

TARTU OBSERVATORY  
space research centre



ESTCUBE<sup>+</sup>

per solem ad astra



# Eesti tudengisatelliidi programm ja ESTCube-2 / 3



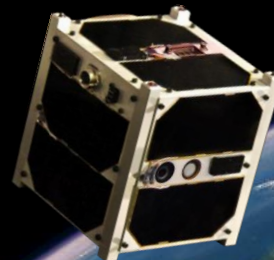
NANOSPACE



Eesti raadioamatöörade talvepäev

4. veebruar 2017

Laur Joost





## Minu taust

- ESTCube
  - Liige 5 aastat
  - COM ja GS
- Haridus
  - Bakalaureusekraad füüsikas
  - Magistriõpe arvutitehnikas



# Eesti tudengisatelliidi sihtasutus

- Loodud 4. jaanuar 2016
- Eesmärk
  - Tulevaste inseneride, ettevõtjate, kosmosetehnoloogide välja koolitamise toetamine
  - Osaleda kosmosemissioonides ning toetada Eestis arendatud satelliitide kosmosesse saatmist
  - Koguda raha
- Praegune tegevus
  - ESTCube-2 arendus ning fundraising
    - ESEO
    - EstSat OÜ



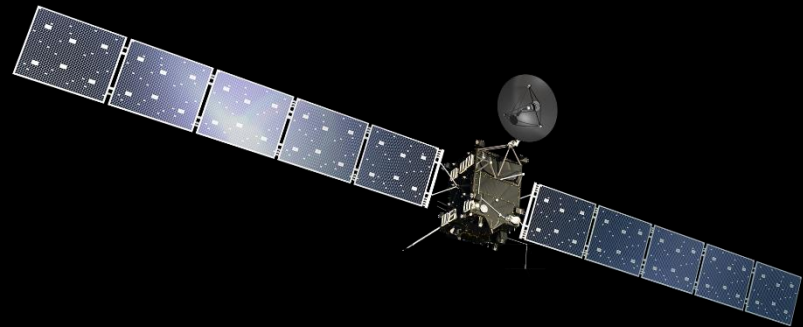
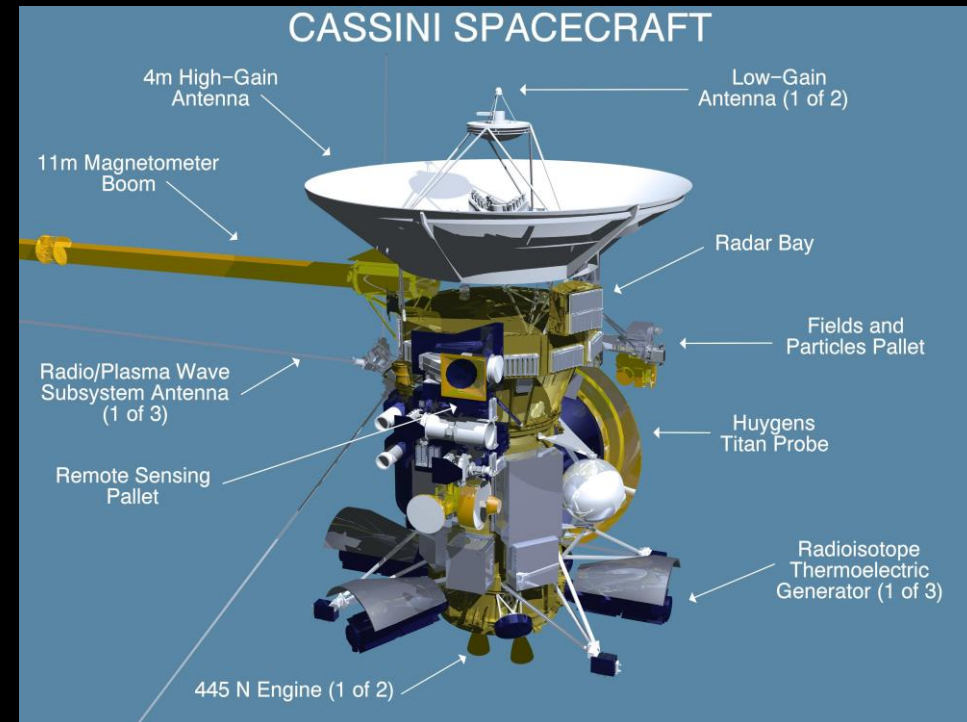
# Miks reisida päikesesüsteemis

## ■ Teadus

- Planeedid (Maa ka!)
- Kuud
- Asteroidid ja komeedid
- Päike ja päikesetuul
- Tähed, galaktikad
- Fundamentaalne füüsika

