



Dromen van een reis naar Mars

Burggraaf Frimout

Eerste Belgische astronaut

Fulltime evenement

Alumni Geneeskunde UGent

23 februari 2021

Waarom ruimtevaart/onderzoek

- Een droom van de mensheid
- De impact van ruimtevaart op onze maatschappij is niet meer weg te denken (spin-off's)
- Belangrijk om volgende redenen
 - Strategisch: wedloop naar maan, hegemonie in ruimte
 - Technologisch: ontwikkeling nieuwe technologieën
 - Belangrijk voor meerdere wetenschappelijke disciplines
 - Educatief: motiverend voor jongeren
 - Economisch

Economisch belang voor onze industrie

- “Champions League” voor technologie
 - Deelname = bewijs van kwaliteit, betrouwbaarheid, organisatie
- Belangrijk voor participatie aan internationale projecten
- Bevordert internationale samenwerking
- Innoverend en creatief
- In België: 1300 rechtstreekse jobs + 3x zoveel in randbedrijven
- Belgische bijdrage voor ESA: 200M€ (20 €/pers.)
- “Return on investment”: x4
- Gebruikt weinig grondstoffen en veel know-how!

Wetenschappelijk onderzoek

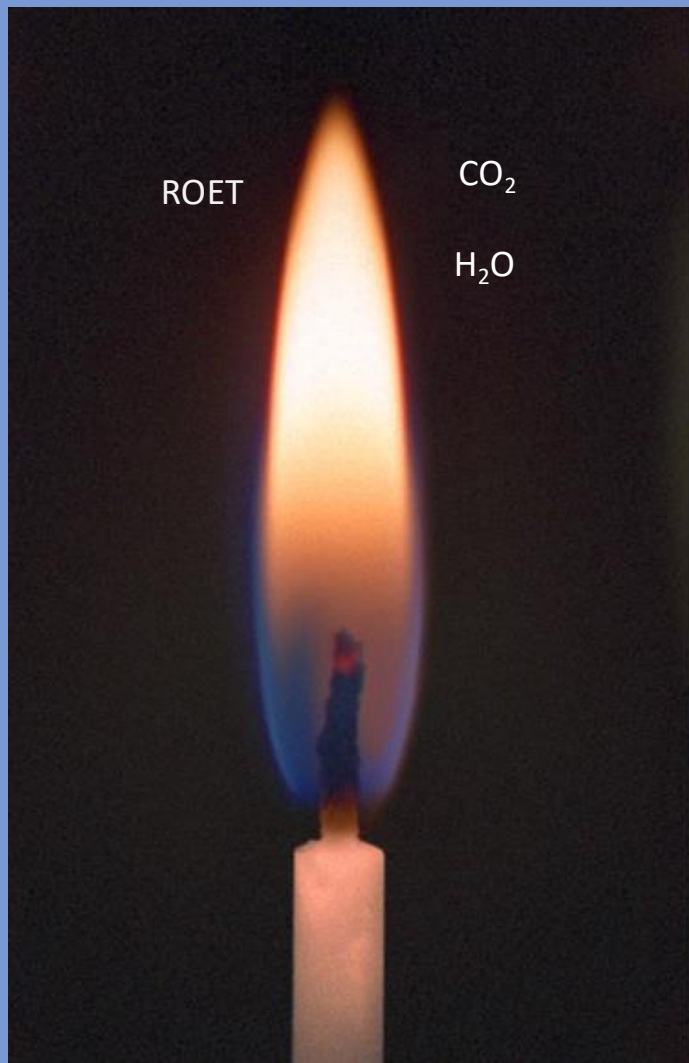
- 1. Fundamenteel onderzoek
 - Gewichtloosheid
 - Impact van gewichtloosheid op mens en levende wezens
 - Fysica
- 2. Observatie:
- 3. Op zoek naar leven buiten onze aarde (Mars)

Microzwaartekracht

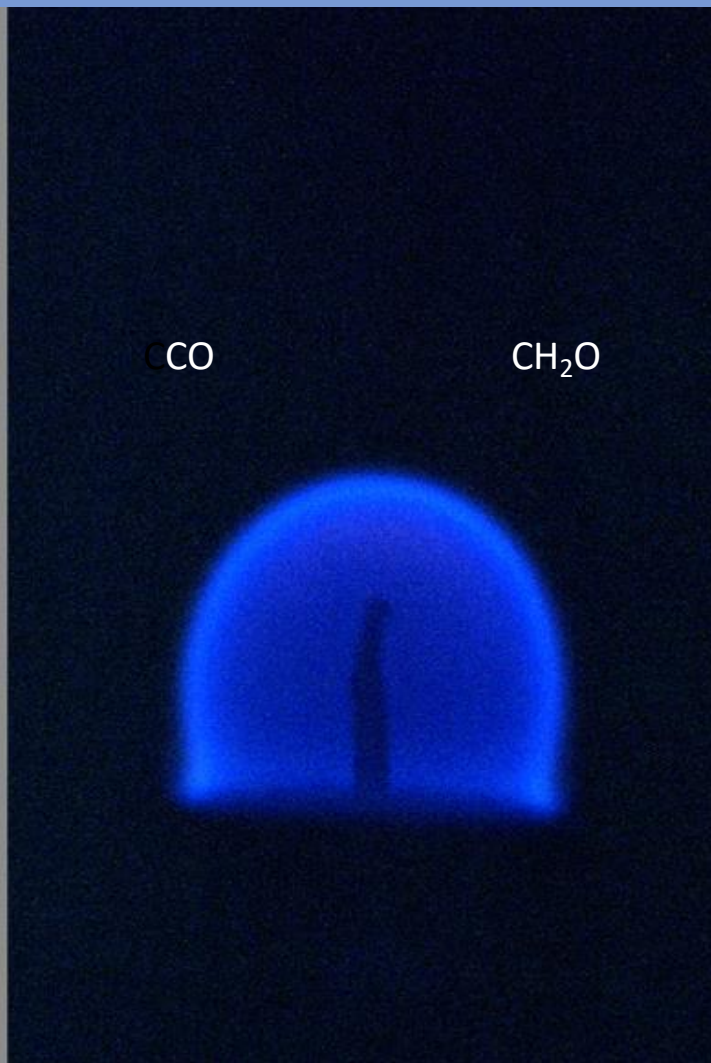
Zwaartekracht

- Universele kracht - versnelling
- Aantrekkingskracht van de aarde = $1g = 9,81\text{m/sec}^2$
- Op 300 km hoogte is zwaartekracht nog 0,9g
- Bij een snelheid van 7,8km/sec in baan rond de aarde is centrifugale kracht = zwaartekracht.
Gevolg:-> gewichtloosheid
- Microzwaartekracht “ μ -gravity” = $\pm 10^{-5} g$

