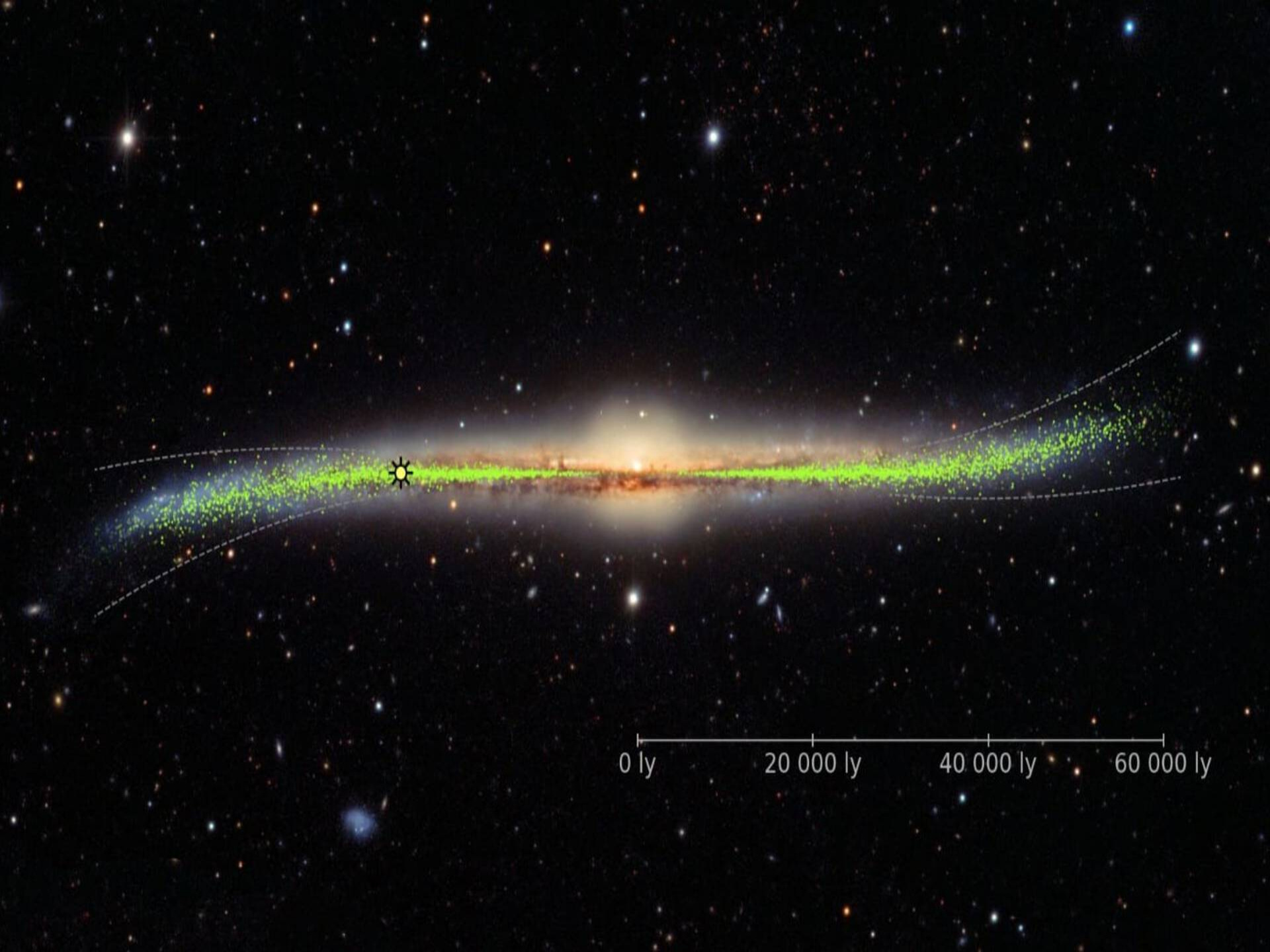


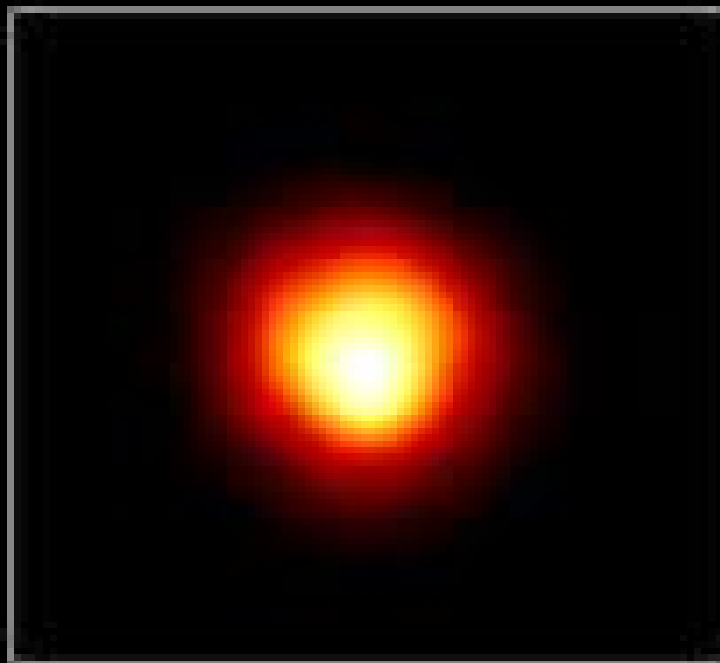
Ring nevel







Betelgeuze 1000xde zon op 430 lj



Size of Star



Size of Earth's Orbit



Size of Jupiter's Orbit

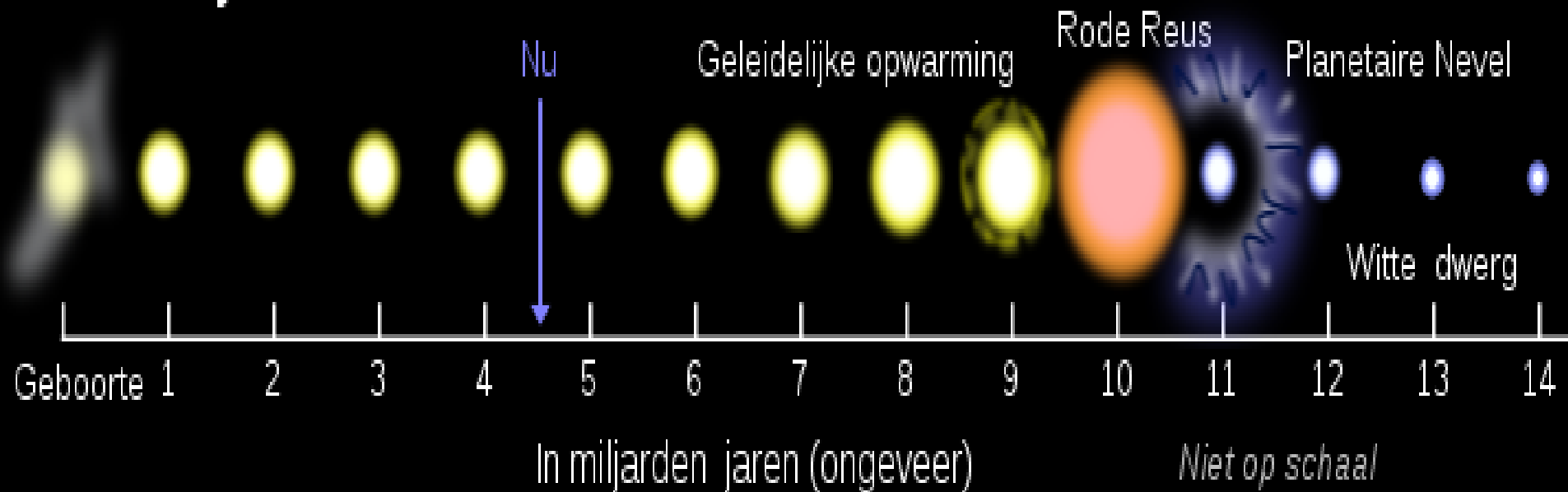


Atmosphere of Betelgeuse

HST - FOC

Levensloop van een ster

Levenscyclus van de Zon



Eskimo nevel



Periodiek Systeem der Elementen

| 1 IA New Original | | | | | | | | | | | | | | | | | 18 VIIIA |
|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| 1 H Waterstof 1.00794 | 2 He Helium 4.002602 | | | | | | | | | | | 13 IIIA | 14 IVA | 15 VA | 16 VIA | 17 VIIA | 18 VIIIA |
| 3 Li Lithium 6.941 | 4 Be Beryllium 9.012182 | | | | | | | | | | | 5 B Boor 10.811 | 6 C Koolstof 12.0107 | 7 N Stikstof 14.00674 | 8 O Zuurstof 15.9994 | 9 F Fluor 18.9984032 | 10 Ne Neon 20.1797 |
| 11 Na Natrium 22.989770 | 12 Mg Magnesium 24.3050 | 3 IIIB | 4 IVB | 5 VB | 6 VIB | 7 VIIB | 8 VIII | 9 VIII | 10 VIII | 11 IB | 12 IIB | 13 Al Aluminium 26.981538 | 14 Si Silicium 28.0855 | 15 P Fosfor 30.973761 | 16 S Zwavel 32.066 | 17 Cl Chloor 35.453 | 18 Ar Argon 39.948 |
| 19 K Kalium 39.0983 | 20 Ca Calcium 40.078 | 21 Sc Scandium 44.955910 | 22 Ti Titanium 47.867 | 23 V Vanadium 50.9415 | 24 Cr Chroom 51.9961 | 25 Mn Mangaan 54.938049 | 26 Fe Ijzer 55.8457 | 27 Co Kobalt 58.933200 | 28 Ni Nikkel 58.6934 | 29 Cu Koper 63.546 | 30 Zn Zink 65.409 | 31 Ga Gallium 69.723 | 32 Ge Germanium 72.64 | 33 As Arsenium 74.92160 | 34 Se Seleen 78.96 | 35 Br Broom 79.904 | 36 Kr Krypton 83.798 |
| 37 Rb Rubidium 85.4678 | 38 Sr Strontium 87.62 | 39 Y Yttrium 88.90585 | 40 Zr Zirkonium 91.224 | 41 Nb Niobium 92.90638 | 42 Mo Molybdeen 95.94 | 43 Tc Technetium (98) | 44 Ru Ruthenium 101.07 | 45 Rh Rhodium 102.90550 | 46 Pd Palladium 106.42 | 47 Ag Zilver 107.8682 | 48 Cd Cadmium 112.411 | 49 In Indium 114.818 | 50 Sn Tin 118.710 | 51 Sb Antimonium 121.760 | 52 Te Telluur 127.60 | 53 I Jodium 126.90447 | 54 Xe Xenon 131.293 |
| 55 Cs Cesium 132.90545 | 56 Ba Barium 137.327 | 57 to 71 | 72 Hf Hafnium 178.49 | 73 Ta Tantalum 180.9479 | 74 W Wolfram 183.84 | 75 Re Renium 186.207 | 76 Os Osmium 190.23 | 77 Ir Iridium 192.217 | 78 Pt Platina 195.078 | 79 Au Goud 196.96655 | 80 Hg Kwik 200.59 | 81 Tl Thallium 204.3833 | 82 Pb Lood 207.2 | 83 Bi Bismut 208.98038 | 84 Po Polonium (209) | 85 At Astatium (210) | 86 Rn Radon (222) |
| 87 Fr Francium | 88 Ra Radium | 89 to 103 | 104 Rf Rutherfordium | 105 Db Dubnium | 106 Sg Seaborgium | 107 Bh Bohrium | 108 Hs Hassium | 109 Mt Meitnerium | 110 Ds Darmstadtium | 111 Rg Roentgenium | 112 Uub Ununbium | 113 Uut Ununtrium | 114 Uuq Ununquadium | 115 Uup Ununpentium | 116 Uuh Ununhexium | 117 Uus Ununseptium | 118 Uuo Ununoctium |

Alkalimetalen

Aardalkalimetalen

Overgangsmetalen

Lanthaniden

Actiniden

Hoofdgroepmetalen

Niet-metalen

Edelgassen

C Solid

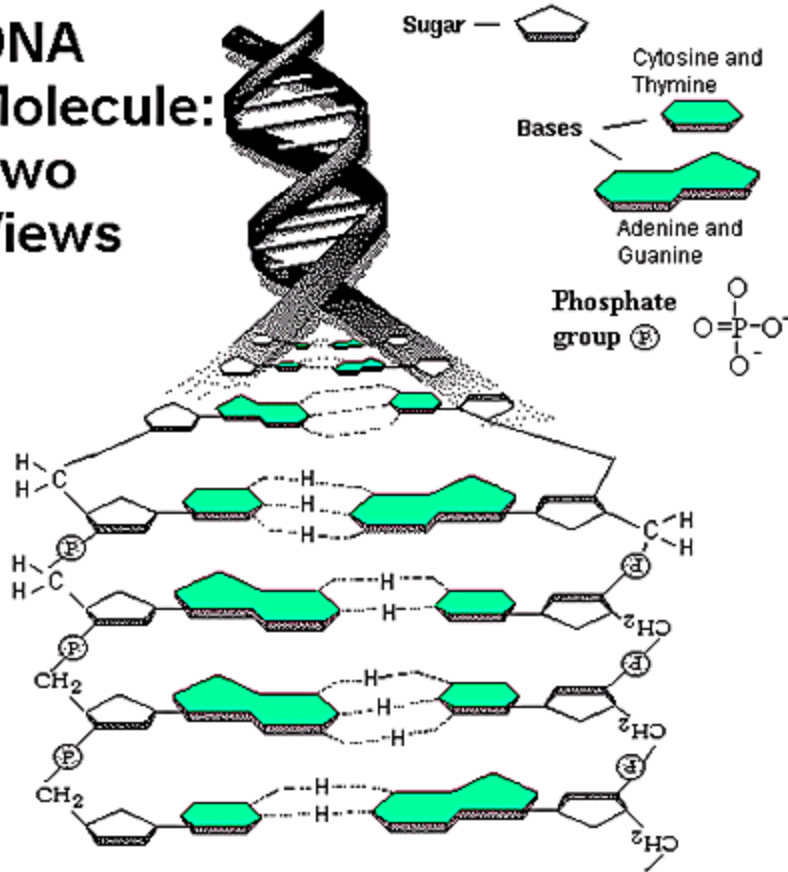
Br Liquid

H Gas

Tc Synthetic

DNA structuur van miljoenen soorten

DNA Molecule:
Two Views



- Extremofielen overleven

_ vergiften

_ meer dan 30% zoutoplossing

_ 113-200 graden celcius

_ 15 celsius onder nul

_ $11 > \text{pH} < 0$

_ 1200 atm.