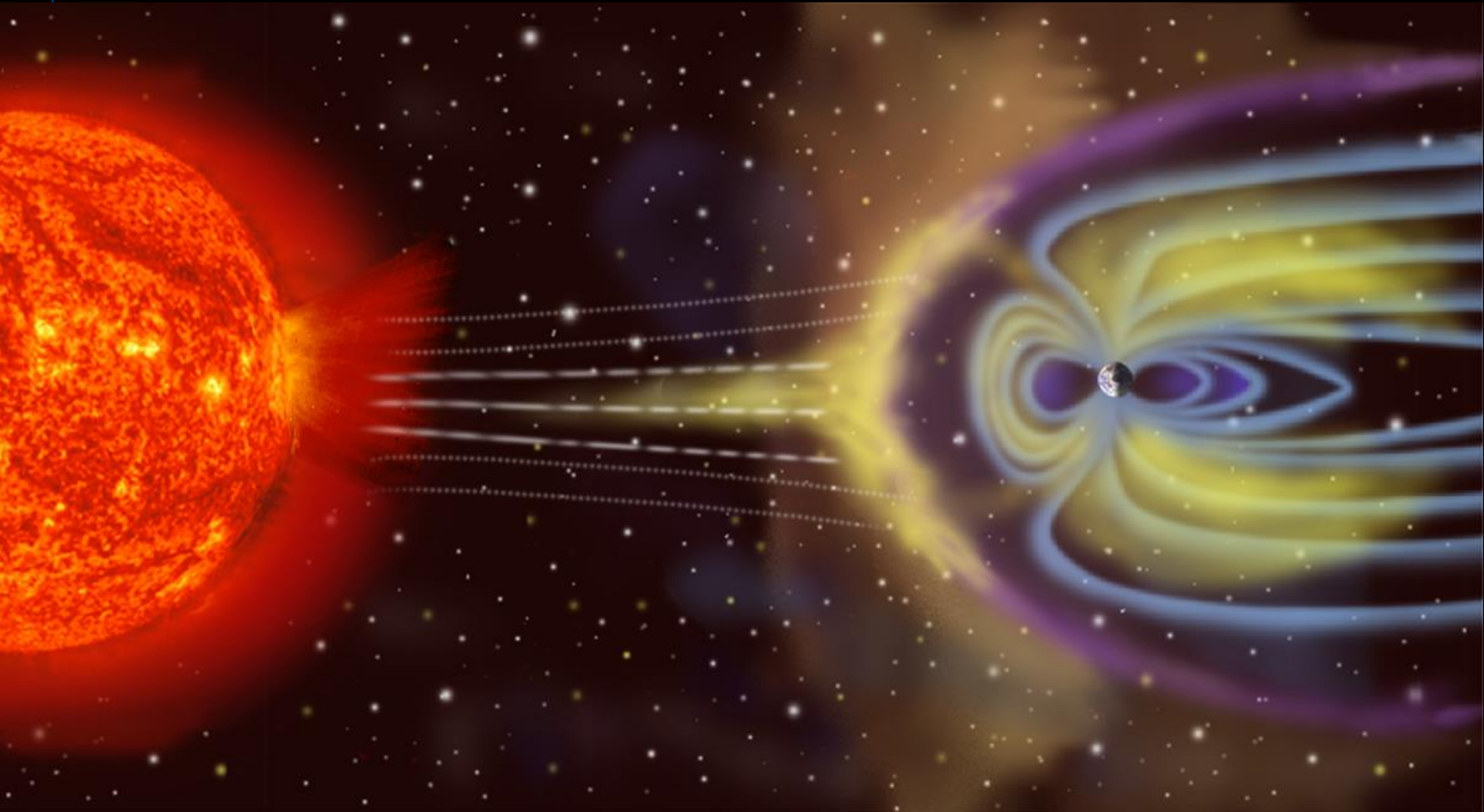
## ■ Äri

- Kommunikatsioonisatelliidid
- Asteroidide kaevandamine
- Ressurside transport
- Keemilised raketid
- Elektrilised mootorid