Op aarde 1g



0g





On ground
1G



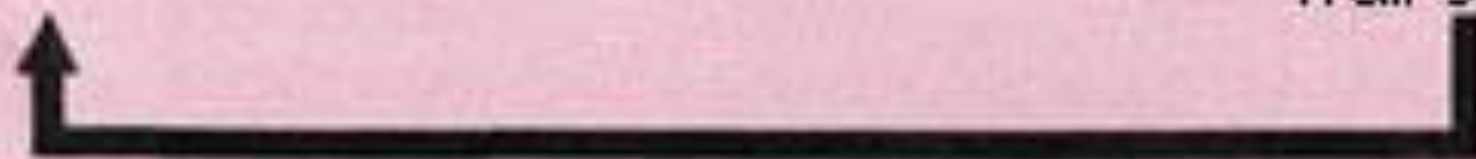
Initial stage
in space



After adapted
to microgravity



Immediately
after return
from space



Fysiologische impact op het menselijk lichaam

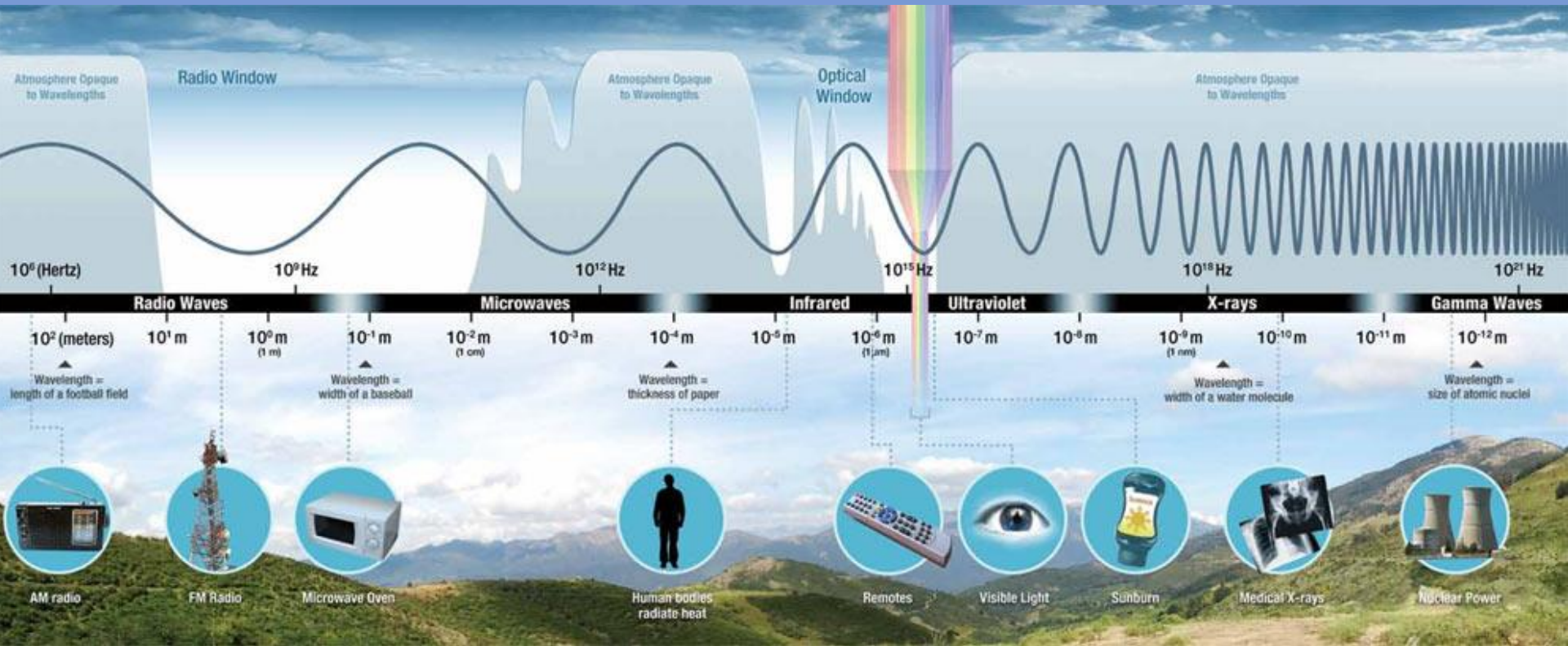
- Cardiovasculair
- Neuro vestibulair
- Verlies van beenmassa (osteoporose)
- Immunologische veranderingen
- Hematologische
- Spiermassa - atrofie
- Straling
- Stress
- Wederaanpassing

Observatie

Observatie boven de atmosfeer

- Waarnemingen van de aarde (Globale metingen)
 - rijkdommen der aarde, vervuiling,
 - geologie, meteorologie, navigatie (GPS)
 - vulkanen, aardbevingen, orkanen,
 - ozon, opwarming van de aarde, broeikaseffect,
 - aurora's enz.
- Observatie van het heelal (Hubble Space Telescoop)
 - De waarnemingen worden niet gestoord door turbulenties in de atmosfeer
 - Toegang tot het volledig elektromagnetisch spectrum

Electromagnetic Spectrum





LICHTENBERG ☆ FRIMOUT ☆ SULLIVAN ☆ FOALE

BOLDEN ☆ DUFFY ☆ LEESTMA

ATLAS

STS 45 – ATLAS 1 Missie

- Van 24 maart tot 2 april 1992
- Omwentelingsbaan: Circulair op 300km hoogte ,
inclinatie 57°
- Duur: 9 dagen, 143 omwentelingen rond aarde
- Dag/Nacht: 60 min/30 min
- Bemanning: 7 astronauten waarvan 1 vrouw
- 2 teams: red en blue
- 24 uur op 24 operationeel

Wetenschappelijke opdracht

- Meten van interactie Aarde – Zon

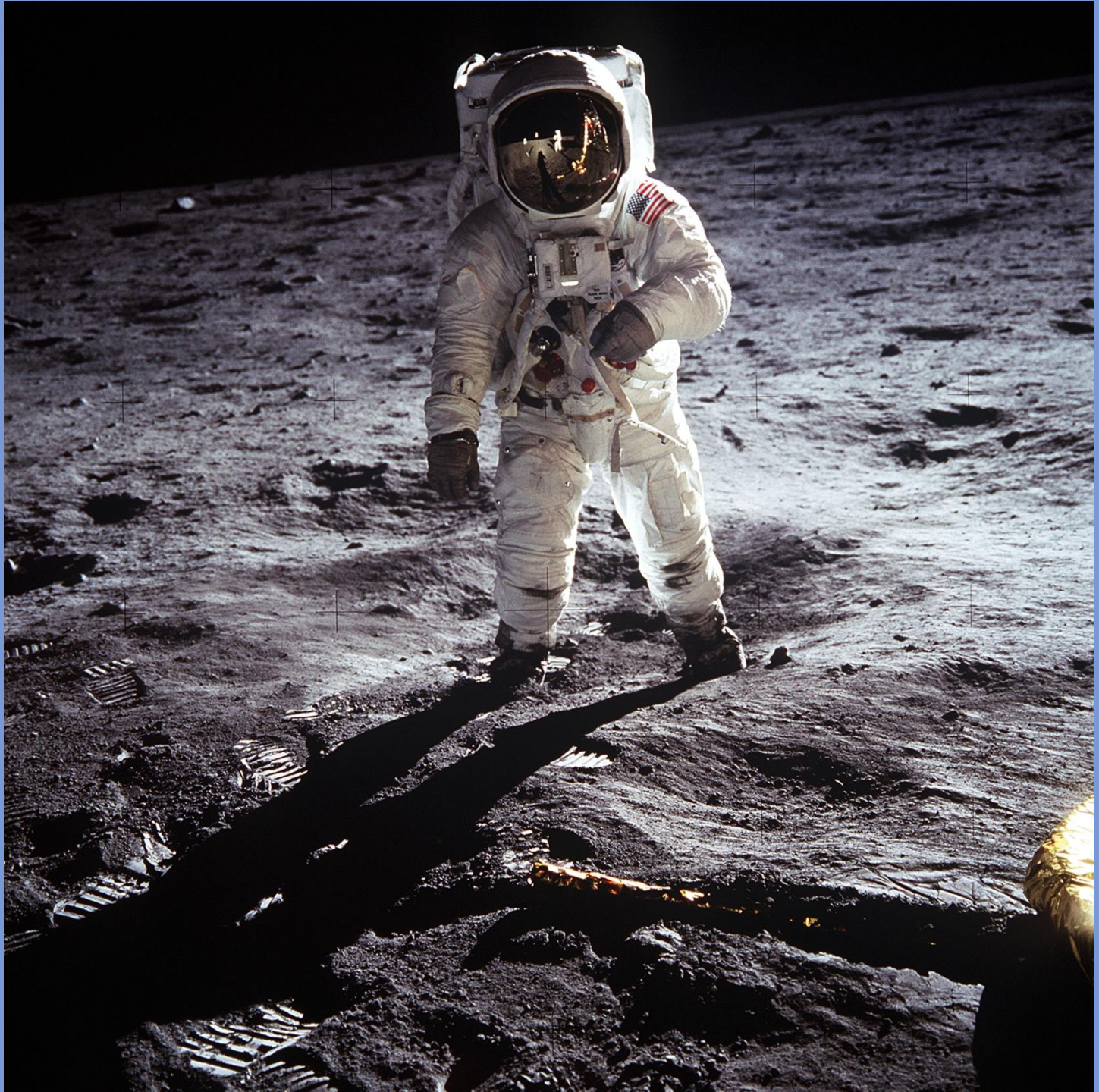
“ Visit to planet Earth ”