_ 0% zuurstof

_ 2,5 jaar in de ruimte

_ 20-40 miljoen jaar in rust



Leven is afhankelijk van : vloeibaar water
energie(zon; smokers)
koolstof

Incidenten : meteorieten en kometen

Ons klimaat afhankelijk van :

aardas

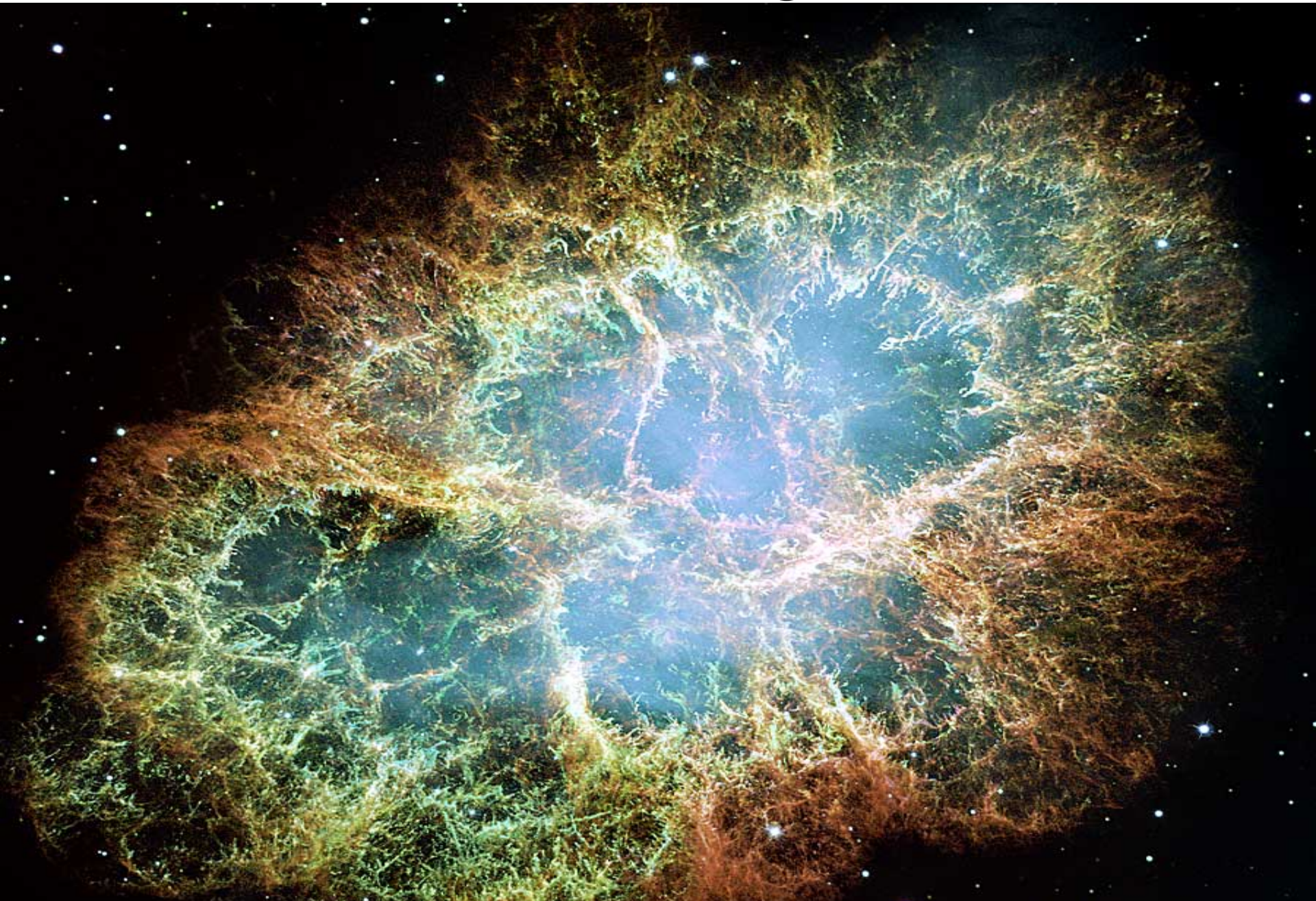
aardbaan

zoncycli (bv. 11 en 400 jaar)

vulkanen (stof en kooldioxide)