# Kas kosmos on tühi?



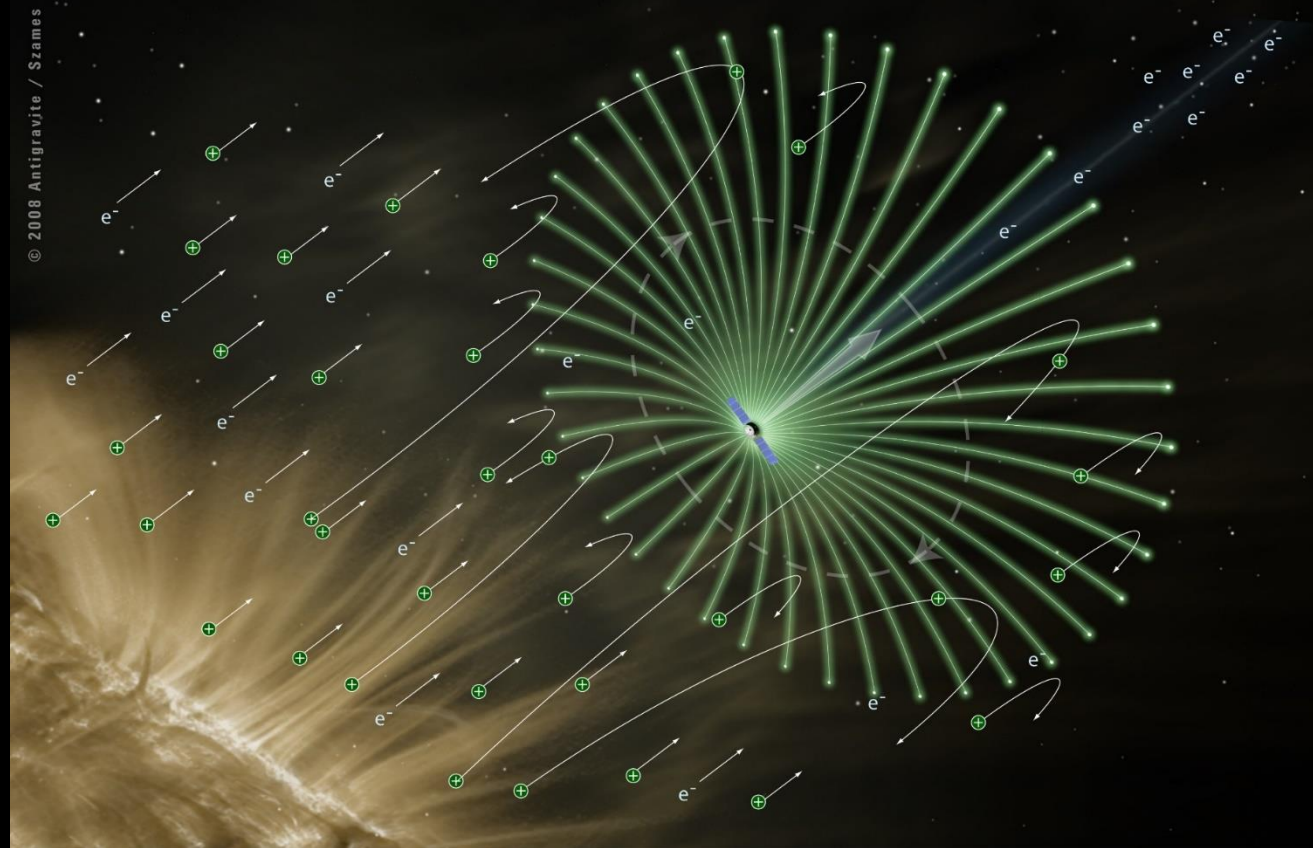




# Elektriline päikesepuri

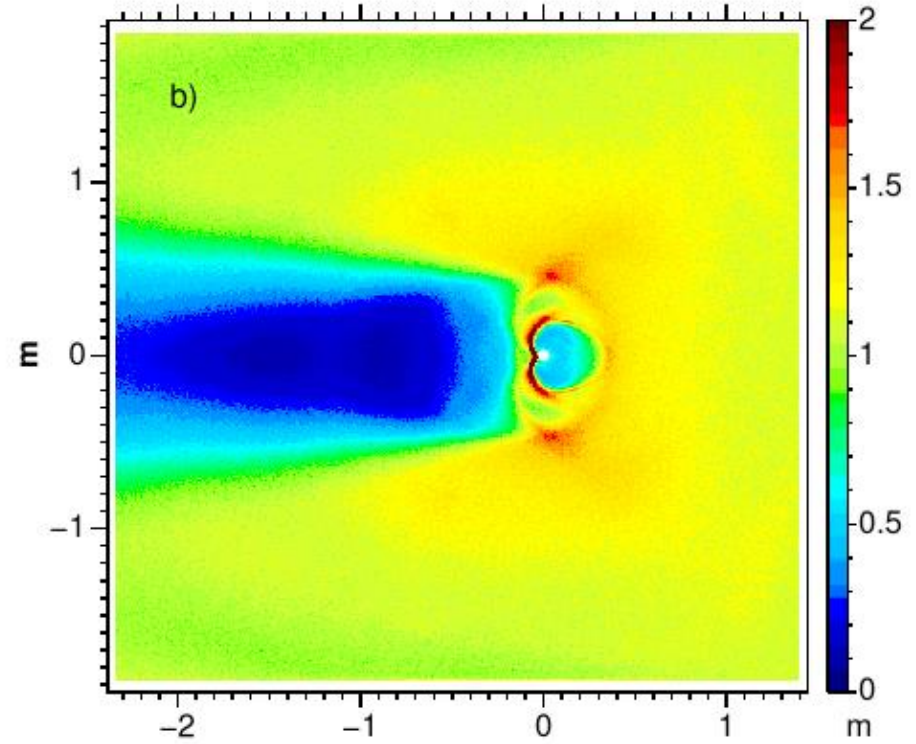
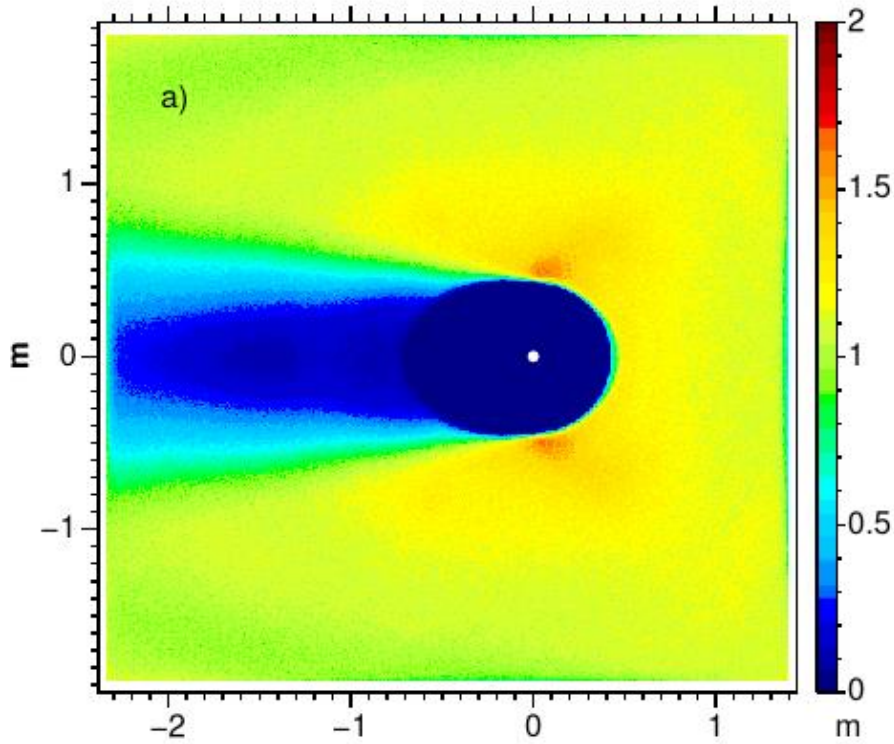
- Coulombi vastastikmõju päikesetuule ja laetud juhtme vahel
- Asteroidide külastamine
- Planeetidele reisimine
  - BepiColombo: 6 years
  - E-sail: 1 year
- Päikesetuule ennustamine
- Mitte-kepleri orbiidid