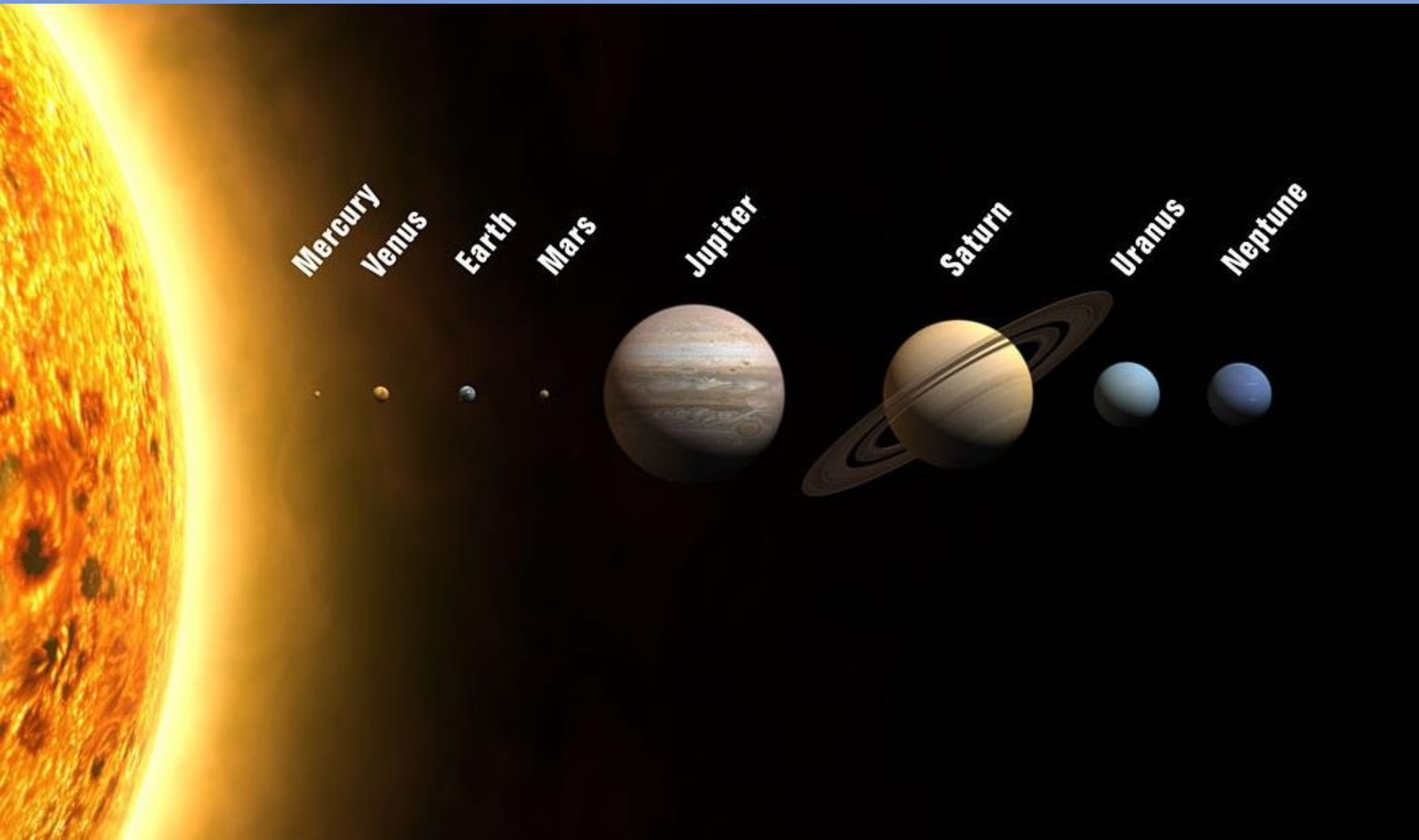
- Diagnostiek van atmosfeer
 - minderheids bestanddelen: O₃, N-oxydes, CO, CO₂, fluocarbons, broeikasgassen, enz...
- Straling van de zon:
 - zonneconstante,
 - zonnespectrum
- Aurora's





Bemande missie naar MARS





Mercury

Venus

Earth

Mars

Jupiter

Saturn

Uranus

Neptune

Waarom Mars

- Mars is de zusterplaneet van de aarde.
- Mars had oorspronkelijk een zelfde evolutie als de aarde, tot er op aarde leven ontstond.
- Is er ooit leven geweest op Mars? Is er nu nog leven?
- Mars had vroeger “meer” atmosfeer.
- Mars had veel water. Waar is het naartoe?

Mars

- Samenstelling van Mars is vergelijkbaar met aarde.
- Mars heeft water – vloeibaar (onder de grond?) of ijs.
- Mars heeft geen magnetosfeer
- Mars had een atmosfeer die vergelijkbaar was aan die van de aarde maar heeft atmosfeer verloren (mogelijk door zonnewind weg geblazen).
- Orbit van Mars heeft inclinatie van $25^{\circ}19'$ dus Mars heeft seizoenen. (aarde $23^{\circ}45'$)
- Dag op Mars is $24u39'$. En wordt “sol” genoemd
- Mars heeft temperatuur: 20°C (max), -133°C (min), water kan vloeibaar zijn.

Karakteristieken

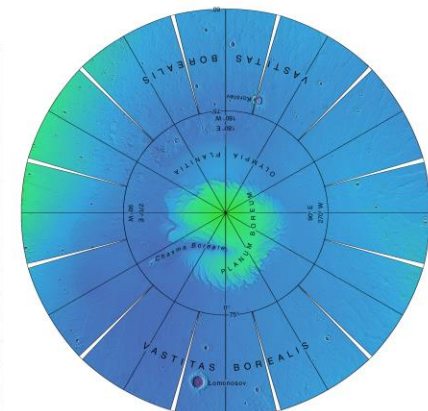
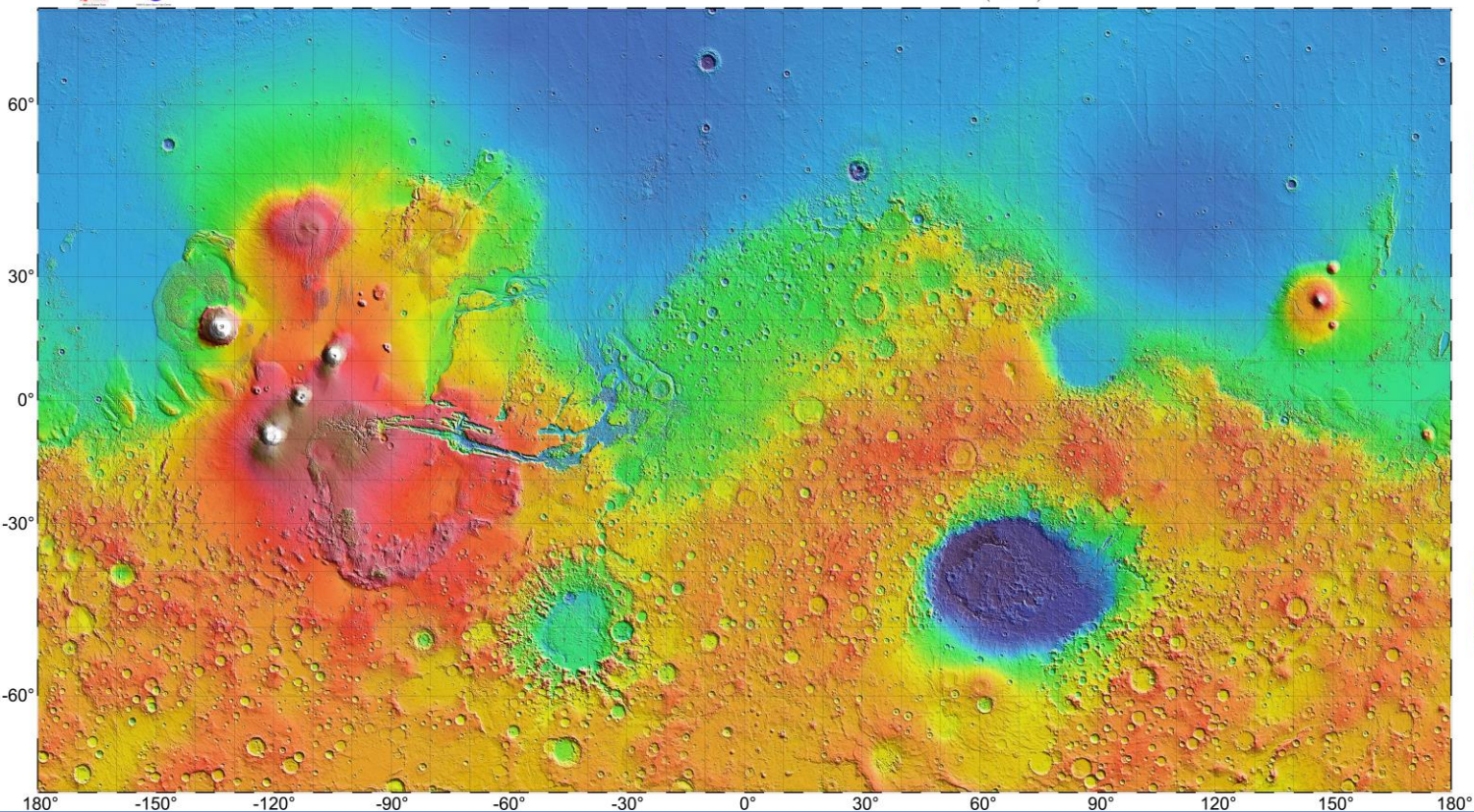
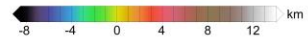
- Mars atmosfeer:
 - CO₂: 95%
 - N₂: 3%, Ar:1,6%
 - O₂: 0,13%
- Alle chemische elementen nodig voor leven zijn aanwezig: C,H,O,N,P,Ca, S,Na,K, Mg, Fe,Cl
- Massa: 1/10 van Aarde; Diameter: 6800km
- Oppervlakte = oppervlakte land op aarde
- Zwaartekracht: 1/3 van Aarde
- Druk: 6-7 millibar (= atmosfeer aarde op 35km hoogte)
- Temp: gem. -63°C (+20°C tot -143°C)