magnetische veld

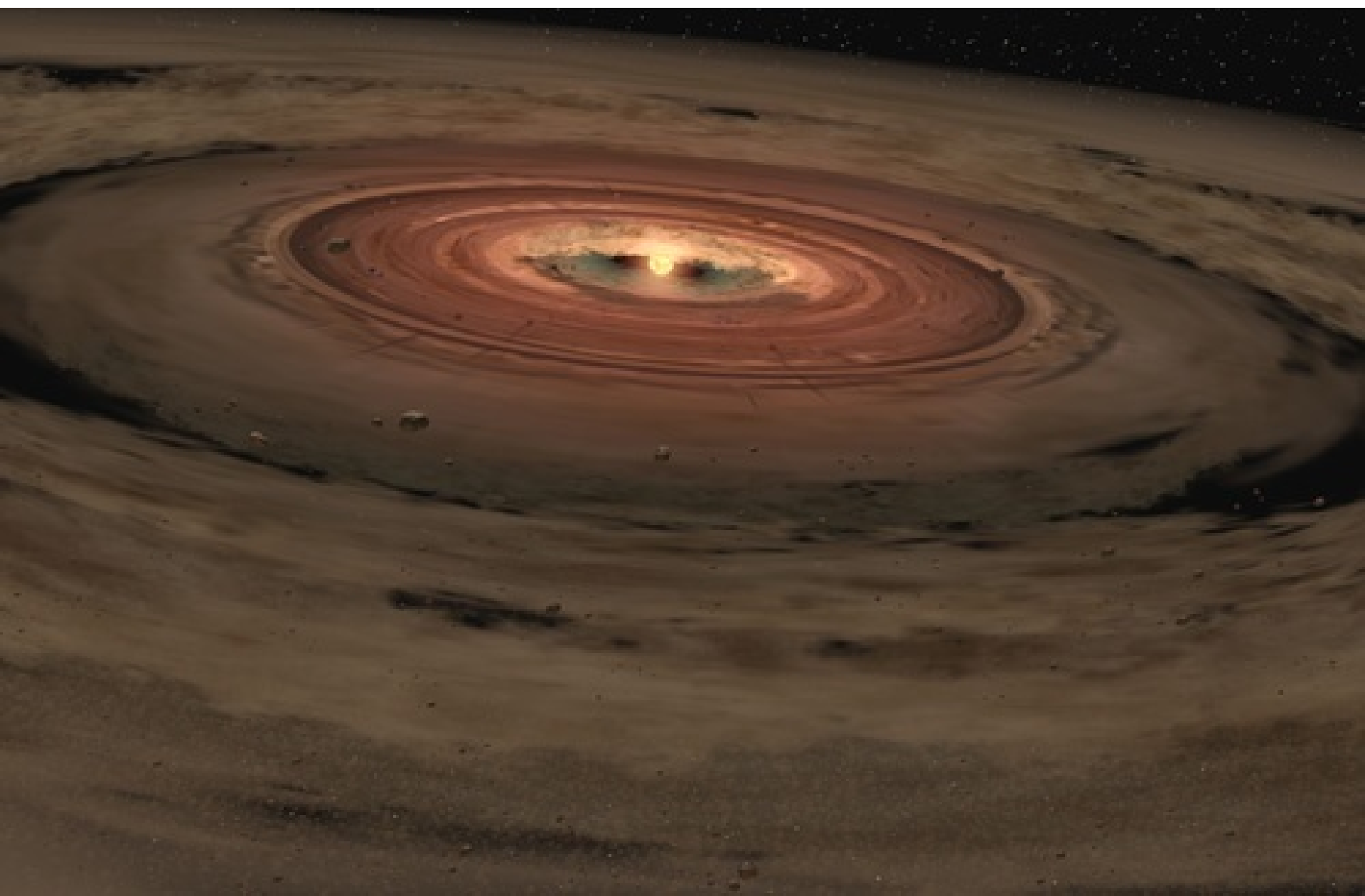
Krabnevel(6000 lj) geboortewolk



Adelaars nevel



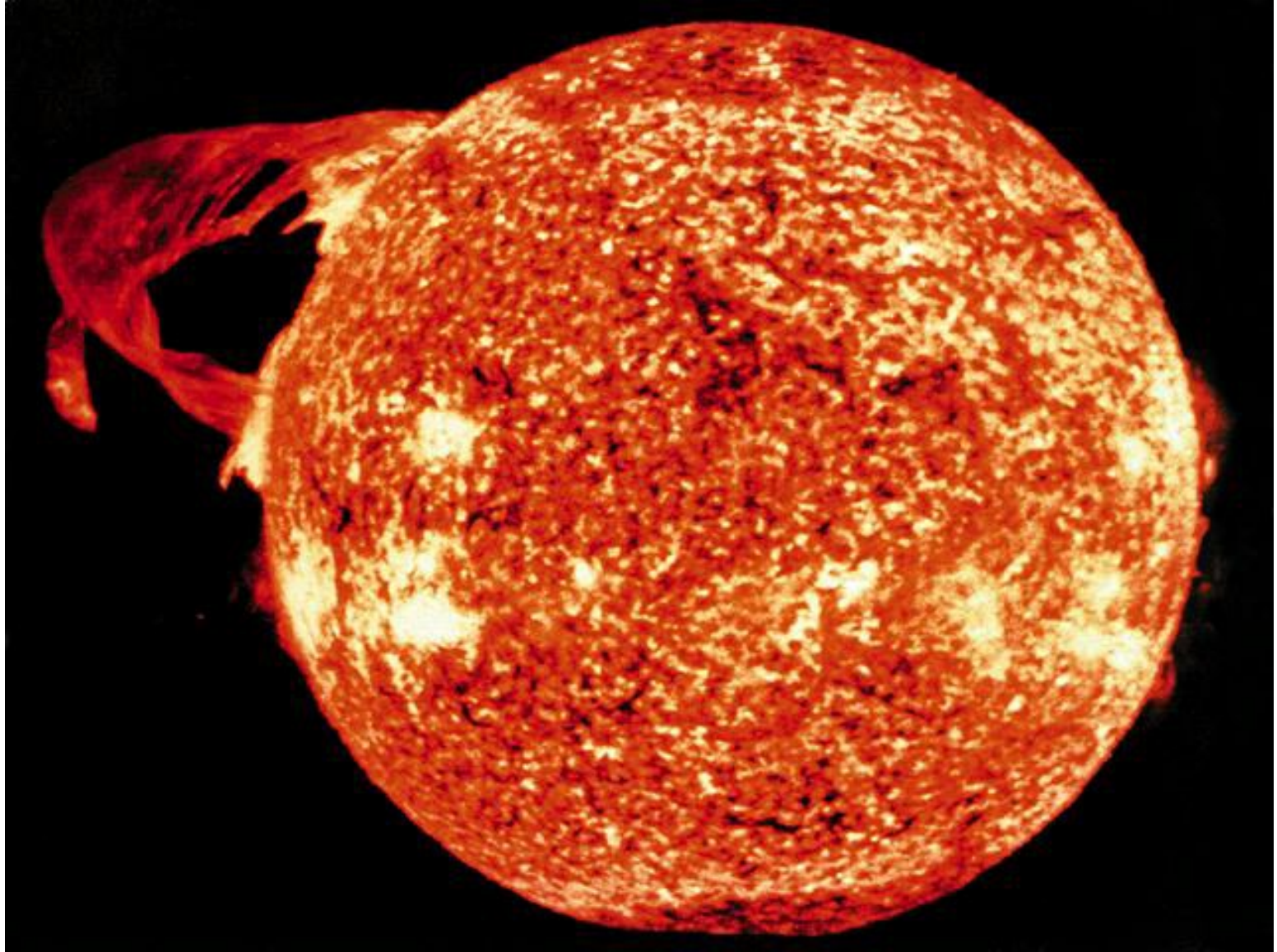
Ontstaan van ons zonnestelsel

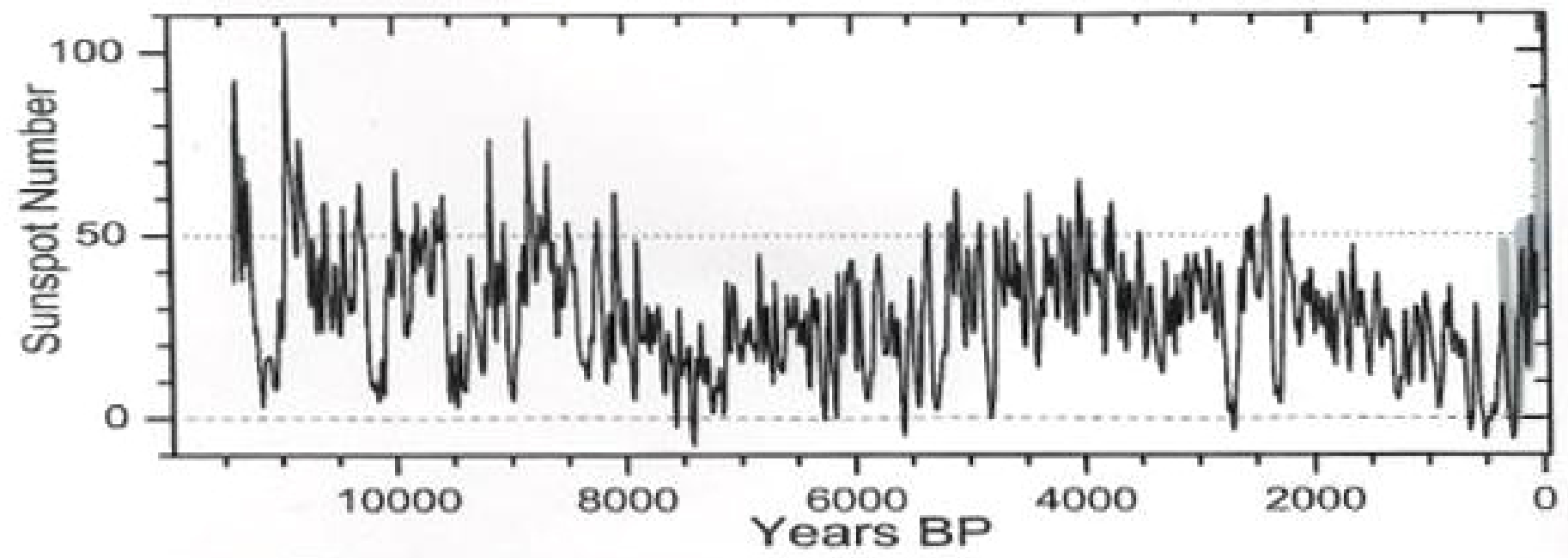
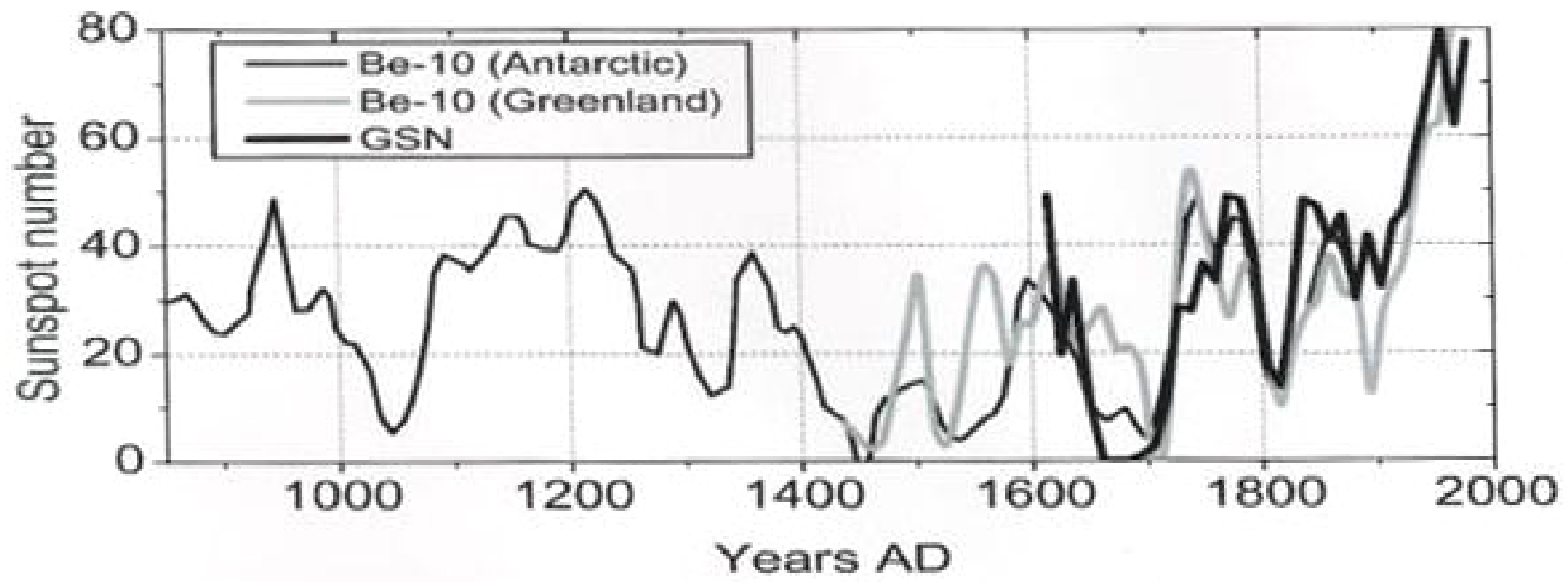




5 MILJARD JAAR OUD

109x diameter vd aarde
rotatie tijd 25 dagen

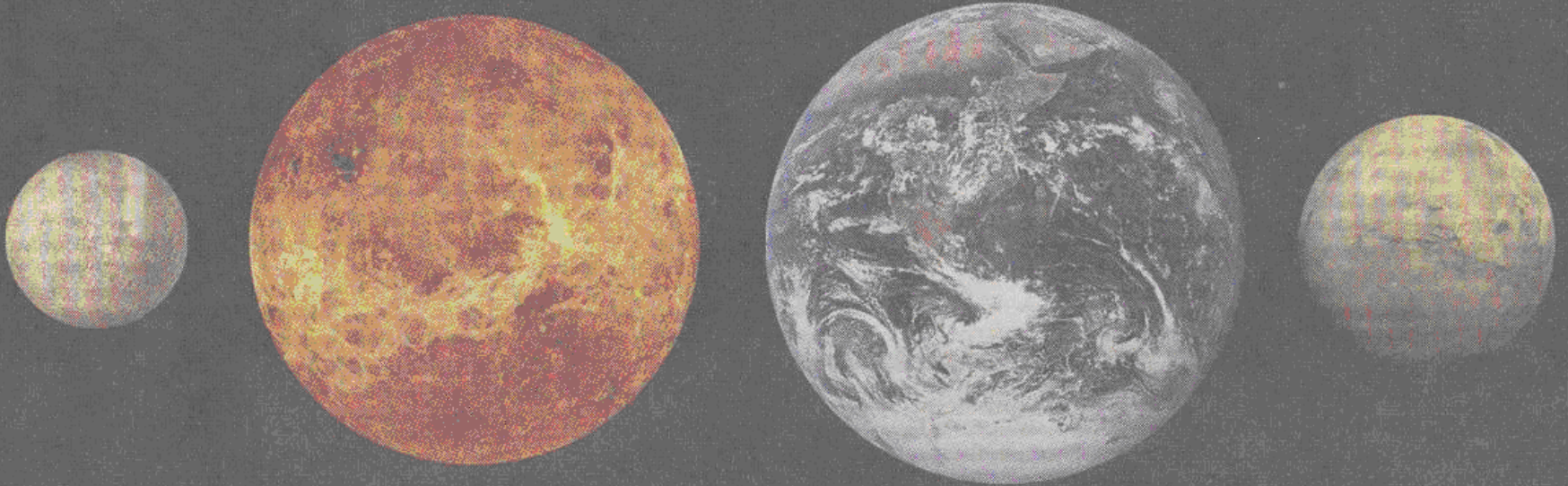




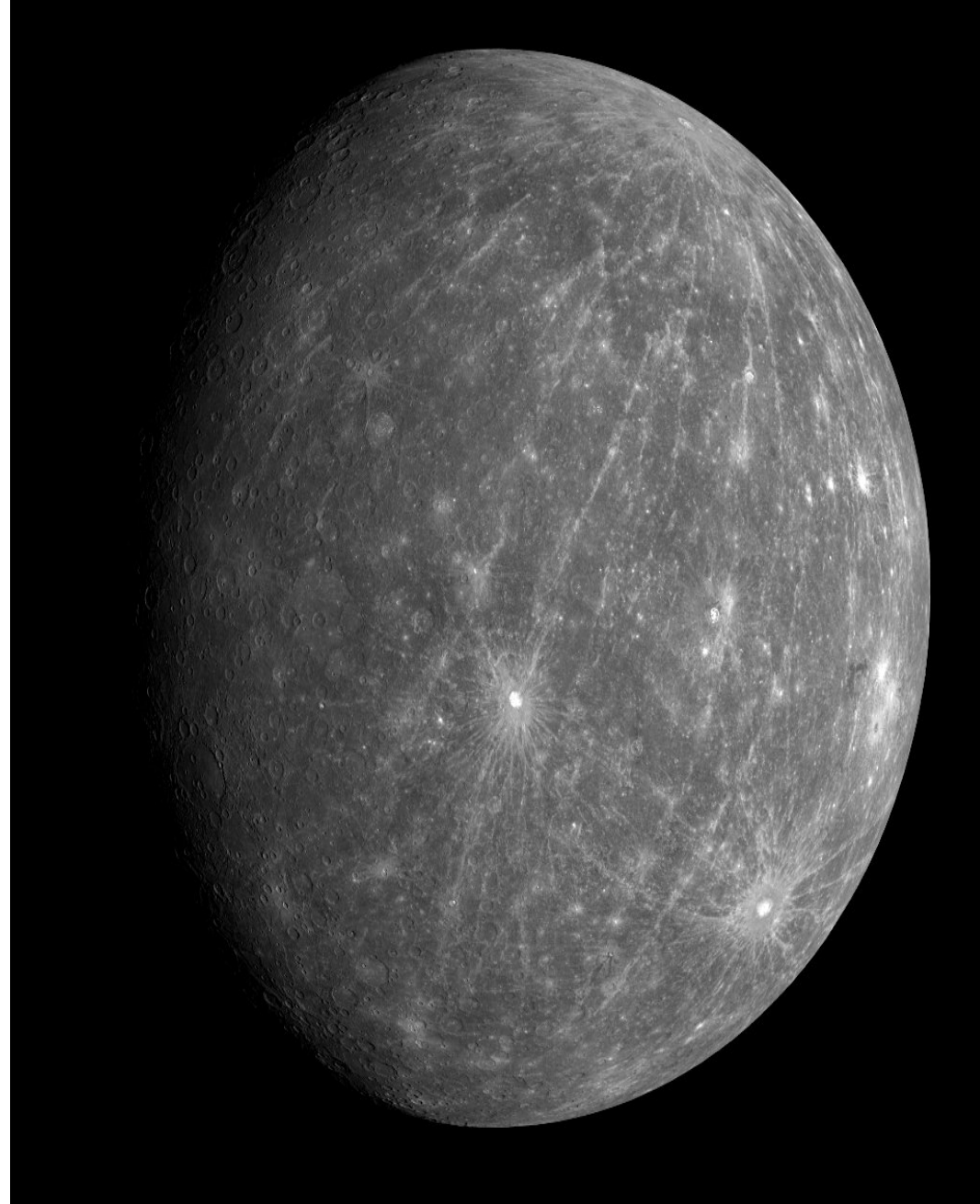
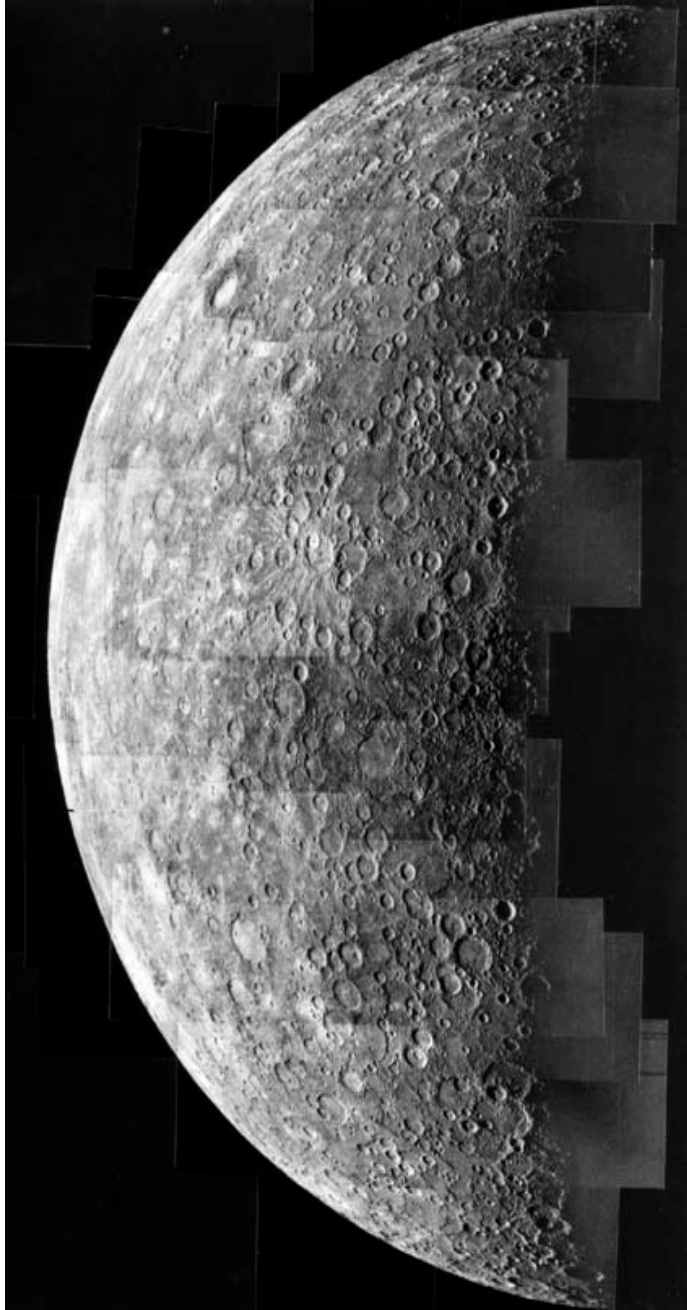
ENKELE GETALLEN