© 2008 Antigravite / Szames



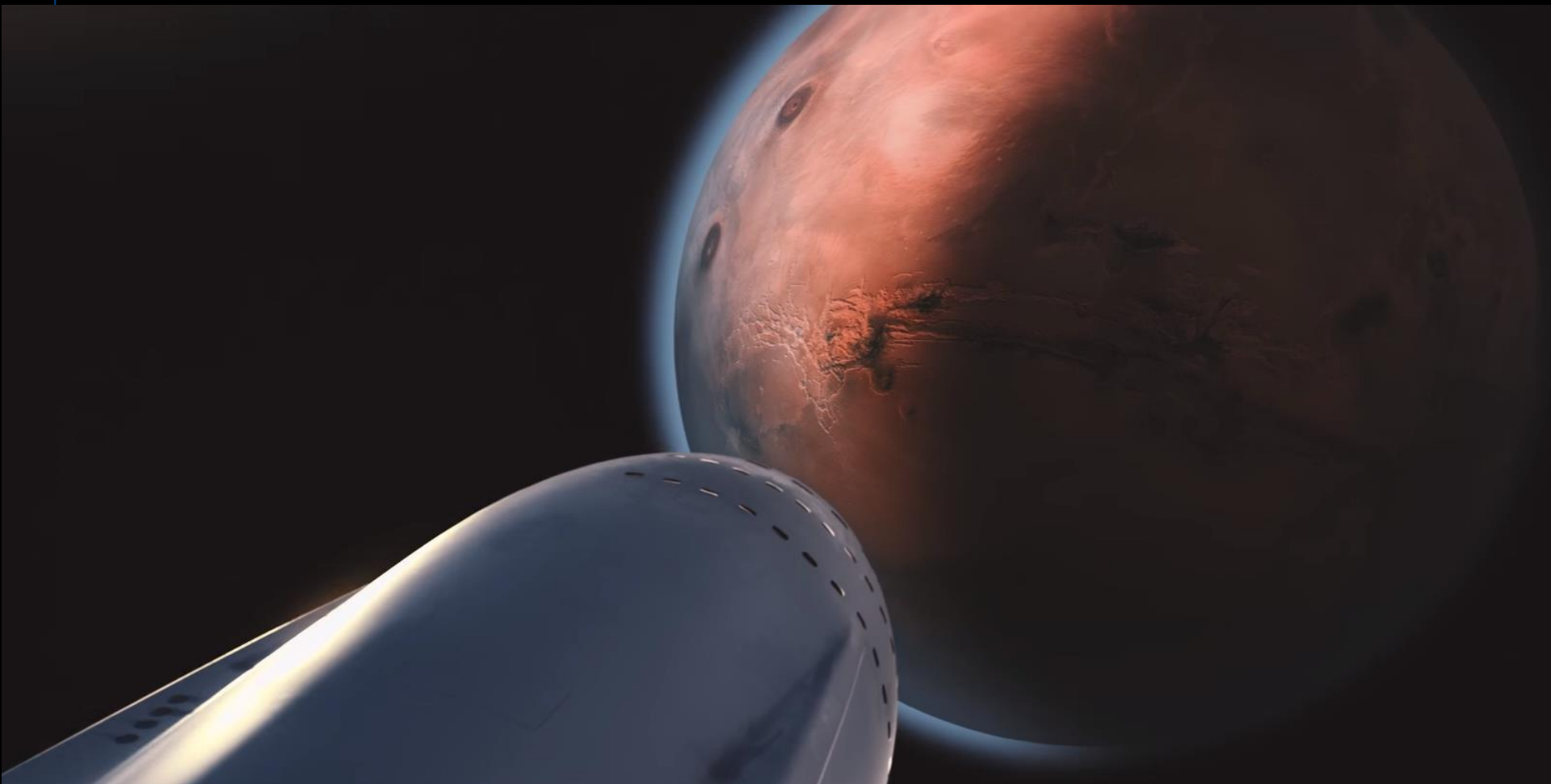


# Coulombi takistusjõud

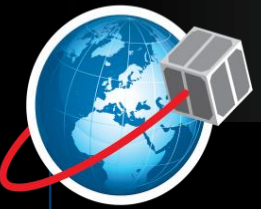




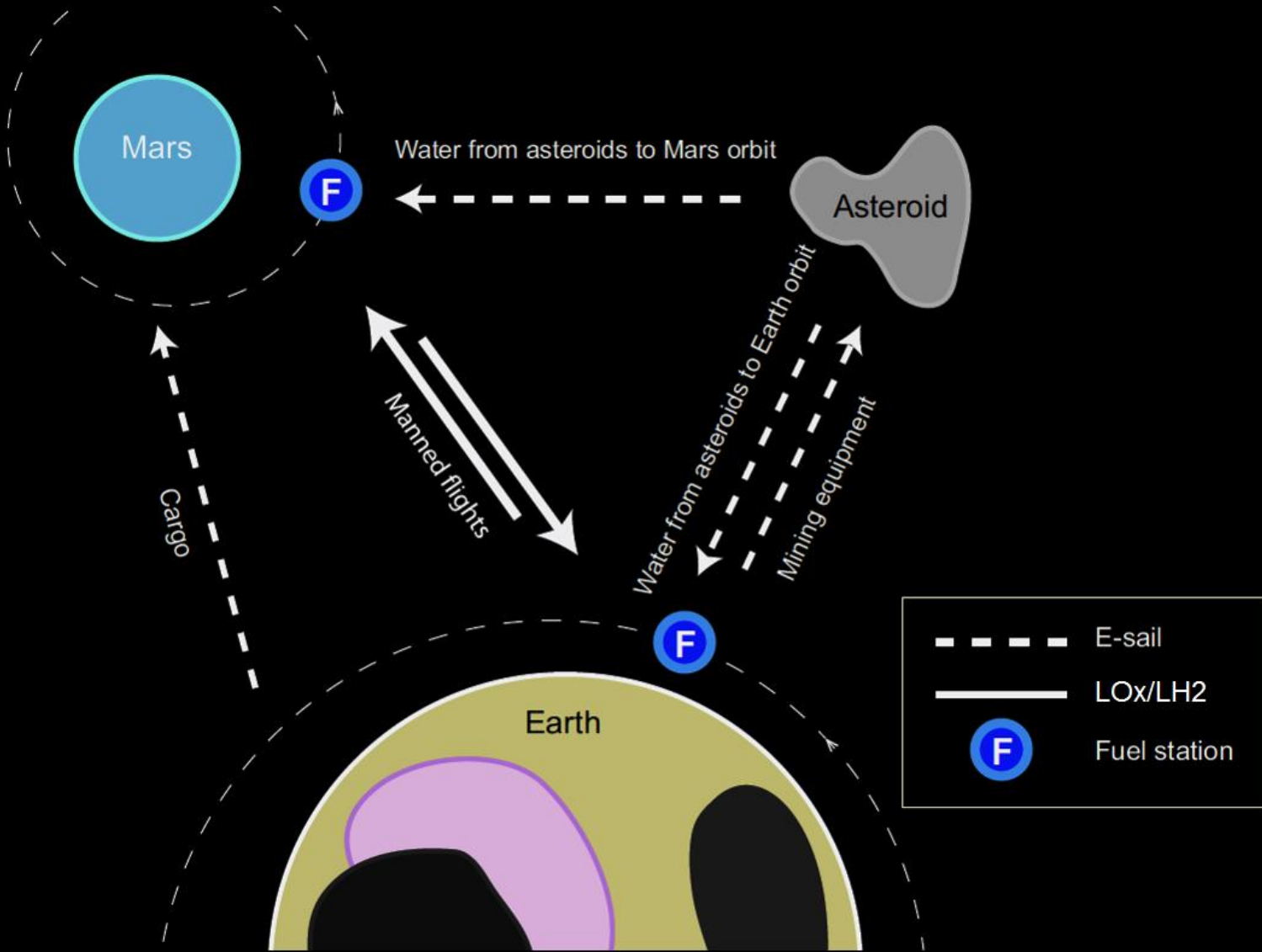
# Elonil on sõpru vaja





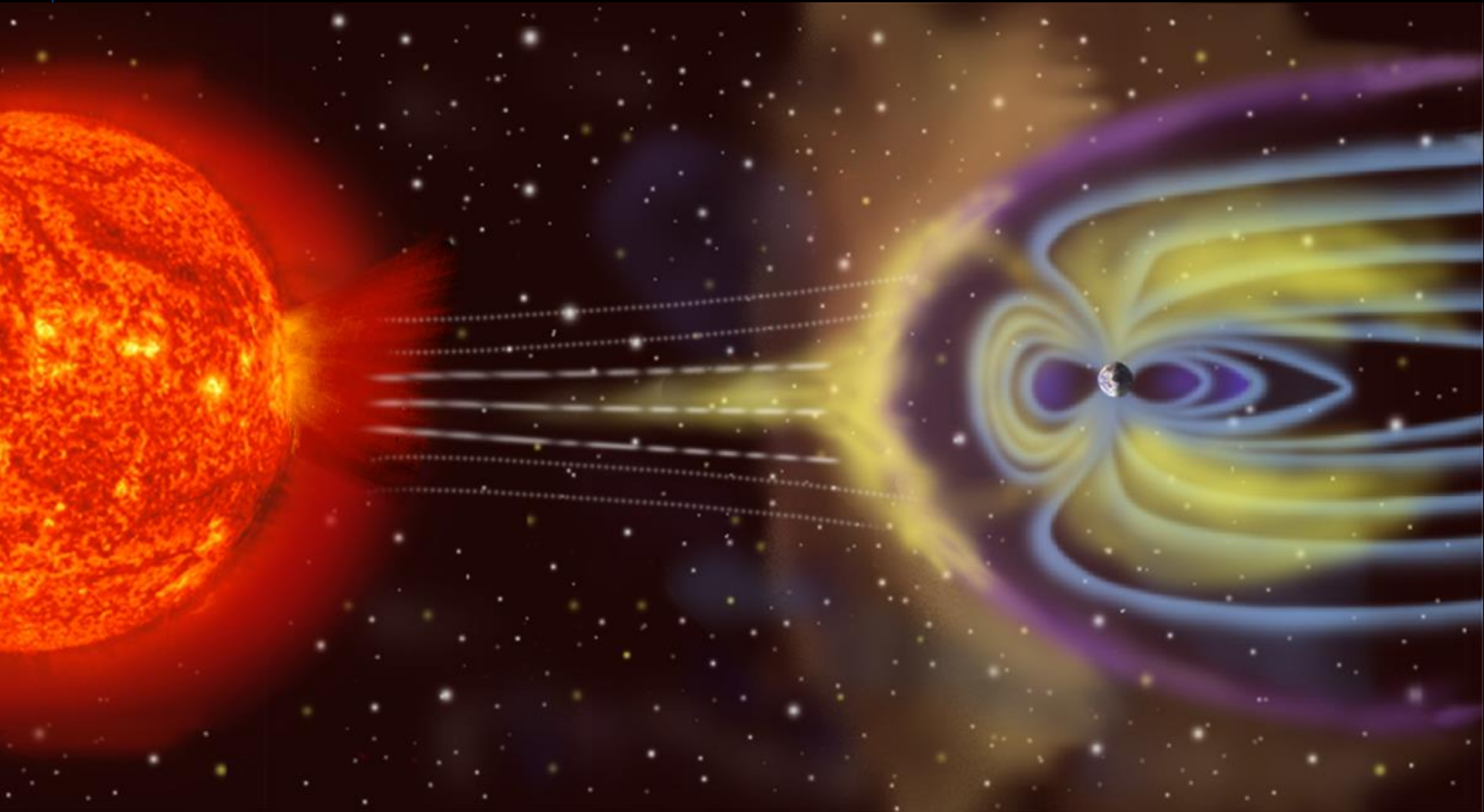