Mars Missies

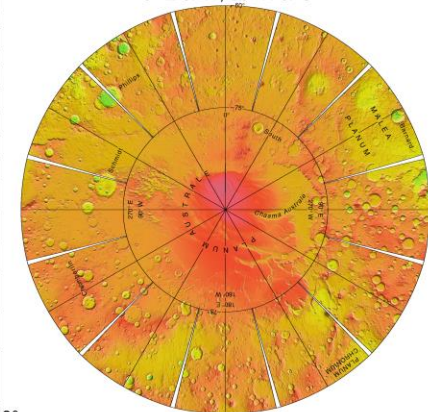
- Reeds 45 missies naar Mars - 24 zijn gelukt
- Flyby's, Satellieten, Landers, Rovers
 - Flyby: Mariner 4 (1964), Mariner 6, 7,
 - Sateliet: Mariner 9 (1971), Mars 5, Mars Global Surveyor, Mars Pathfinder, Mars Odissey, Mars Express, Mars Reconnaissance Orbiter, EXOMars, MAVEN
 - Landers: Viking 1 en 2, Phoenix, InSight (mei-juli 2018)
 - Rovers: Sojourner (juli 97), Spirit en Opportunity (jan 2004), Curiosity (aug. 2012), Perseverance (18 feb. 2021)

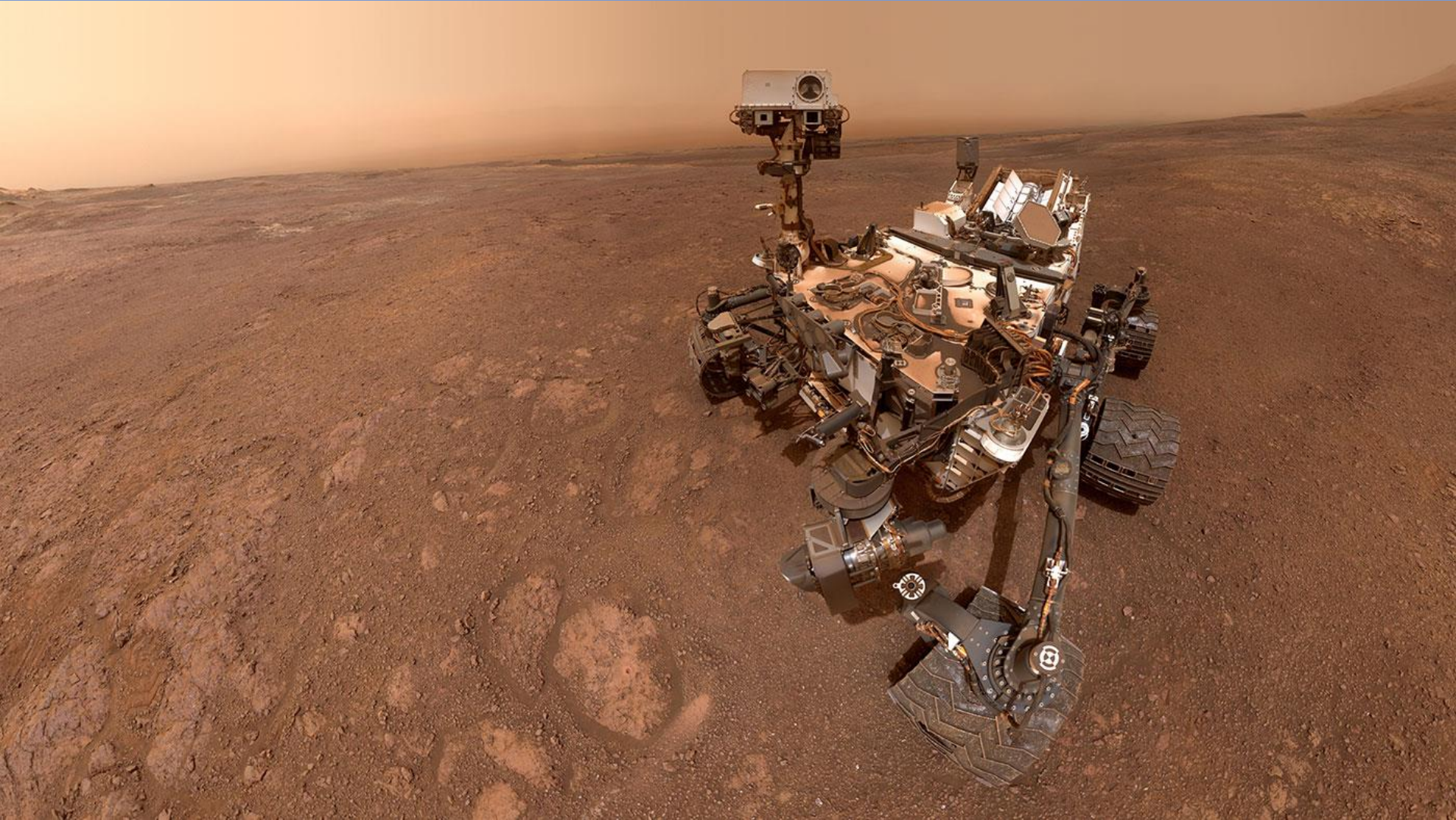


THE TOPOGRAPHY OF MARS BY THE MARS ORBITER LASER ALTIMETER (MOLA)