| | | Zonsafstand | Diameter | Omlooptijd | Rotatietijd |
|----|----------------------|-------------|-----------|------------|-------------|
| | | (Aarde=1) | (Aarde=1) | (In jaren) | (In dagen) |
| 1 | ZON | -- | 109 | | 25 |
| 2 | MERCURIUS | 0.4 | 0.4 | 73 dgn | 58 |
| 3 | VENUS | 0.7 | 0.9 | 224 dgn | 234 |
| 4 | AARDE | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1 |
| 5 | MARS | 1.5 | 0.5 | 1.9 | 1 |
| 6 | PLANETOIDEN | 3 | -- | 5 | -- |
| 7 | JUPITER | 5.2 | 11 | 12 | 0.4 |
| 8 | SATURNUS | 9.5 | 9 | 29 | 0.5 |
| 9 | URANUS | 19 | 4 | 84 | 0.7 |
| 10 | NEPTUNUS | 30 | 4 | 165 | 0.7 |
| 11 | PLUTO (kuipergordel) | 39 | 0.2 | 248 | 6 |
| 12 | KOMETEN (oortwolk) | -- | -- | -- | -- |

Mercurius-Venus-Aarde-Mars



MERCURIUS



VENUS

VENUS

Afst.zon:0,7

Diam.:0,9

Rotatie:243d

Omloop:224d

Temp.:450.c

Druk: 90 atm.



snottieten



Komeet Halley

een vuile sneeuwbal van 6-18 km





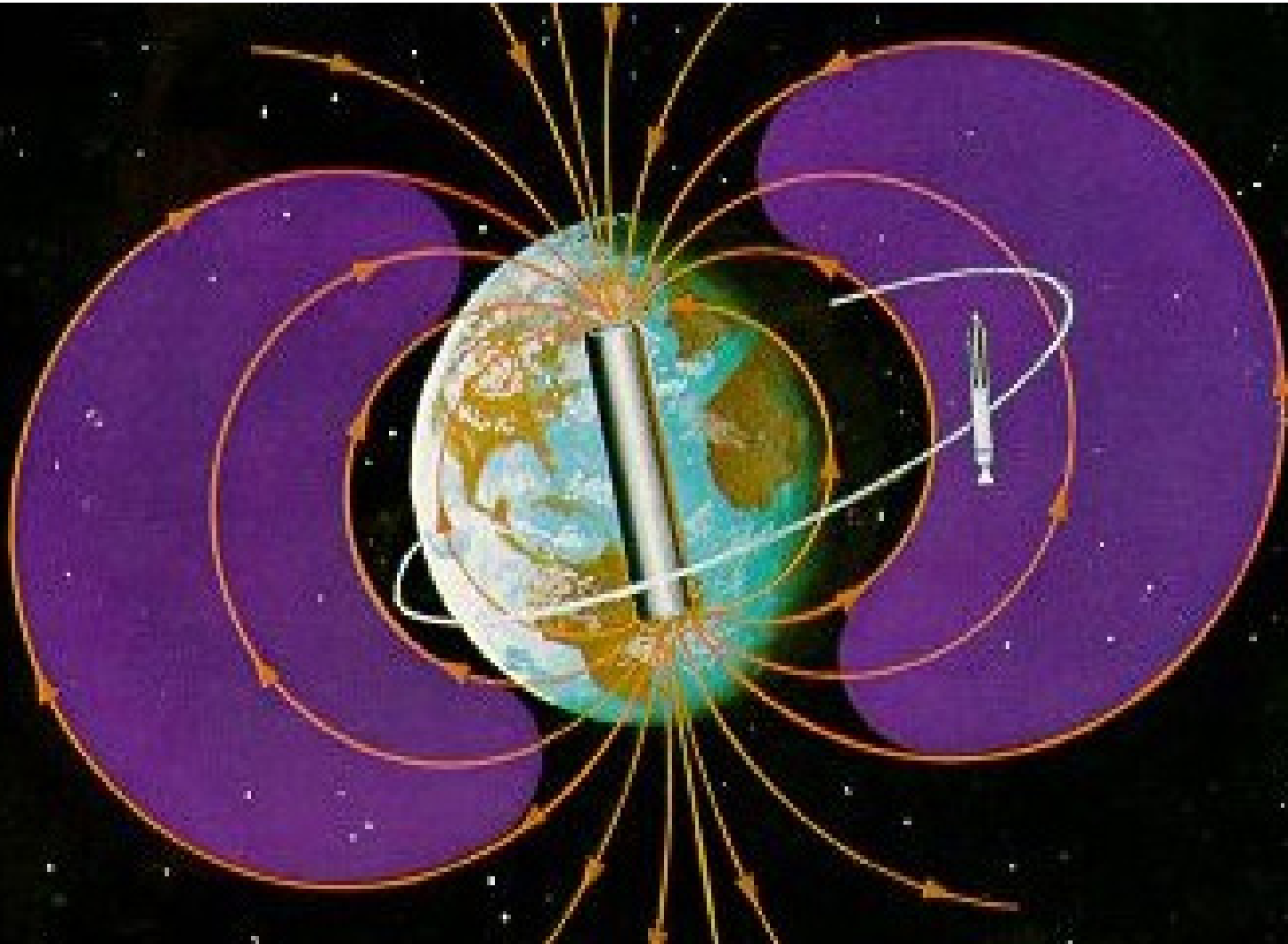
Diepzee smoker



Ontwikkeling aarde

- 4,5 miljard jr • Ontstaan aarde na botsing
- 3,5 • Prokaryoten(bact.+archaea)
- 2,5 • Zuurstof in de atm.;fotosynt.
- 1,5 • Eukaryoten(planten+dieren)
- 0,5 • Cambrium :explosie
meercelligen