# E-saili kasutus Marsi jaoks



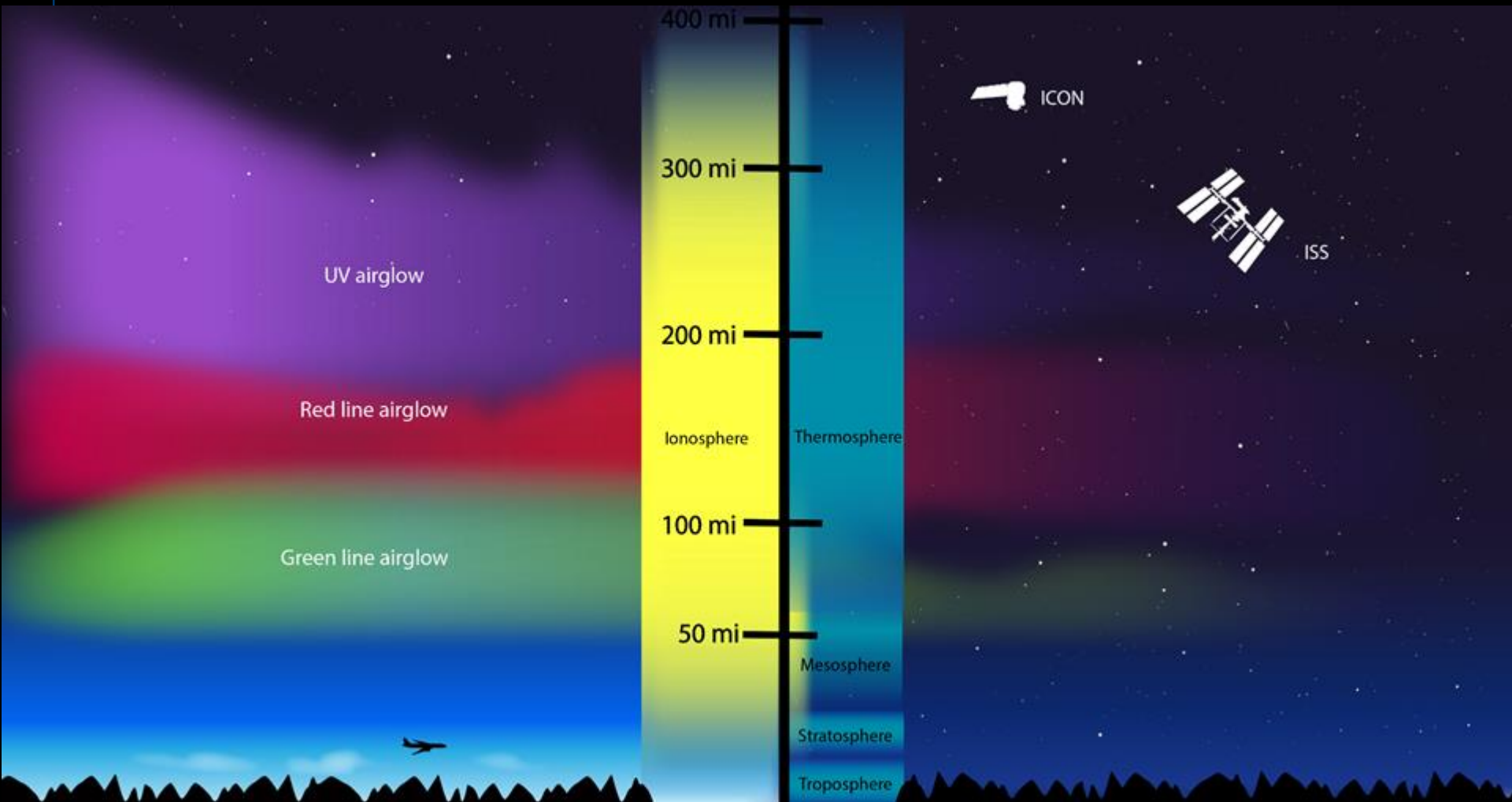


# Kas kosmos on tühi?





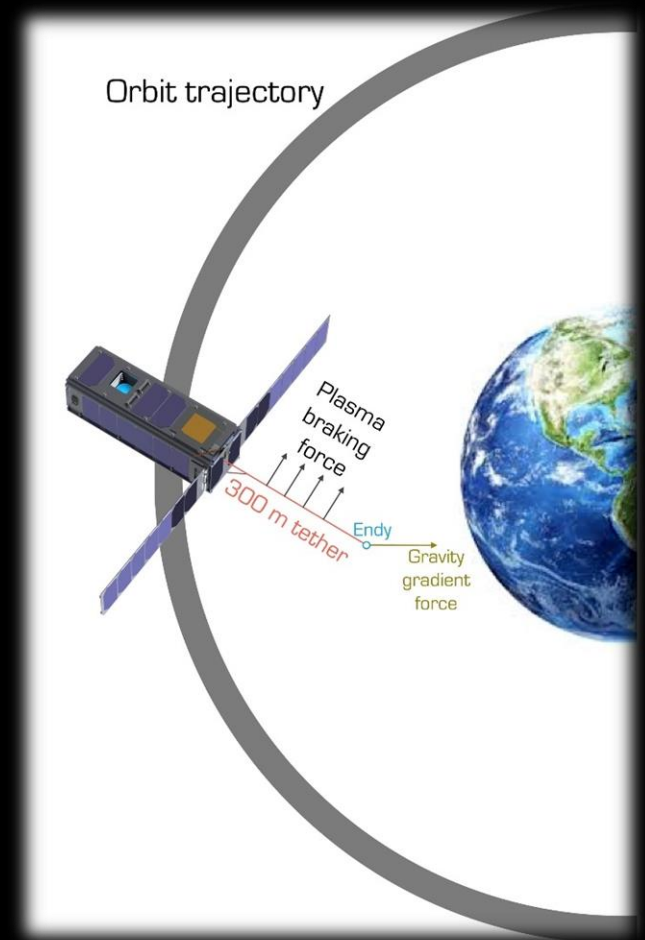
# Madal Maa orbiit





# Plasma pidur

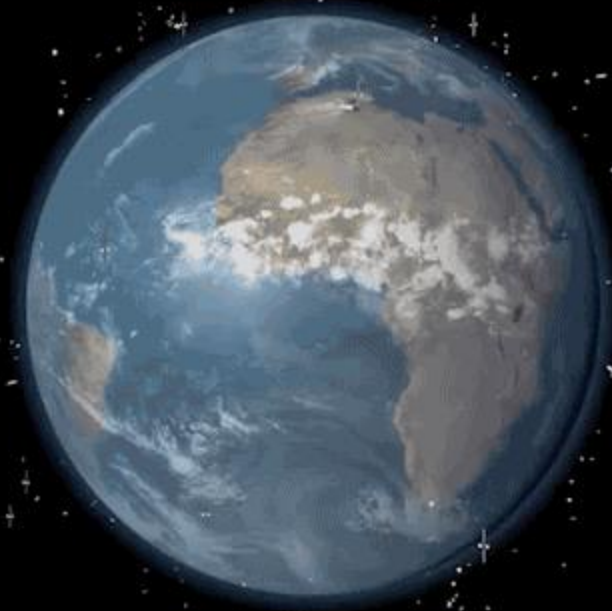
- Coulombi vastastikmõju ionosfääri ja laetud juhtme vahel
- 260 kg satelliit 800 kilomeetrilt 700 kilomeetrini ühe aastaga (5 km juhet, < 1 kg)
- 4 kg CubeSat 700 kilomeetrilt 500 kilomeetrini poole aastaga (300 m juhet, < 0.5 kg)
- Satelliidid, mis on kõrgemal kui 650 km on vaja alla tuua, kuna nad püsivad orbiidil liiga kaua (>25 aastat)