0° E or W, 60° N or S



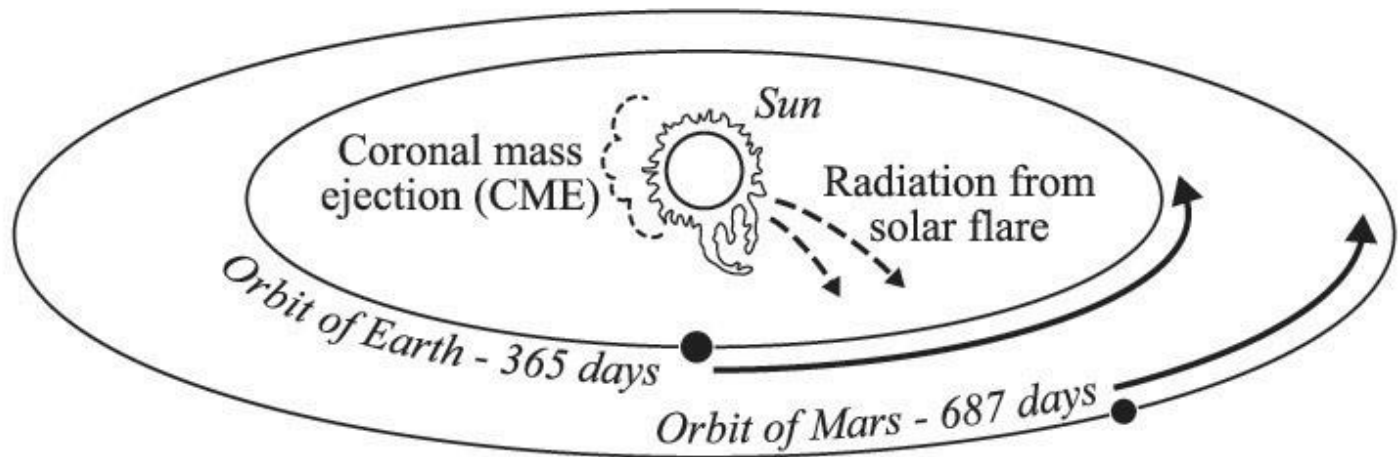




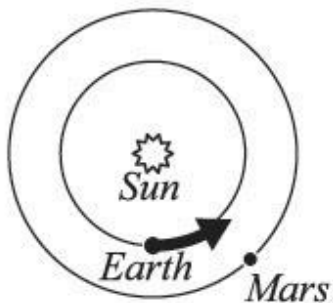




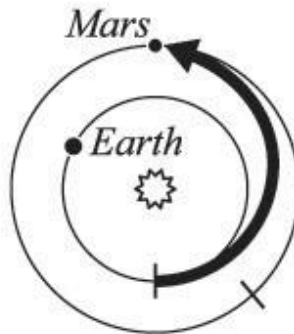
Bemande missie naar Mars



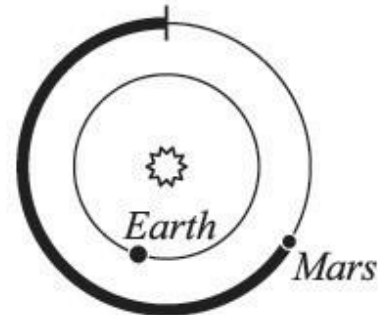
DAY 1
Depart Earth



DAY 259
Arrive Mars

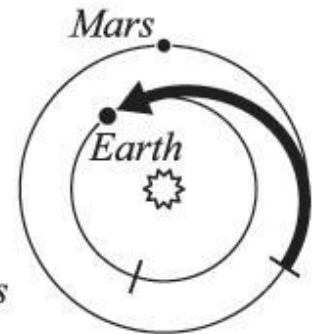


DAY 714
Depart Mars



Stay on surface
455 days

DAY 972
Arrive Earth

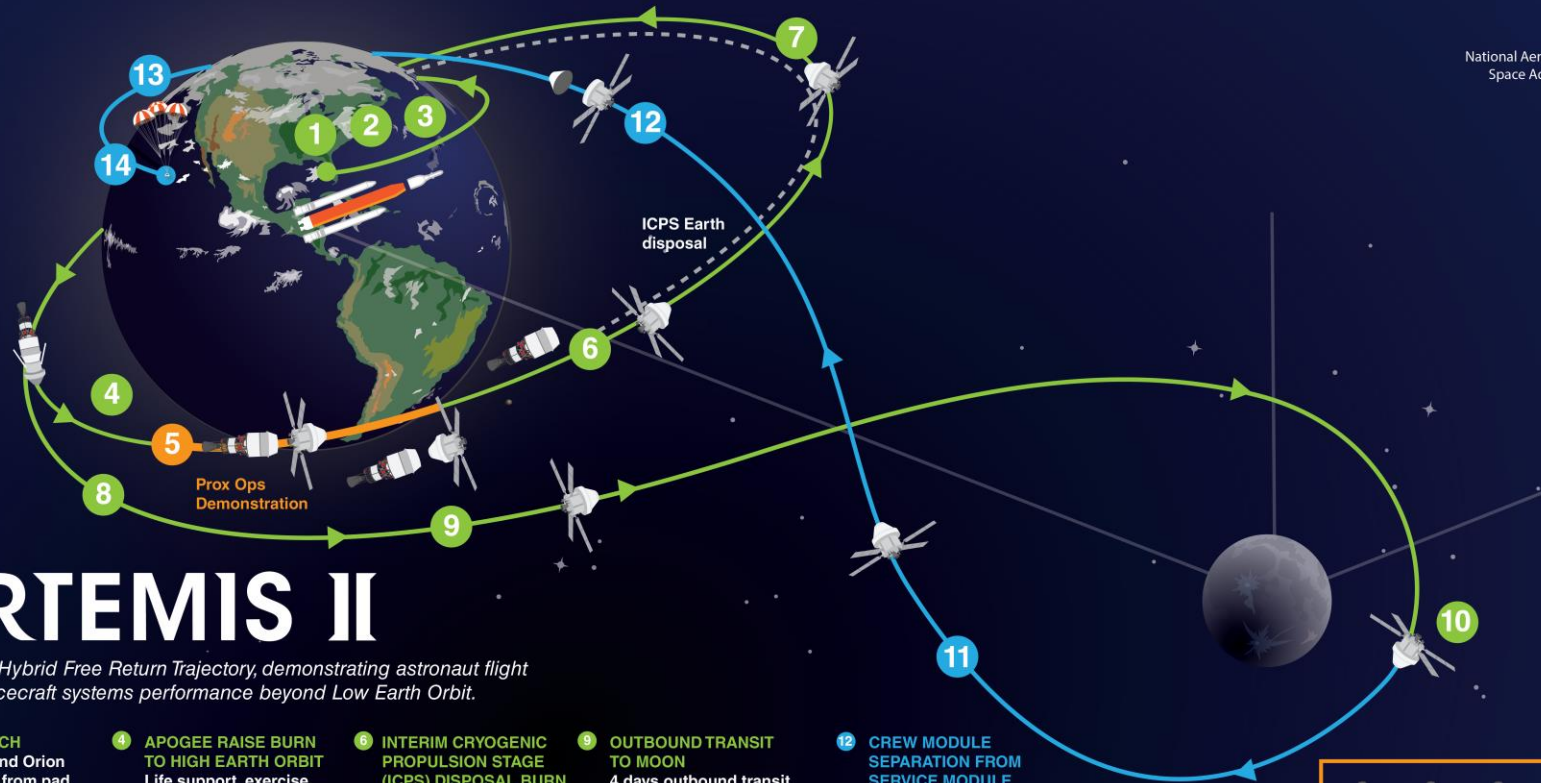


Bemande Missie naar Mars

- Reis naar Mars is een enorme uitdaging, maar met een groot risico
- Samenwerking Mens – Robot zal meest efficiënte manier zijn om dit onderzoek te doen
- Astronauten zullen ontdekkingsreisigers zijn: leven van wat ze terplaatse kunnen vinden of kweken.

