esitlege oma tulemusi õpetajale ja kaaslastele. Selgitage tehtud valikuid ja tulemusi.

Kas teadsite?

Euroopa rakett Ariane 5 kaalub õhkutõusul 780 tonni. Enamik sellest massist moodustab kütus, mis on tahke raketikütuse ja vedela vesiniku kujul. Vesinikku on hapniku olemasolu korral väga lihtne põletada, kuid seda on väga raske hoiustada. Vedelikuna säilitamiseks tuleb vesinikku hoida temperatuuril $-253\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja see vajab väga suurt mahutit. Et saada ettekujutust, kui külm see tegelikult on, võrrelge seda vee külmumistemperatuuriga – see on ainult $0\text{ }^{\circ}\text{C}$!



Õpetaja kosmosega – üles, üles, üles | PR23b
www.esa.int/education

Tegevused on välja töötanud ESERO Portugal ja ESERO
Holland

The ESA Haridusosakonnale saab anda tagasisidet
teachers@esa.int

An ESA Education produktsioon
Copyright © European Space Agency 2017