# Kosmoseprügi

esa

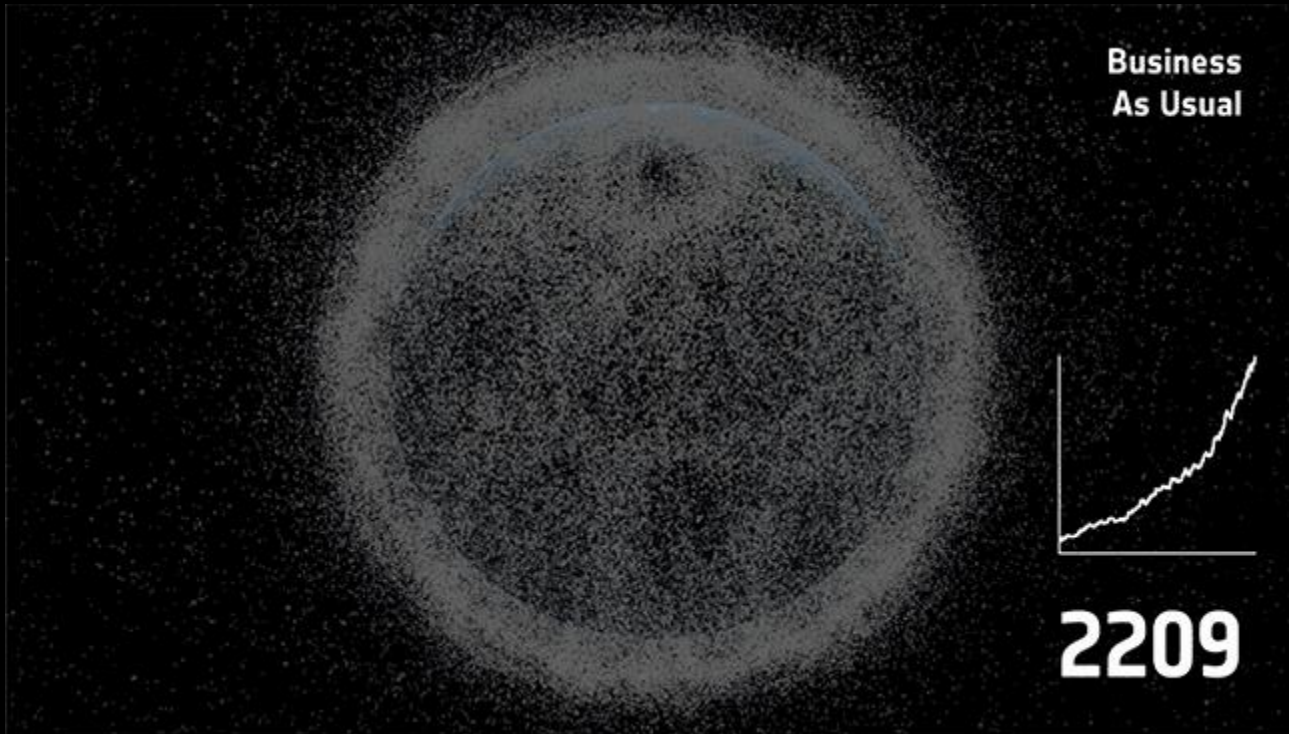


1961





# Kosmoseprügi

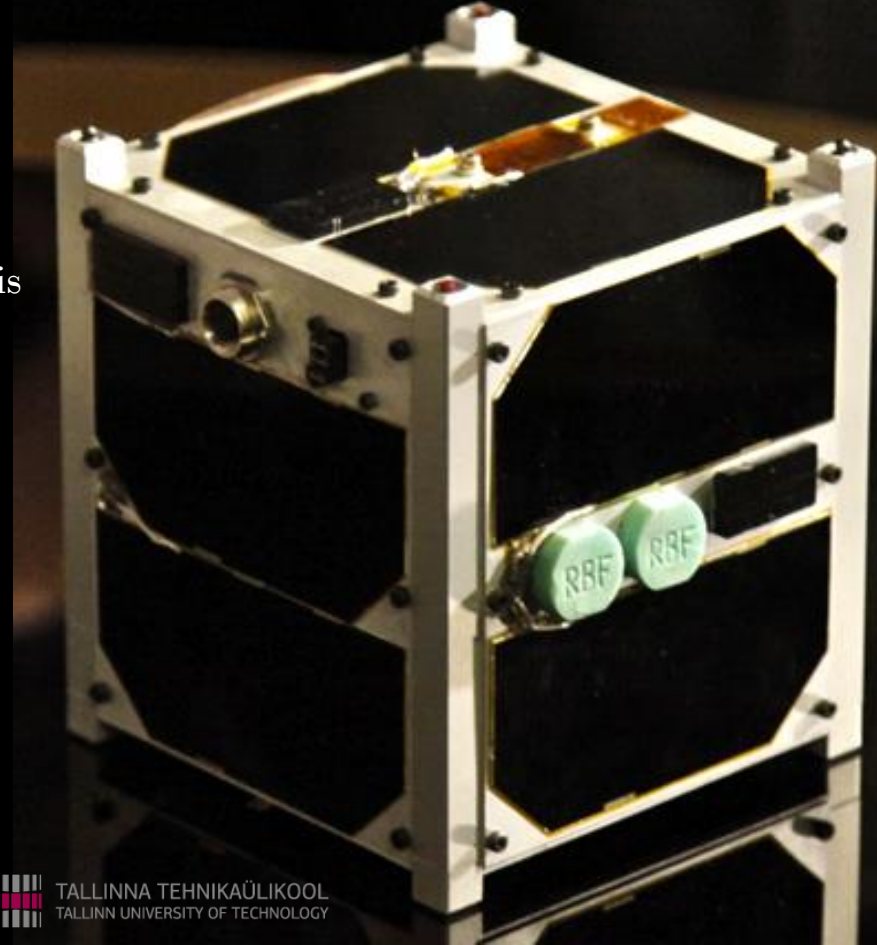


# ESTCube-1

- Projekt algas aastal 2008 eesmärgiga saata kosmosesse Eesti esimene satelliit
- Eesmärgiks esimene elektrilise päikesepurje katsetus kosmoses
  - 10-meetrine juhe, mis interakteerub Maa ionosfääriga
- Ehitatud Eestis õppivate tudengite poolt ja abistatud ülemaailmsete partnerite poolt
- Lasti kosmosesse aastal 2013 Vega raketiga

## Tulemused

- Töötas kaks aastat
- Satelliidi platform töötas edukalt
- Rekord pöörlemiskiirus kuni 2.4 pööret sekundis
- > 400 MB andmeid, mille seas 300 pilti
- Elektronikahur töötas
- Juhtme väljakerimise mootor oli katki
- Rohkem kui 200 tudengit 10 erinevast riigist
- Bakalaureuse töid: > 30
- Magistri töid: > 20
- Teadusartikleid: 16
- Gümnaasiumiõpilasi: > 20





## ESEO kaamera

- Kaks kaamerat
  - 1. ESTCube-1 kaamera põhjal
  - 2. Suurem kaamera, mille Maa resolutsioon on 23 m.
  - Esimene Eesti instrument ESA missioonil
- Lennuriistvara kohale toimetamine: Q4 2016 – Q1 2017
- Suurema kaamera põhjal arendatakse teadusliku kaamerat
- Võimalik koostöö kosmosetööstusega





## ESTCube-2 missioon

- Kolmeühikuline CubeSat (4 kg, 10×10×34 cm)
- Satelliidi platform mahub 2/3 CubeSati ühikusse
- Orbiidi kõrguse langetamine kasutades 300 m päikesepurje
- Külma gaasi tõukur, et saavutada vajalikku pöörlemiskiirust