Mars project van NASA

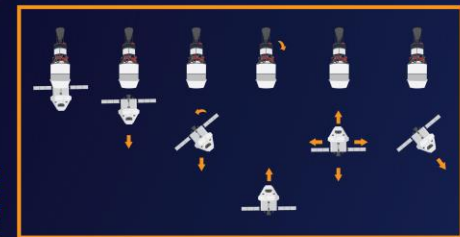
- Het grote project van NASA:
- Bestaat uit:
 - 1. Technologie uittesten aan boord van ISS
 - 2. Terug naar de maan: 2024-2030 (Artemis –Gateway)
 - 3. Bemande missie naar Mars: tussen 2035-2040
- Duur van bemande missie naar Mars: 2,5 à 3 jaar



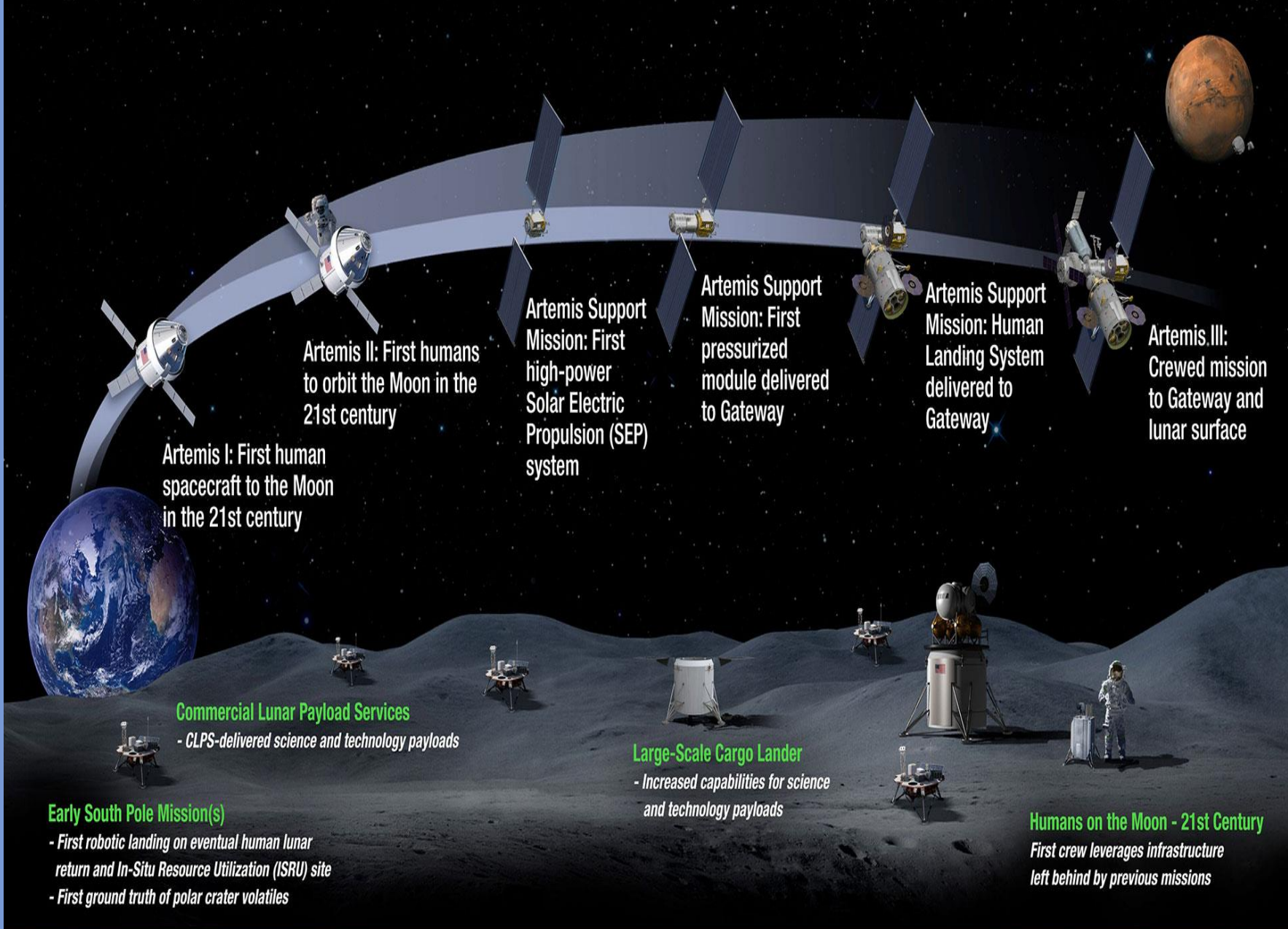
ARTEMIS II

Crewed Hybrid Free Return Trajectory, demonstrating astronaut flight and spacecraft systems performance beyond Low Earth Orbit.

- 1 LAUNCH**
SLS and Orion lift off from pad 39B at Kennedy Space Center.
- 2 JETTISON ROCKET BOOSTERS, FAIRINGS, AND LAUNCH ABORT SYSTEM**
- 3 CORE STAGE MAIN ENGINE CUT OFF**
With separation.
- 4 APOGEE RAISE BURN TO HIGH EARTH ORBIT**
Life support, exercise, and habitation equipment evaluations. 42 hour checkout of spacecraft.
- 5 PROX OPS DEMONSTRATION**
Orion proximity operations demonstration and manual handling qualities assessment for up to 2 hours.
- 6 INTERIM CRYOGENIC PROPULSION STAGE (ICPS) DISPOSAL BURN**
- 7 ORION PERIGEE RAISE BURN**
- 8 TRANS-LUNAR INJECTION (TLI) BY ORION'S MAIN ENGINE**
- 9 OUTBOUND TRANSIT TO MOON**
4 days outbound transit along free return trajectory.
- 10 LUNAR FLYBY**
4,000 nmi (mean) lunar farside altitude.
- 11 TRANS-EARTH RETURN**
Return Trajectory Correction (RTC) burns as necessary to aim for Earth's atmosphere; travel time approximately 4 days.
- 12 CREW MODULE SEPARATION FROM SERVICE MODULE**
- 13 ENTRY INTERFACE (EI)**
Enter Earth's atmosphere.
- 14 SPLASHDOWN**
Pacific Ocean landing within view of the U.S. Navy recovery ship.



PROXIMITY OPERATIONS DEMONSTRATION SEQUENCE



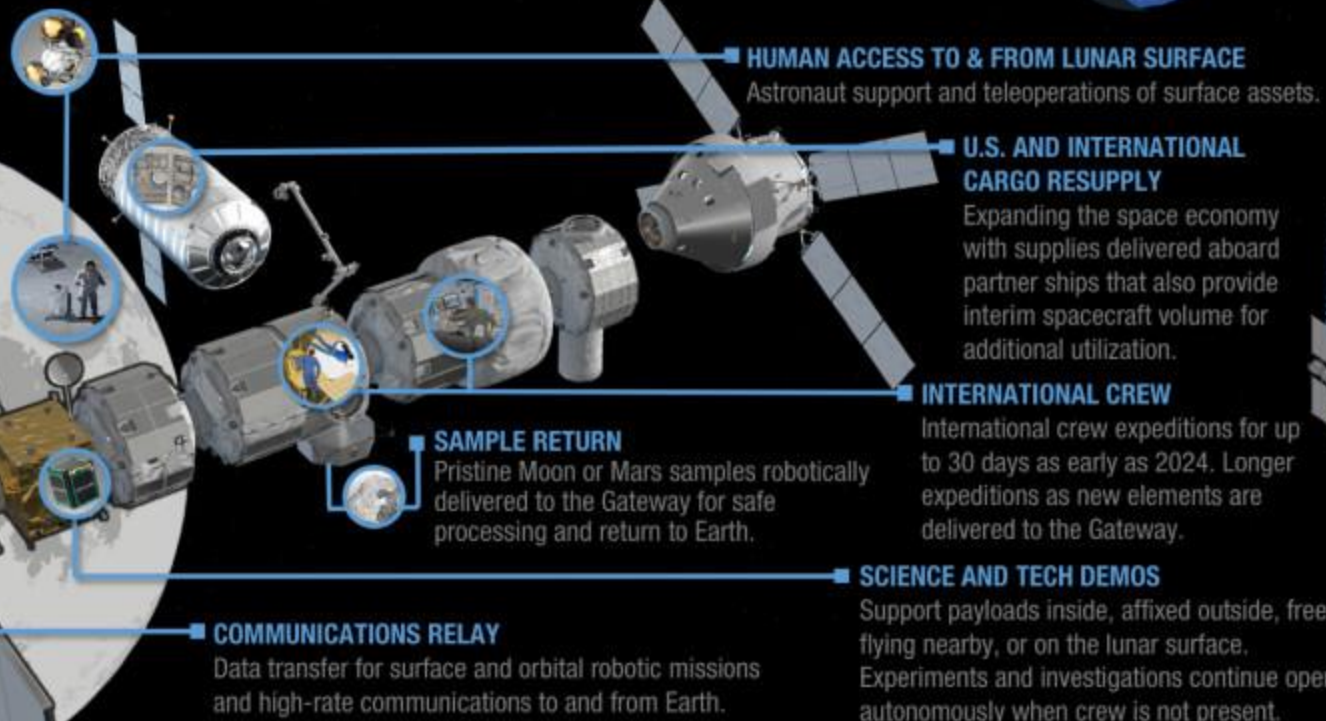
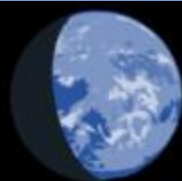
LUNAR SOUTH POLE TARGET SITE