Van Allen gordel ontdekt 1958



Zonnewind vervormd het magnetisch veld



Meteorieten en Kometen



BARRINGER KRATER 1,2 KM DOORSNEE 50 DUIZEND JAAR OUD





MARS

Afst.zon :1,5

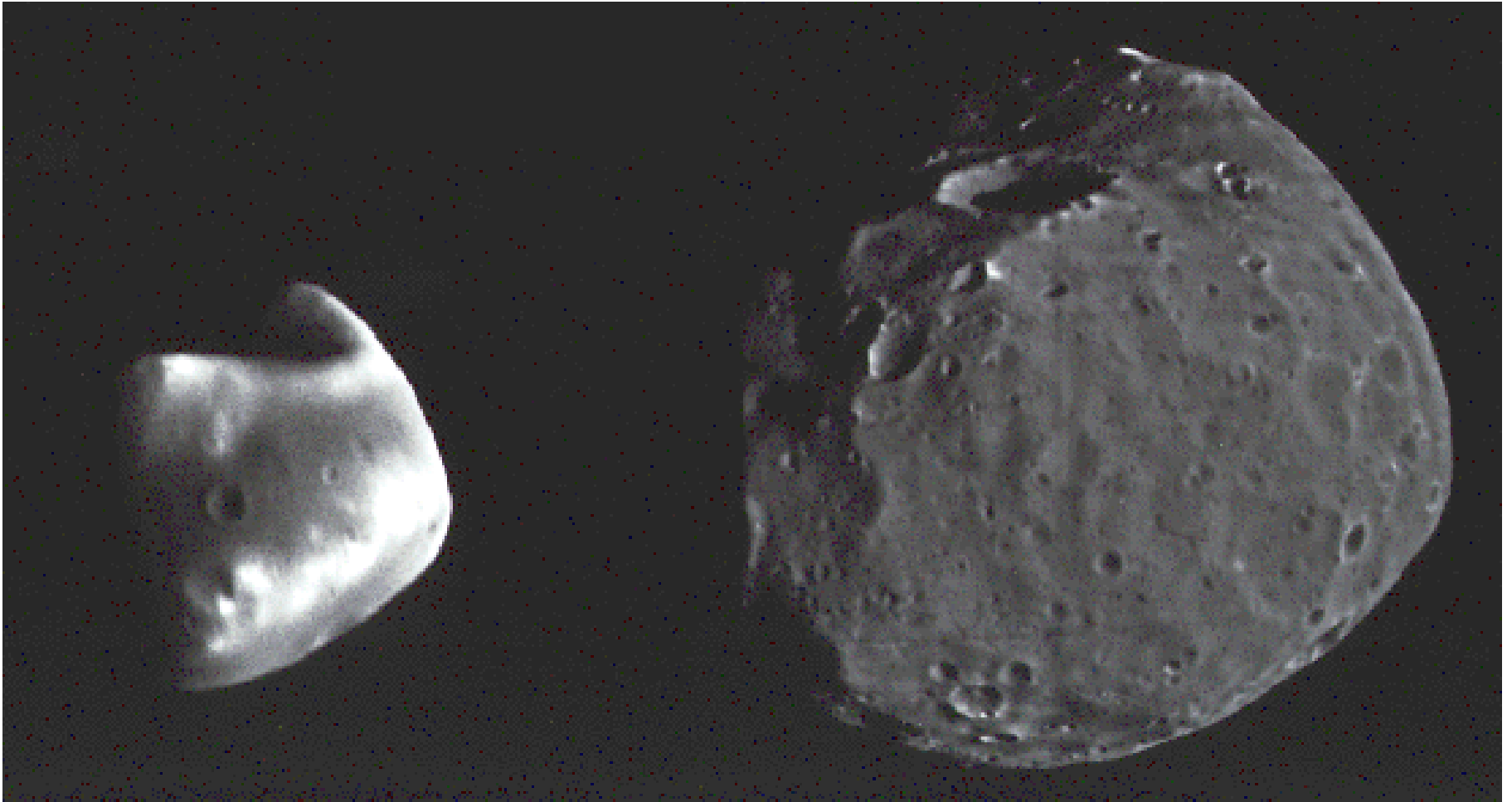
Diam.0,5 aarde

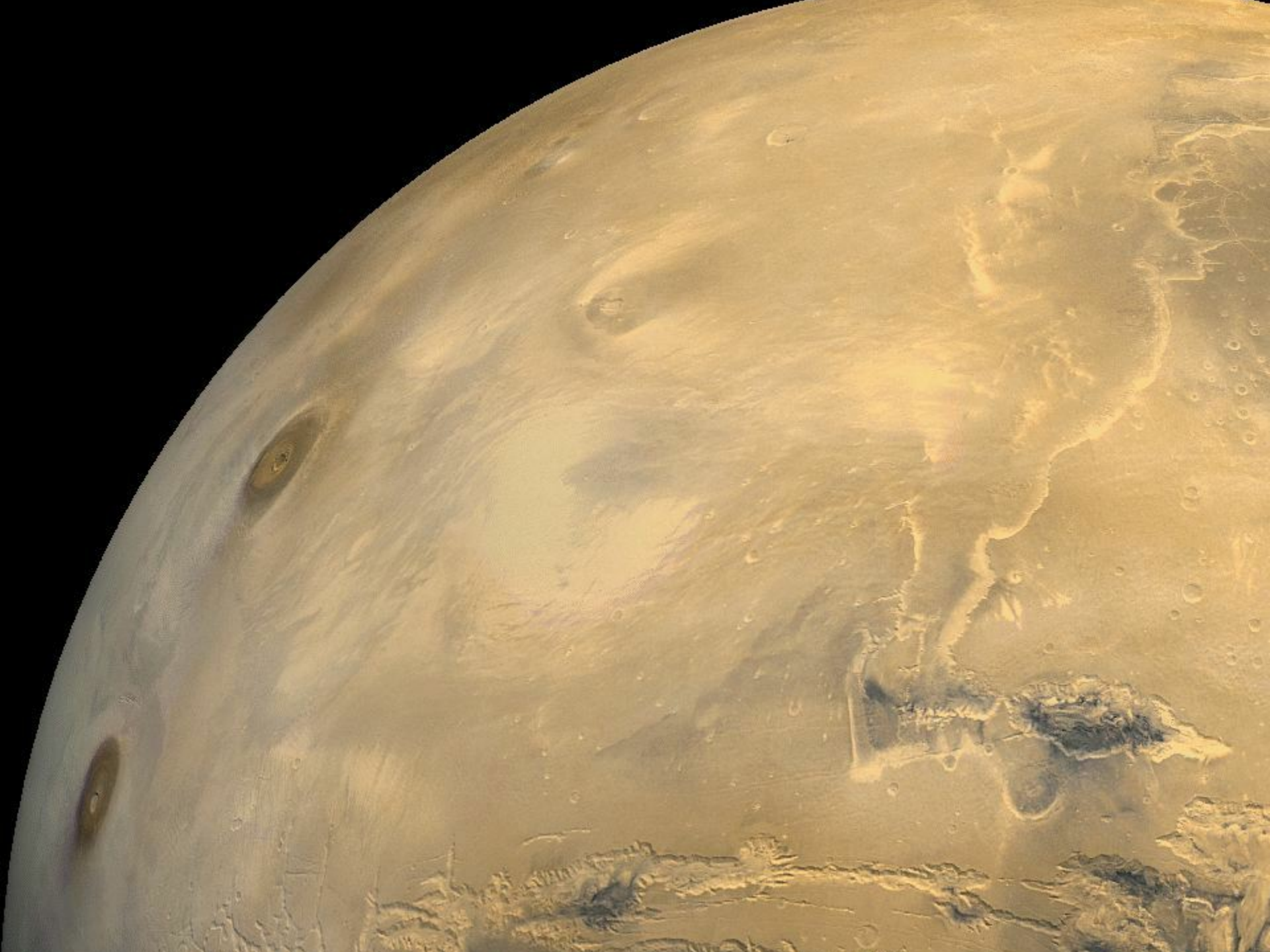
Oml.1,9 jr.

Rotat. 1

Temp.-140/+20

PHOBOS EN DEIMOS

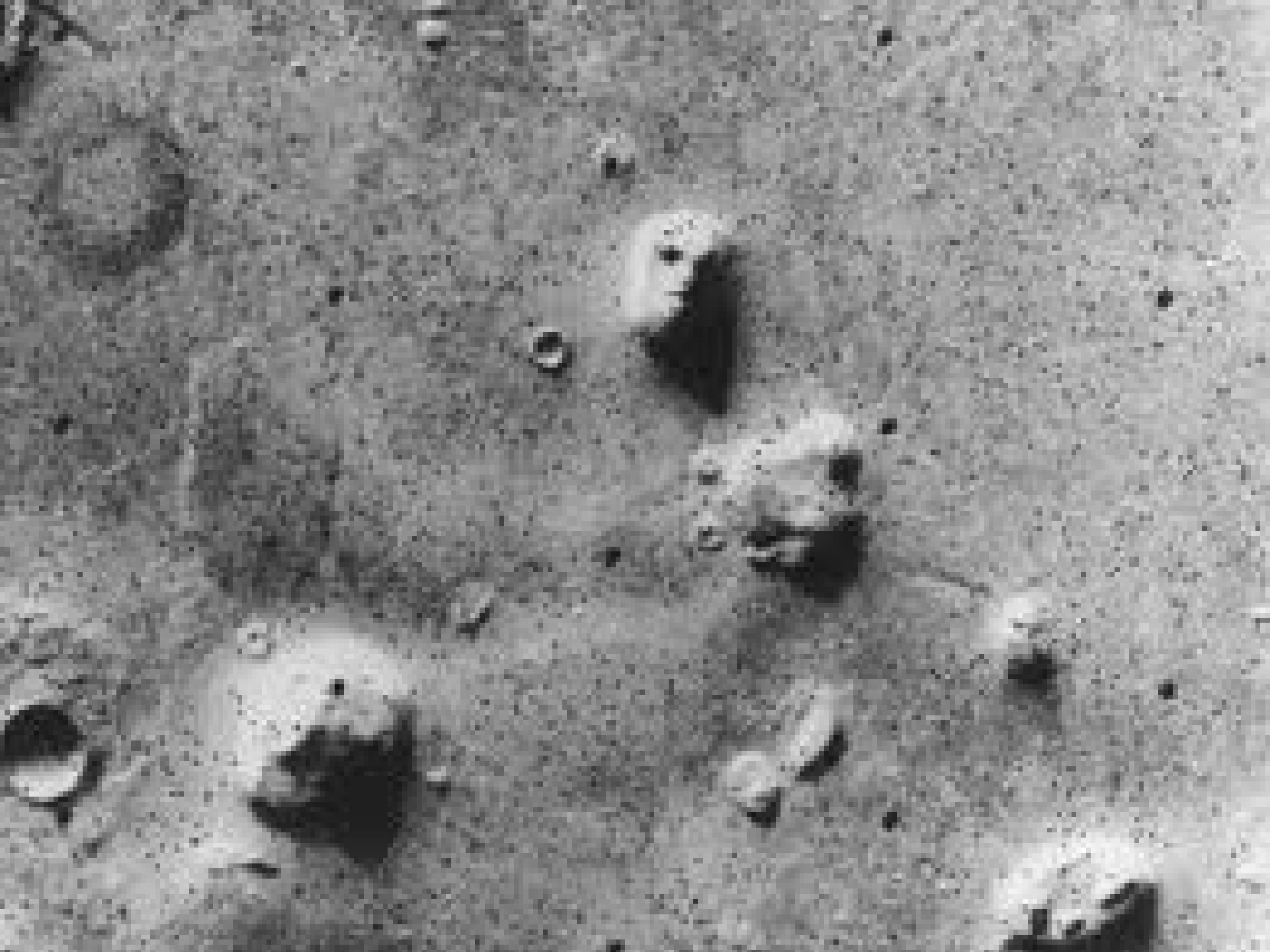




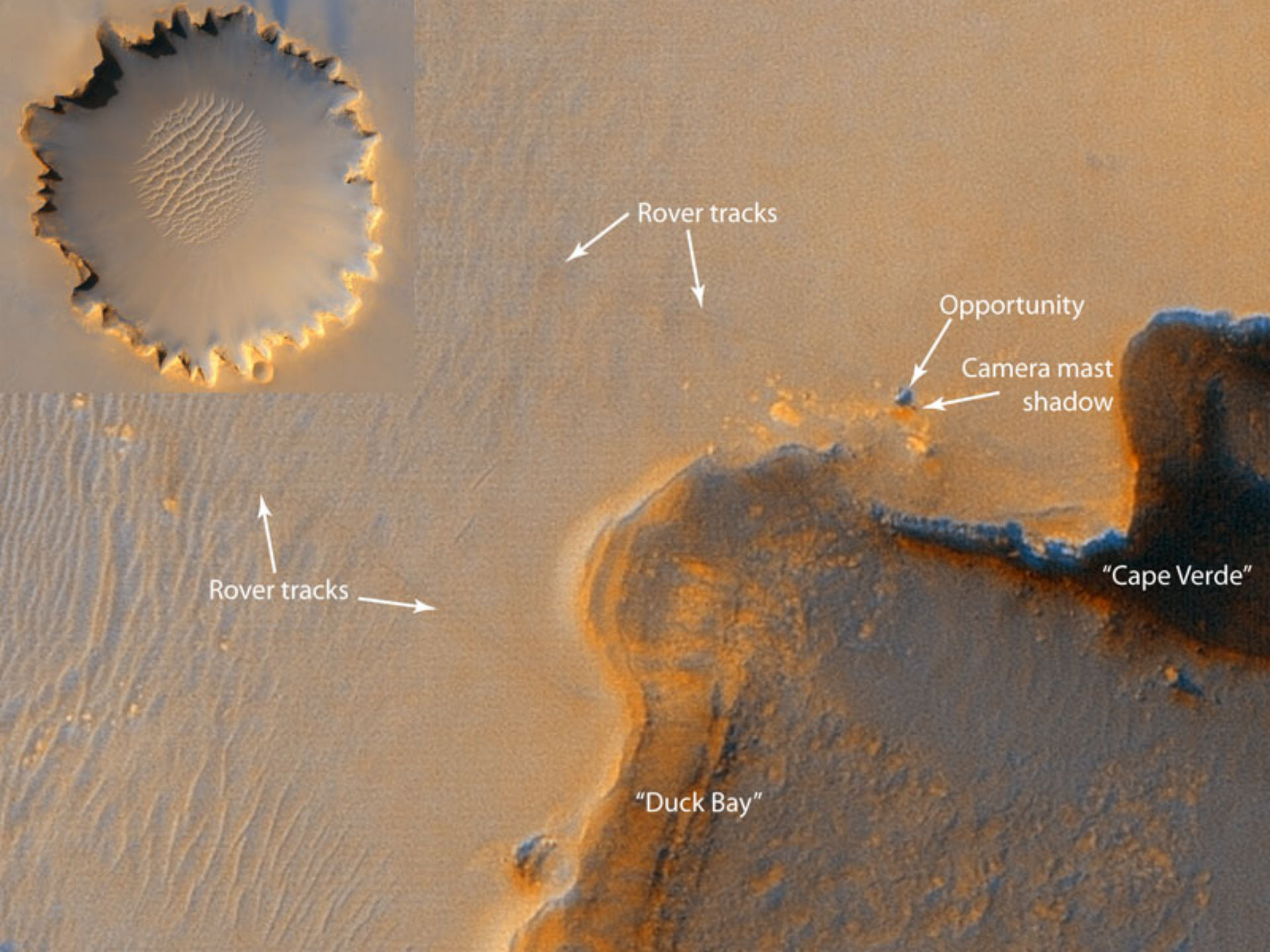


opportunity









Rover tracks

Opportunity

Camera mast shadow

Rover tracks

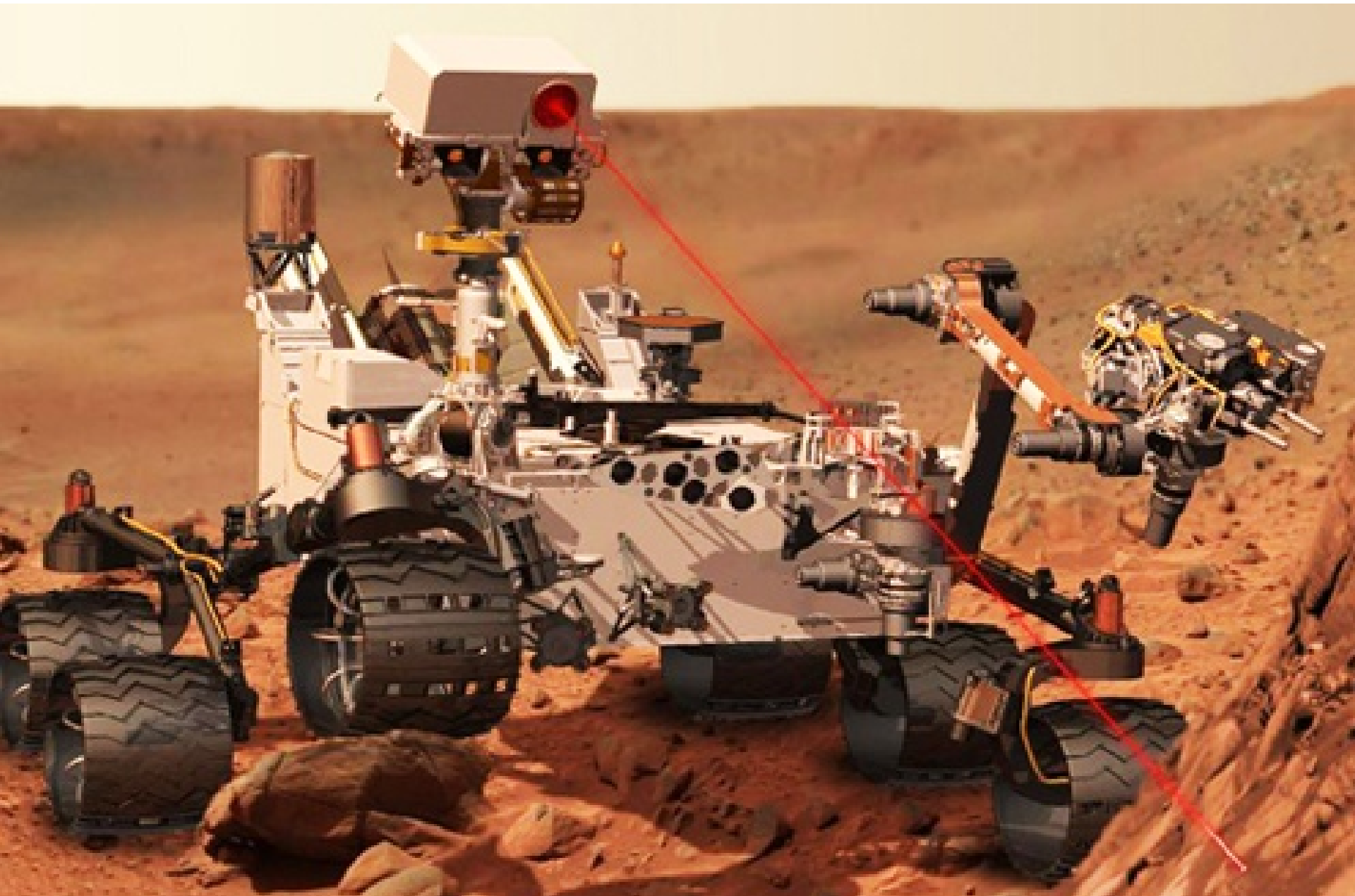
"Cape Verde"