- Kaamera süsteem, mis pildistab nähtavas ja lähi-infrapuna spektris
- FPGA-d kasutatav C-band kommunikatsioonisüsteem kiireks andmesideks
- Kaetud materjalide eksperiment







## ESTCube-3

- ESTCube-2 satelliidi platform, mille saadame Kuu orbiidile, et testida elektrilist päikesepurje
- Päikesepurje saab kasutada orbiidi hoidmiseks madalatel kõrgustel
- Teaduslik instrument, millega kaardistada Kuu pind
- ESA üleskutse Kuu CubeSati jaoks
- Veel ideid?







## ESTCube-n missioonid

- Parv isesõitvaid nanosatelliite, mis sõidavad asteroididele ja teistele objektidele päikesesüsteemis
  - Mõõtmiseid sadadelt objektidelt
  - Ühe satelliidi hävimine ei mõjuta missiooni tulemust
  - Võimalik analüüsida objektide koostist tulevaseks kaevandamiseks
- Nanosatelliitide konstellatsioon keskkonna monitoorimiseks
  - Reaal-ajas vaatlemine
  - Ülemaailmne kate
  - Ühe satelliidi hävimine ei mõjuta missiooni tulemust
  - Konstellatsiooni täiendamine on kergem uute tehnoloogiata väljaarendamisel
- Suur elektriline päikesepuri jõuab Saturnile 3 aastaga ja Uraanile 5.5 aastaga
- Madalal Maa orbiidil satelliitide allatoomine

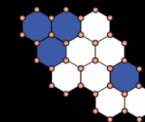


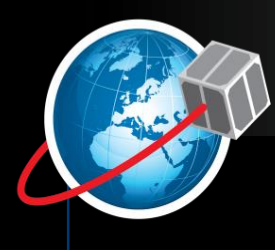
## ESTCube-2/3 ajakava

- ESTCube-2 valmis testimiseks: 2018 Q2
- ESTCube-2 testimine: 2018 Q3-Q4
- ESTCube-2 üles laskmine: 2019 Q1-Q2
- ESTCube-3 üles laskmine : 2020-2021



## Sponsorid ja toetajad





ESTCUBE

# ESTCube tiim Käärikul