2020

2024

GATEWAY

A spaceport for human and robotic exploration to the Moon and beyond



HUMAN ACCESS TO & FROM LUNAR SURFACE
Astronaut support and teleoperations of surface assets.

U.S. AND INTERNATIONAL CARGO RESUPPLY
Expanding the space economy with supplies delivered aboard partner ships that also provide interim spacecraft volume for additional utilization.

INTERNATIONAL CREW
International crew expeditions for up to 30 days as early as 2024. Longer expeditions as new elements are delivered to the Gateway.

SAMPLE RETURN
Pristine Moon or Mars samples robotically delivered to the Gateway for safe processing and return to Earth.

SCIENCE AND TECH DEMOS
Support payloads inside, affixed outside, free-flying nearby, or on the lunar surface. Experiments and investigations continue operating autonomously when crew is not present.

COMMUNICATIONS RELAY
Data transfer for surface and orbital robotic missions and high-rate communications to and from Earth.

SIX DAYS TO ORBIT THE MOON
The orbit keeps the crew in constant communication with Earth and out of the Moon's shadow.

A HUB FOR FARTHER DESTINATIONS
From this orbit, vehicles can embark to multiple destinations: The Moon, Mars and beyond.

GATEWAY SPECS



4 Crew Members



30-90 Day Crew Missions



125 m³ Pressurized Volume



Up to 75mt with Orion docked

ACCESS



384,000 km from Earth

Accessible via NASA's SLS as well as international and commercial ships.





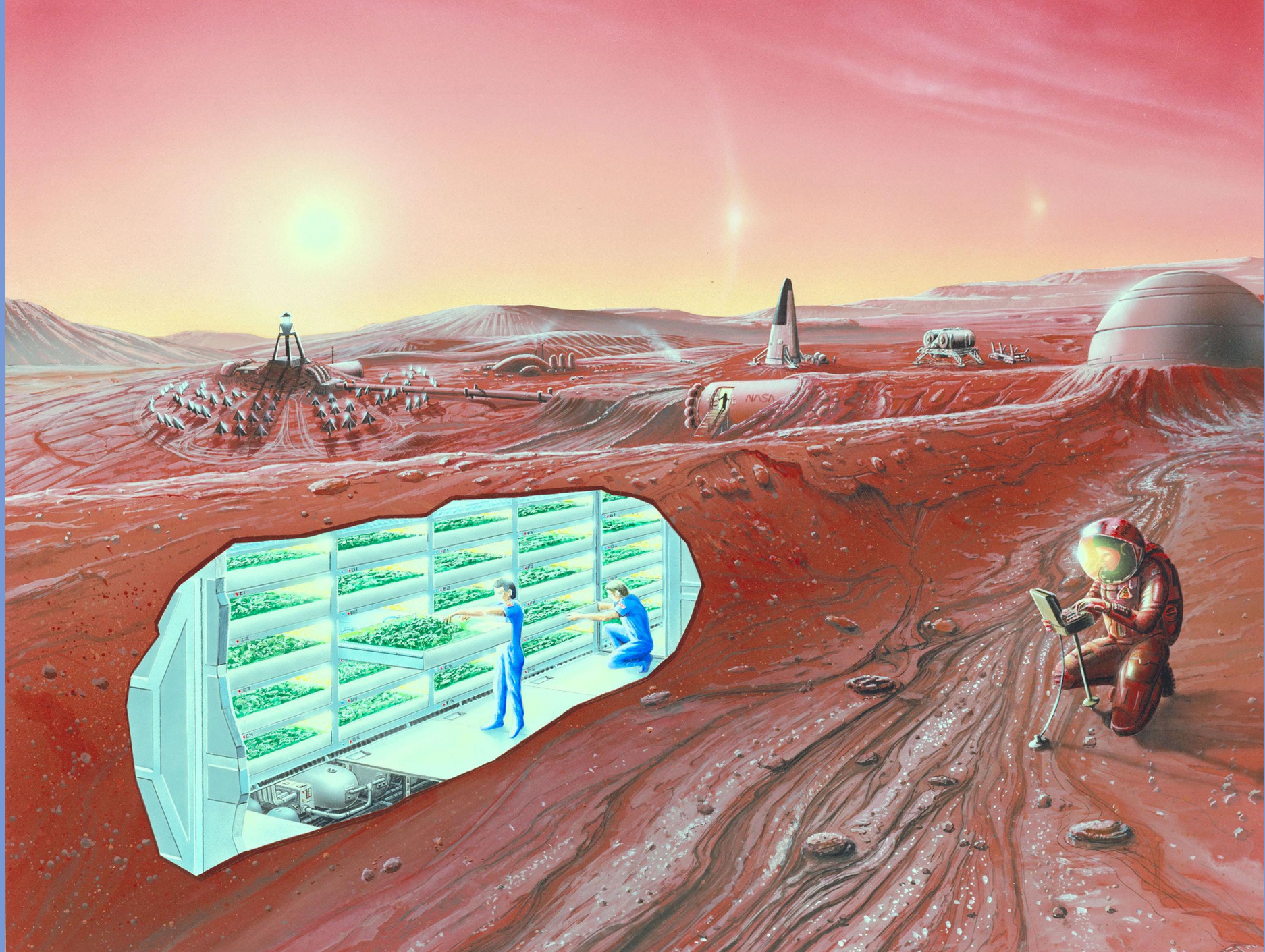






Knelpunten voor bemande missie naar Mars

- Duur van de Missie: minimum 2.8 jaar
- Straling
- Communicatie: > 20 minuten delay, 1Mbps voor 50% van missie
- Medische ondersteuning: Telemedicine
- Ondersteuning van het leven: water, zuurstof, voeding
- Energievoorziening: solar, nucleair, brandstof
- Contaminatie
- Landing en Take-off van Mars
- Enzovoort...