"Duck Bay"

spirit



curiosity



JUPITER

Zonsafst. 5,2

Diam.11x aarde

Omloop 12 jr

Rotatie 0,4

manen o.a.: Io (vulkanen)

Europa (ijs)

Calisto(buitens)

Ganymedes

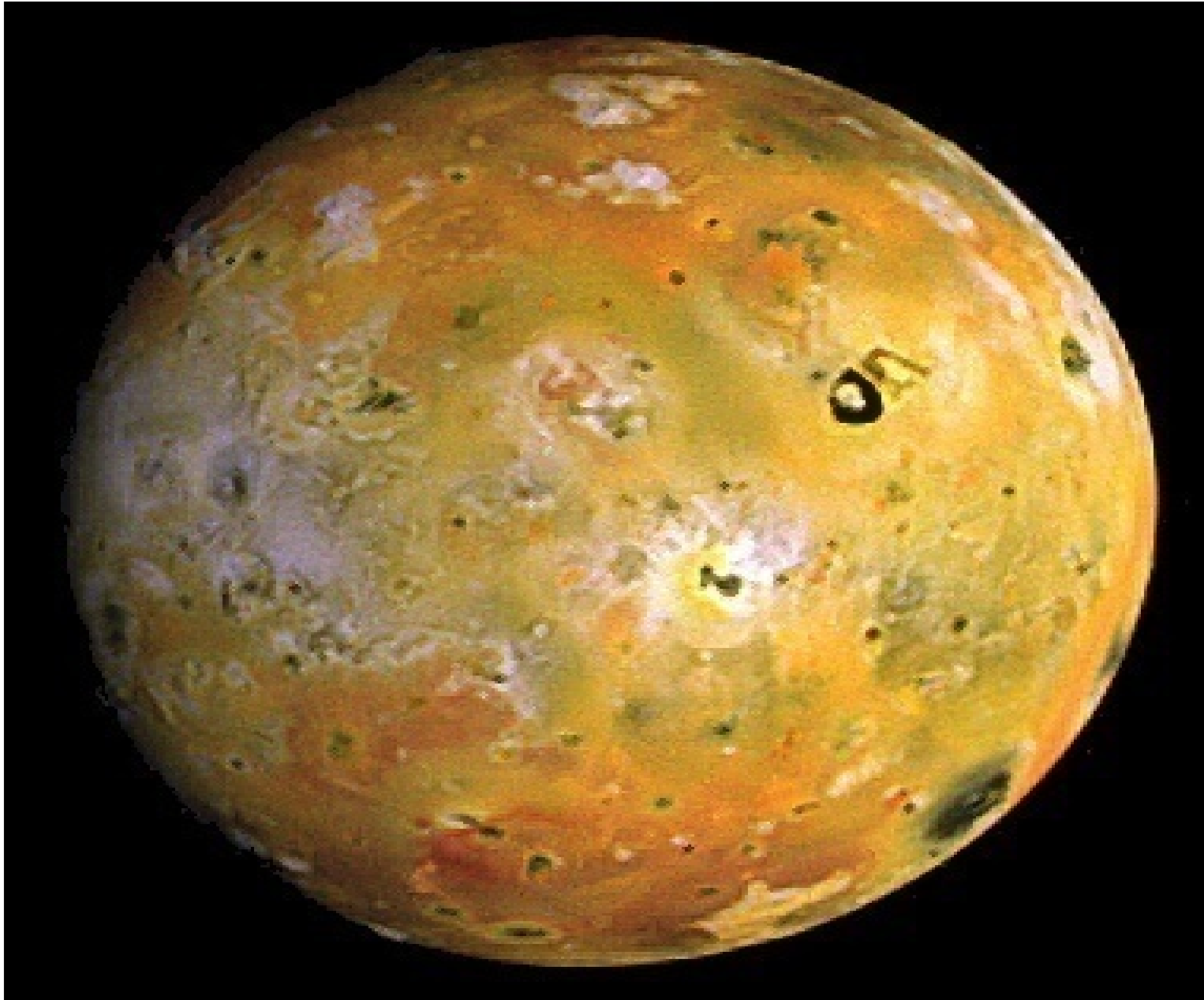
(grootste maan)

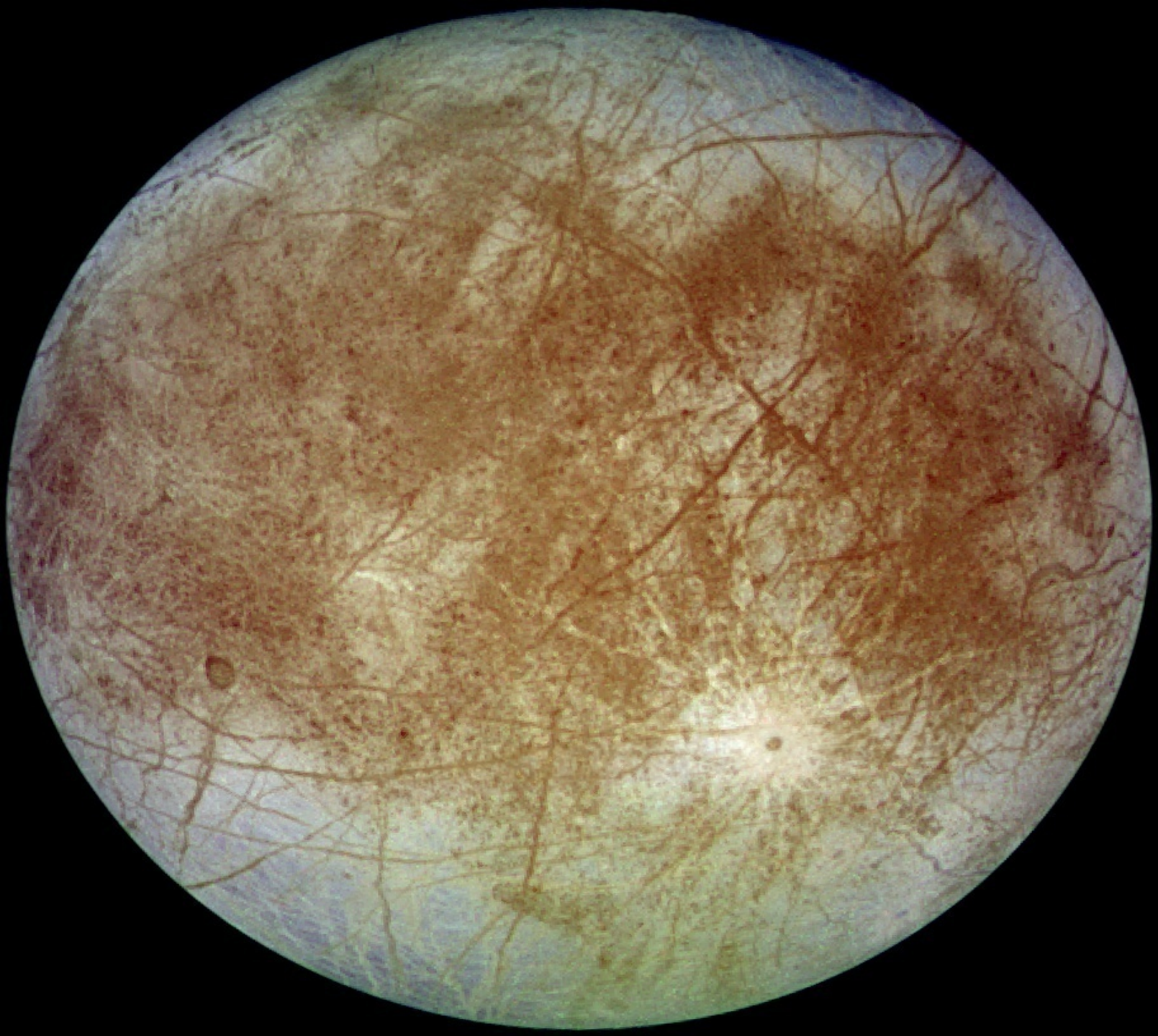


DE RODE
VLEK
3X ONZE
AARDE
300JAAR
STORM

IO met vulkanen

- Diameter 3600km





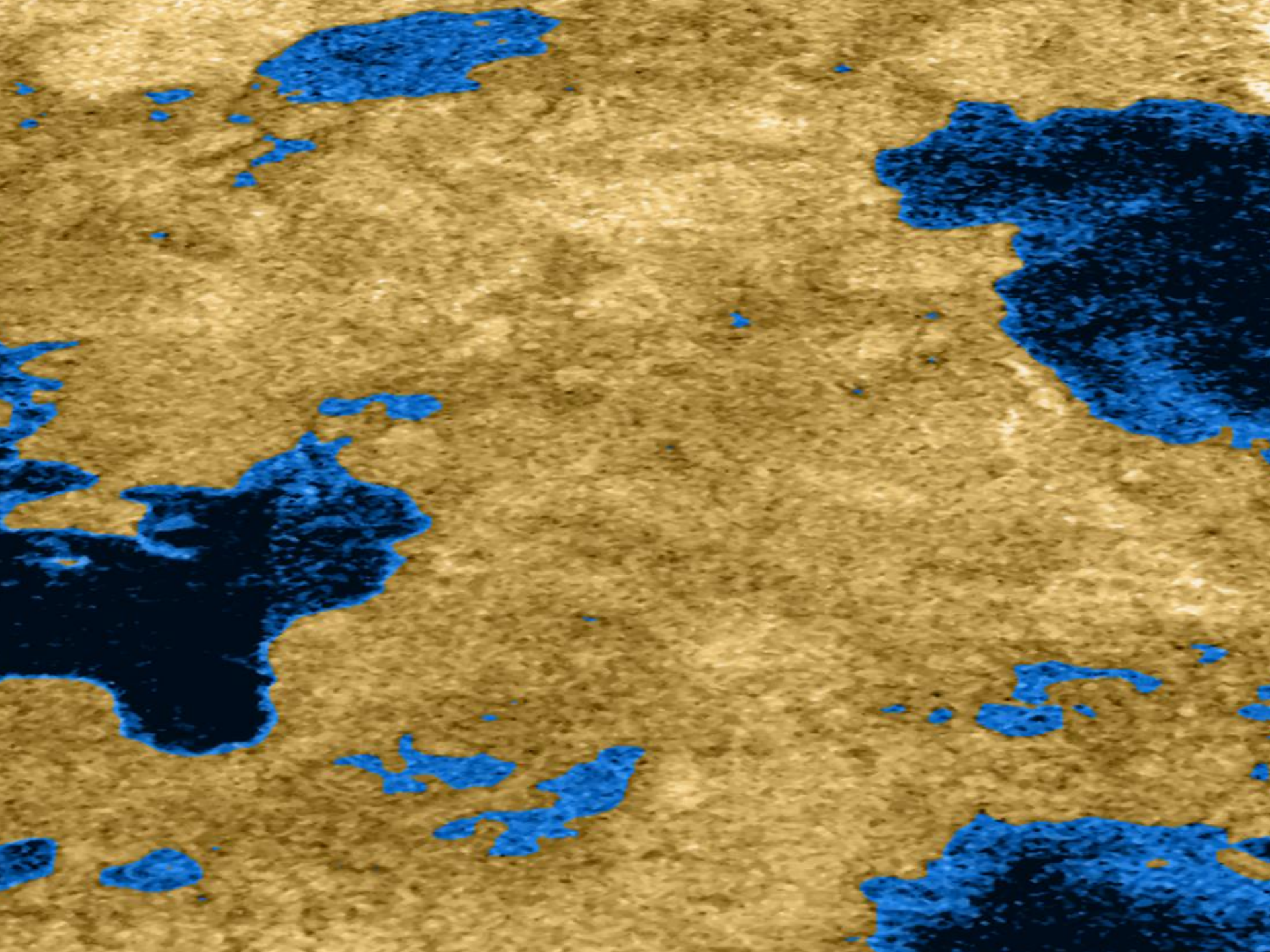
ijsmaan
europa
diam.
3100km

extremofielen

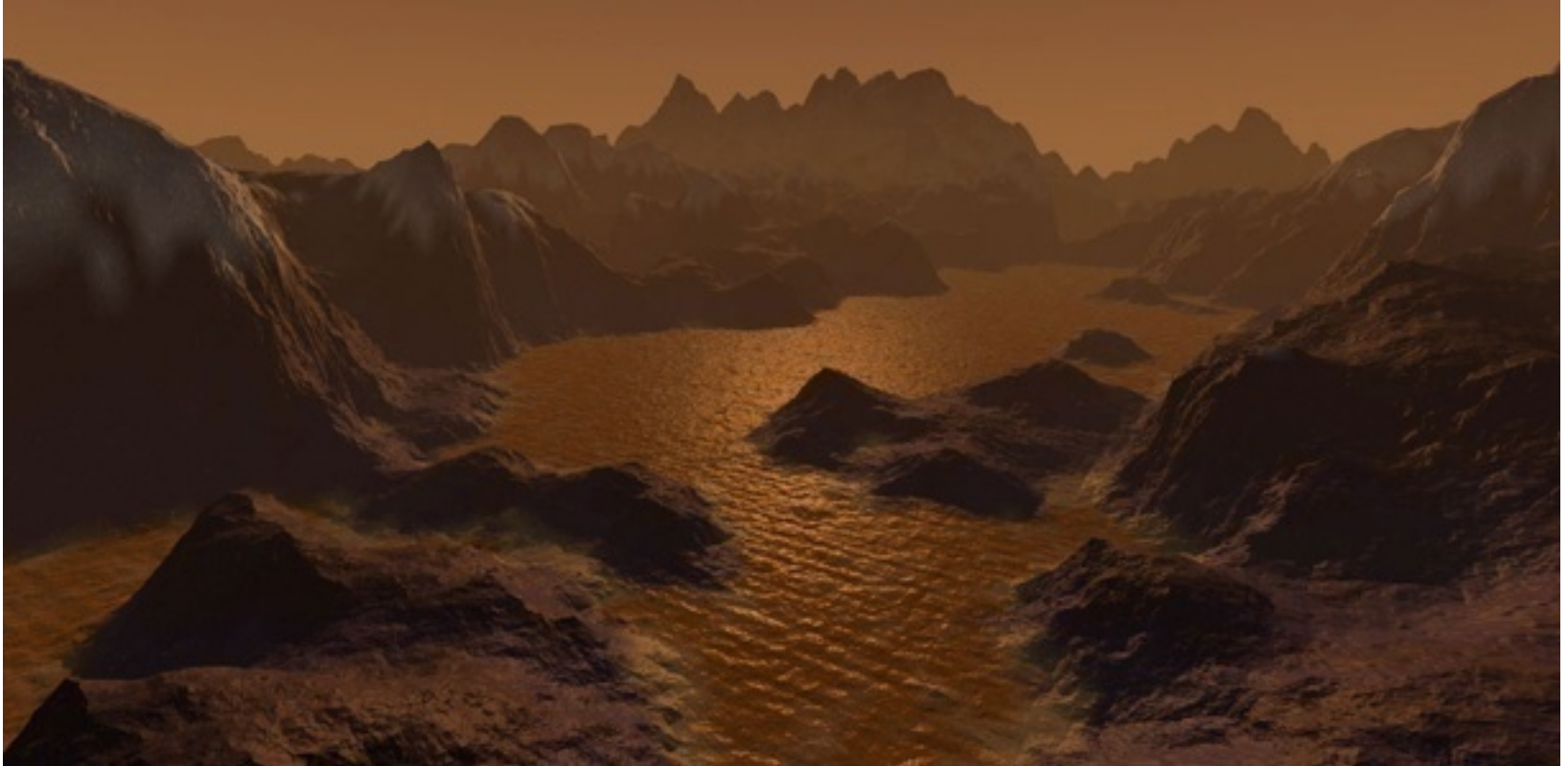
<http://web.uvic.ca/sciweb/pics/hydrothermal-vent.jpg>