Toekomst van Mars

- Technologie voor eerste reis naar Mars is beschikbaar (Zubrin, Musk, NASA)
- Volgende stappen:
 - Ontwikkelen van nucleaire raket voor reis naar Mars in <40 dagen
 - Opbouwen van infrastructuur (eerste decade)
 - Uitbouwen bemande nederzetting
 - “Terraforming”
 - Uitbreiding van nederzetting: ontwikkelen van menselijk, industrieel potentieel (100 jaar)

Terraforming

- Mars was vroeger een warme en vochtige planeet
 - Met reserves van CO₂ en vloeibaar water
 - Reserves van nodige elementen (C,H,O,N,P,Ca, S,Na,K, Mg, Fe,Cl)
- Terraforming: het landschap veranderen in een omgeving die beter geschikt is voor de mens
 - Verhogen temperatuur: (+<10° over periode van 10 jaar)
 - door broeikasgassen: productie van Fluorocarbons (Freon)
 - Smelten van permafrost (maakt CO₂ vrij)
 - Groei van planten produceert O₂, (5psi= voldoende voor mens)
 - Atmosfeer druk doen stijgen tot 5 psi (O₂ en N₂ : mens kan leven zonder ruimtepak)
- Uitbouwen van nederzetting (100 jaar)

Verdere exploratie

Komen ook in aanmerking voor terraforming

- Maan van Jupiter: Titan
- Maan van Saturnus: Callisto

- Type I-beschaving was er een die de volledige beheersing van alle hulpbronnen van de planeet had bereikt
- Type II beschaving is één die gans het zonnestelsel beheerst
- Type III is een beschaving die de controle heeft over de mogelijkheden van gans onze galaxie (de Melk Weg)

Verdere exploratie

Komen ook in aanmerking voor terraforming

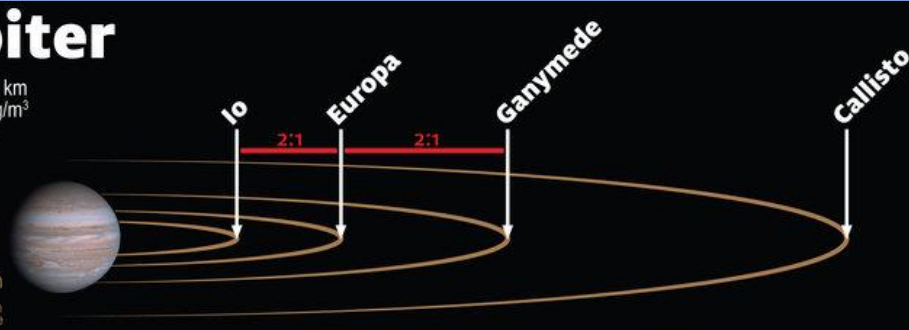
- Maan van Jupiter: Titan
- Maan van Saturnus: Callisto

- Type I-beschaving was er een die de volledige beheersing van alle hulpbronnen van de planeet had bereikt
- Type II beschaving is één die gans het zonnestelsel beheerst
- Type III is een beschaving die de controle heeft over de mogelijkheden van gans onze galaxie (de Melk Weg)

Jupiter

d = 139,822 km
 $\rho = 1,326 \text{ kg/m}^3$
 $P_{\text{rot}} = 9.9 \text{ hr}$

100,000 km
 Jupiter and moon orbits are to scale



1,000 km
 moons are to scale



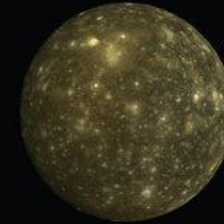
Io
 d = 3,643 km
 $\rho = 3,528 \text{ kg/m}^3$
 P = 1.8 days



Europa
 d = 3,121 km
 $\rho = 3,013 \text{ kg/m}^3$
 P = 3.6 days



Ganymede
 d = 5,262 km
 $\rho = 1,936 \text{ kg/m}^3$
 P = 7.2 days

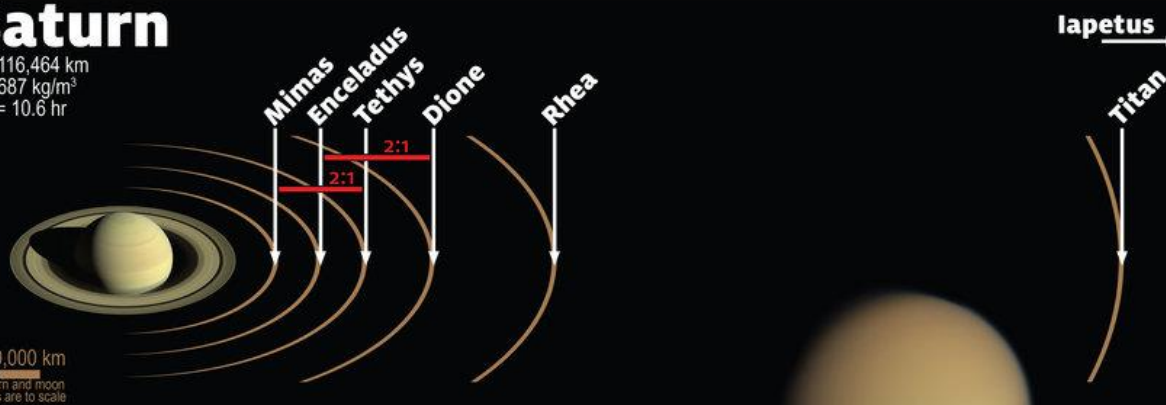


Callisto
 d = 4,820 km
 $\rho = 1,834 \text{ kg/m}^3$
 P = 16.7 days

Saturn

d = 116,464 km
 $\rho = 687 \text{ kg/m}^3$
 $P_{\text{rot}} = 10.6 \text{ hr}$

100,000 km
 Saturn and moon orbits are to scale



1,000 km
 moons are to scale



Mimas
 d = 396 km
 $\rho = 1,150 \text{ kg/m}^3$
 P = 0.9 days



Enceladus
 d = 504 km
 $\rho = 1,610 \text{ kg/m}^3$
 P = 1.4 days



Tethys
 d = 1,062 km
 $\rho = 985 \text{ kg/m}^3$
 P = 1.9 days



Dione
 d = 1,123 km
 $\rho = 1,480 \text{ kg/m}^3$
 P = 2.7 days



Rhea
 d = 1,527 km
 $\rho = 1,240 \text{ kg/m}^3$
 P = 4.5 days



Titan
 d = 5,149 km
 $\rho = 1,880 \text{ kg/m}^3$
 P = 16 days



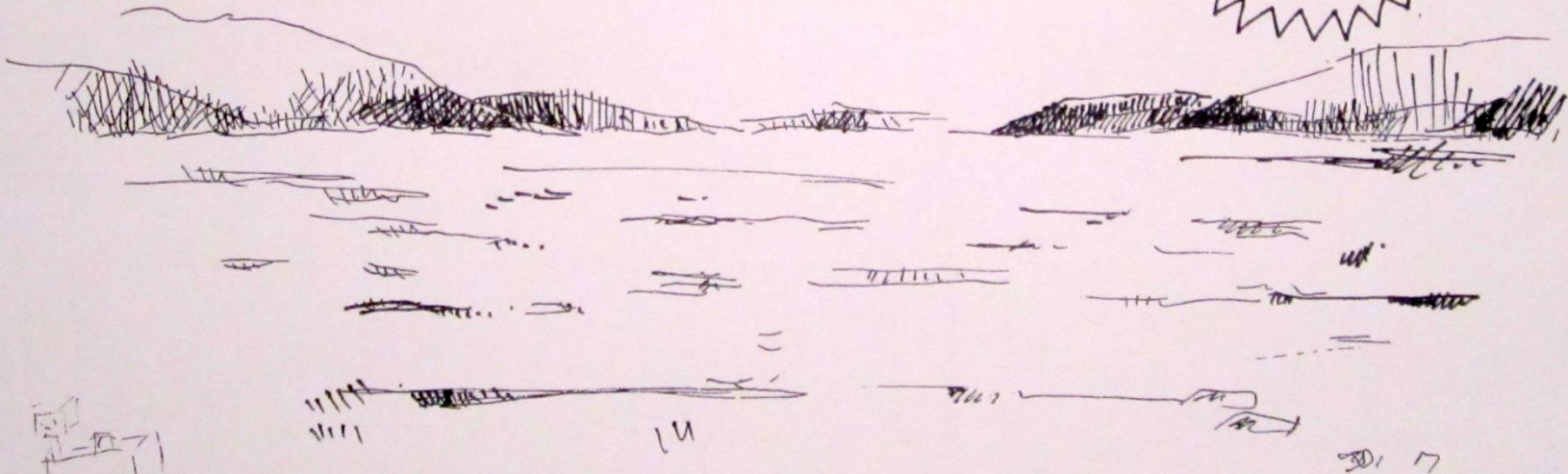
Iapetus
 d = 1,470 km
 $\rho = 1,090 \text{ kg/m}^3$
 P = 79 days

For your holiday...

NO GO MARS

the BEST WAY TO HAVE FUN
FOR ALL THE FAMILY!

MEET
CURIOSITY!



ASTRONAUT

Emilia Rime
14.10.13
FISC CONFERENCE