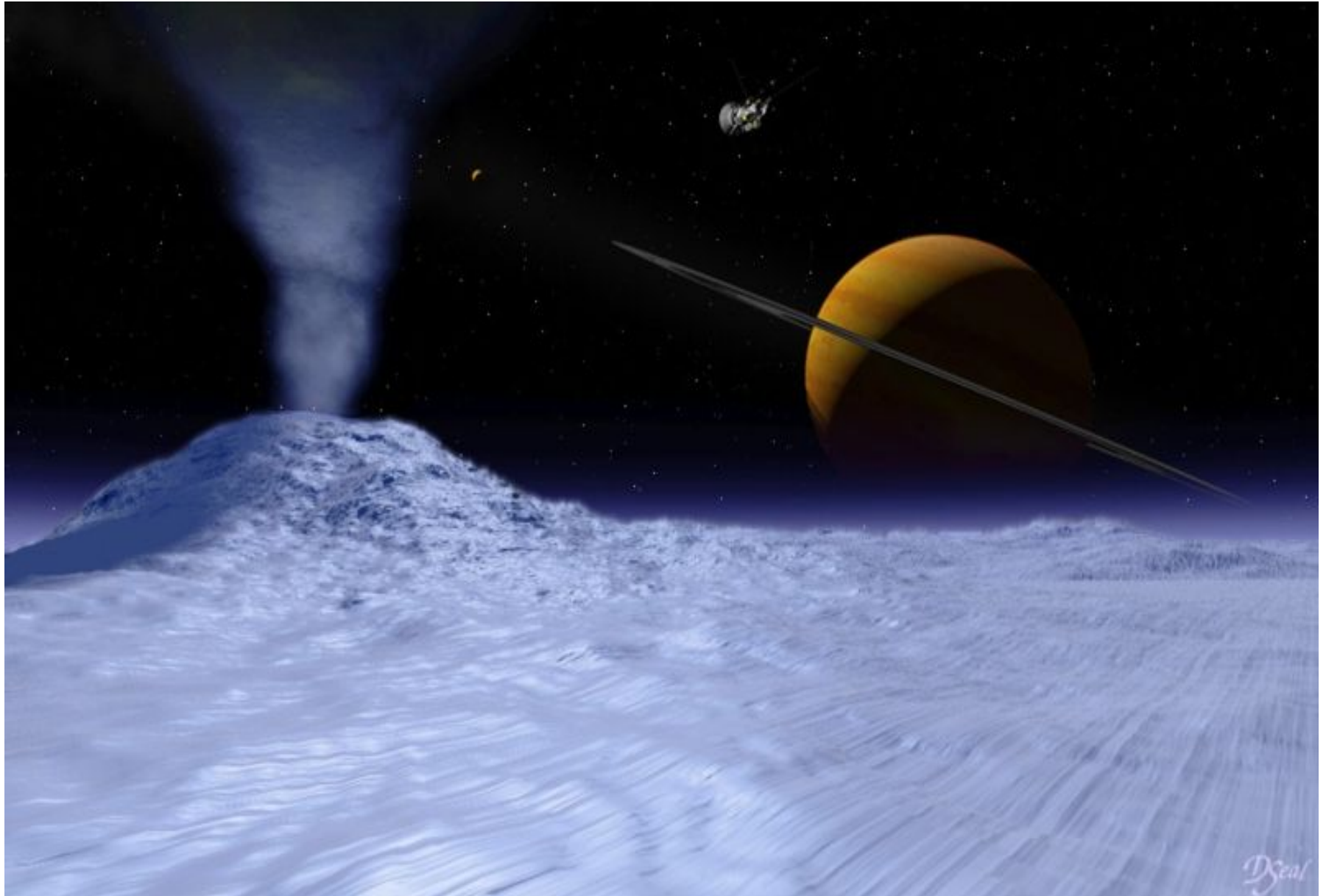
M



- Titan 1/7 g
- 1,5atm -190 C



Enceladus met waterfontijn

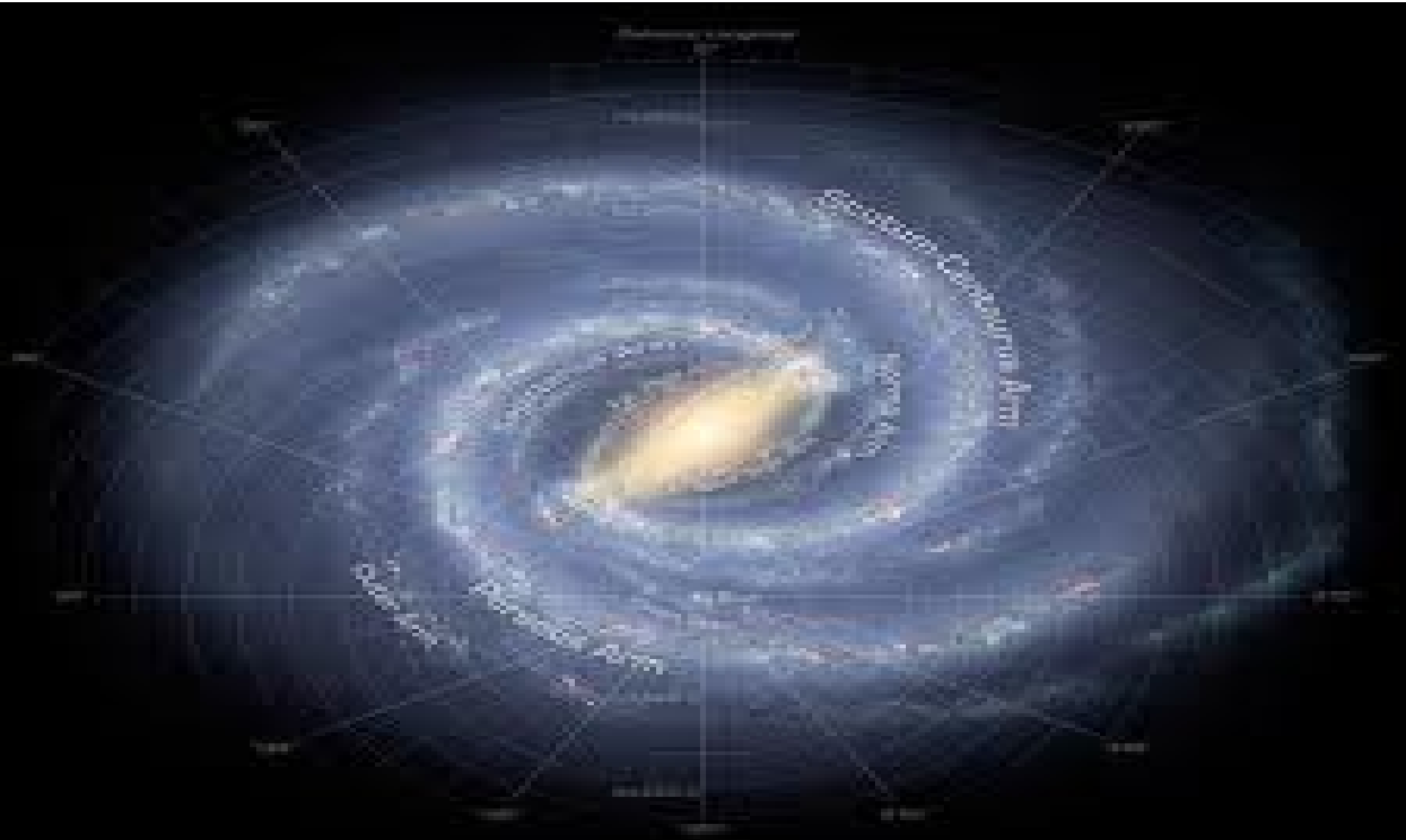


KOMEET KOHOUTEK

oortwolk



Onze melkweg

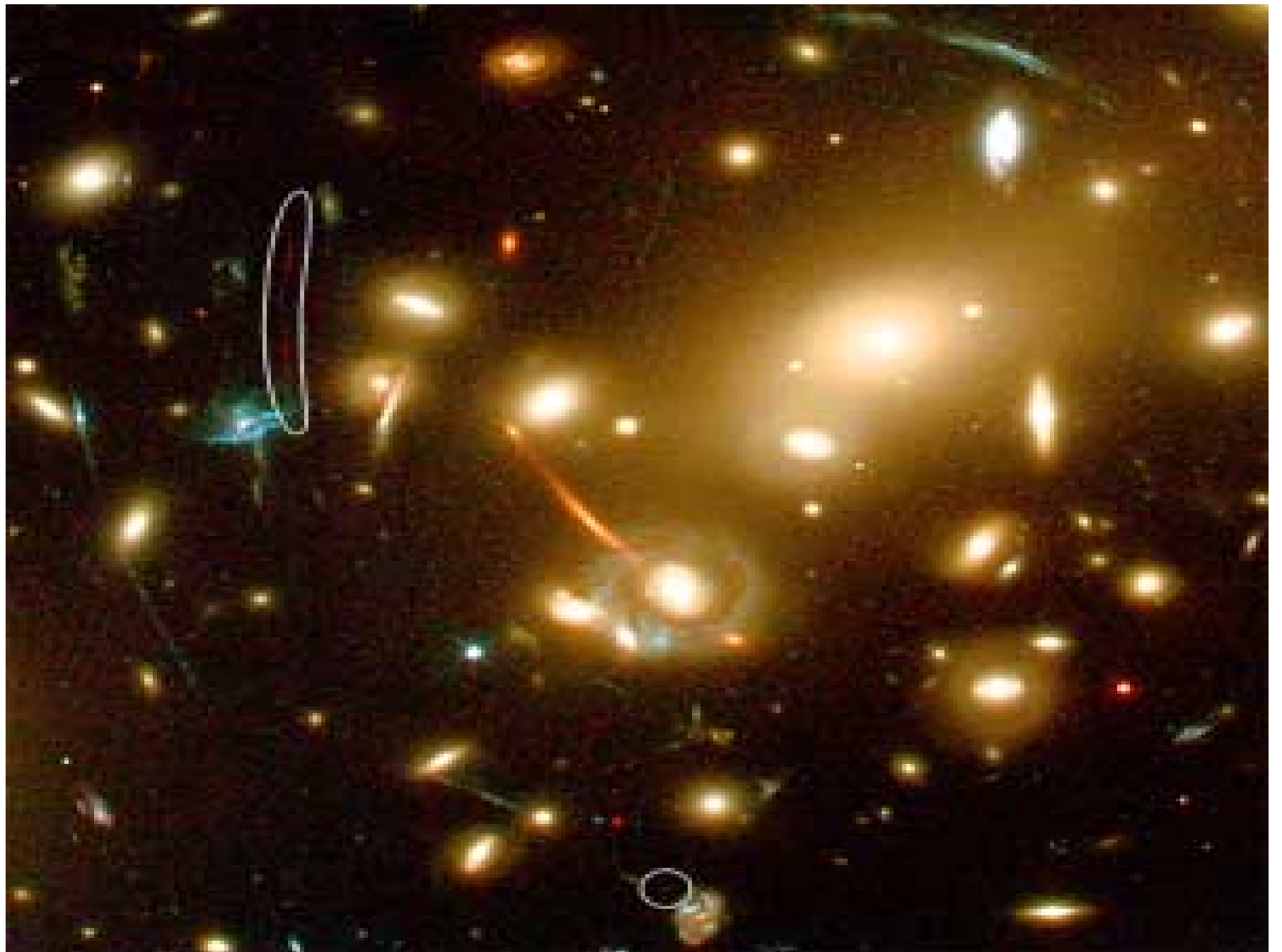


ANDROMEDA NEVEL



EEN BOTSING over 2/3 miljard
jaar met de buren





Schatting leefbare zones in onze melkweg met 200 miljard sterren

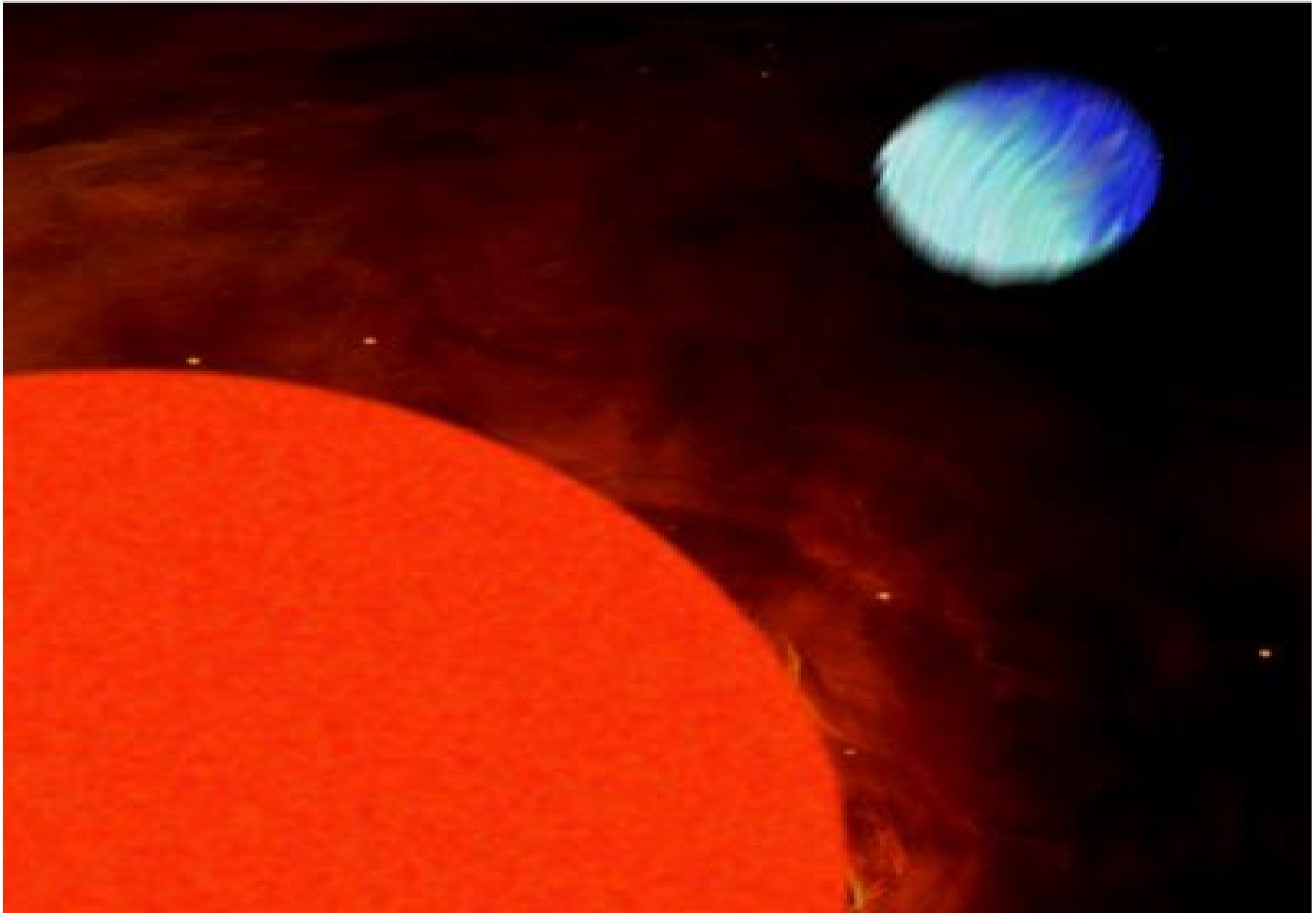
- Brede leefbare zones met extremofielen 1 miljard
- Leefbare zones voor complex leven 100 miljoen

Afhankelijk van de grootte (levensduur) van de ster en afstand tot de ster (goudklokjes zone)



Fig. 10.10
June 8, 1994 - 8:30am EST
Level 1000

exoplaneten



NRC 27/10/2019

ASTRONOMIE

Nabije ster heeft rotsachtige planeten waar een 'jaar' drie dagen duurt

Door onze medewerker
Eddy Echternach

AMSTERDAM. Rond een nabije ster cirkelen minstens drie rotsachtige planeten. Het gaat om de 'rode dwerg' GJ1061. Deze lichte, relatief koele ster staat onderaan de top 20 van meest nabije sterren. Hij is ongeveer 12 lichtjaar van ons verwijderd.

De ontdekking is gedaan door een internationaal onderzoeksteam onder leiding van Stefan Dreizler van de Georg-August-universiteit in Göttingen. In het kader van de zogeheten *Red Dots*-campagne hebben Dreizler en zijn collega's GJ1061 in 2018 onderzocht met het HARPS-instrument van de 3,6-meter telescoop van de Europese sterrenwacht op La Silla (Chili). Red Dots is een project waarbij specifiek wordt

geprobeerd om planeten op te sporen bij nabije rode dwergsterren.

Met HARPS kan worden vastgesteld of een ster kleine periodieke schommelbewegingen vertoont. Daarbij wordt gebruik gemaakt van het dopplereffect. Dit effect zorgt ervoor dat het licht van een ster een beetje blauwer wordt wanneer deze op ons af komt, en een beetje roder wanneer hij zich van ons verwijderd. Als rood- en blauwverschuiving elkaar regelmatig afwisselen, is dat een teken dat er een of meer planeten om de ster cirkelen.

De schommelbewegingen van GJ1061 wijzen erop dat er minstens drie planeten om de ster draaien. De binnenste van het stel, GJ1061 b, doet iets meer dan drie dagen over zo'n omloop. Anders gezegd: een 'jaar' duurt op deze planeet maar

Top 5 van nabije sterren met planeten

- 1 **Proxima Centauri**
Rode dwerg op 4,2 lichtjaar; 1 planeet
- 2 **Ster van Barnard**
Rode dwerg op 6 lichtjaar; 1 planeet
- 3 **Wolf 359**
Rode dwerg op 8 lichtjaar; 2 planeten
- 4 **Lalande 21185**
Rode dwerg op 8 lichtjaar; 1 planeet
- 5 **Epsilon Eridani**
Oranje dwerg ruim 10 lichtjaar; 2 planeten (onzeker)

ruim drie aardse dagen. De planeten c en d hebben omlooptijden van respectievelijk ongeveer 7 en 13 dagen.

Vergeleken met de planeten van ons eigen zonnestelsel zijn de 'rondetijden' van het drietal dus extreem kort. Dat komt doordat ze op kleine afstanden om hun moederster cirkelen. Zelfs de buitenste van de drie is maar 8 miljoen kilometer van de ster verwijderd. Het complete planetenstelsel zou dus moeilijk binnen de omloopbaan van Mercurius (de binnenste planeet van ons zonnestelsel) passen. De afstand zon-Mercurius is 58 miljoen kilometer.

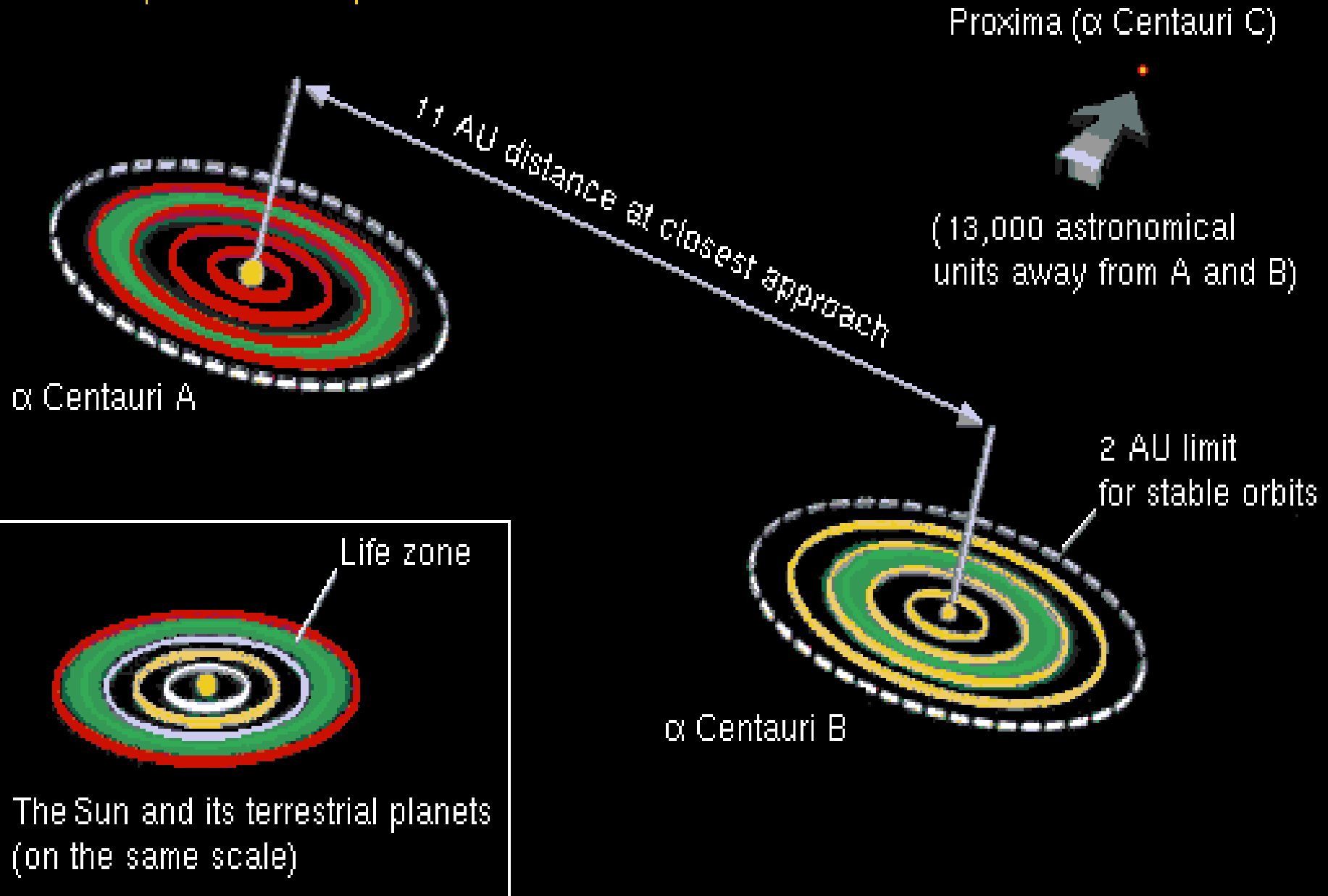
Toch zullen de temperaturen op de planeten van GJ1061 niet extreem hoog zijn. Hun ster straalt namelijk veel minder fel dan onze zon. Hierdoor ontvangt de buiten-

ste planeet, GJ1061 d, ongeveer net zoveel licht en warmte als onze aarde. Hoe de verdere omstandigheden op deze planeet zijn is echter onduidelijk. Wel kan een indicatie worden gegeven van zijn massa, die ruim vijftig procent groter is dan de aardmassa. De beide andere planeten laten vergelijkbare massa's zien. Daarmee vallen ze in de categorie 'superaardes'.

De nieuwe ontdekking brengt het aantal planetenstelsels binnen een afstand van 12 lichtjaar op elf. In verreweg de meeste gevallen gaat het daarbij om rode dwergsterren.

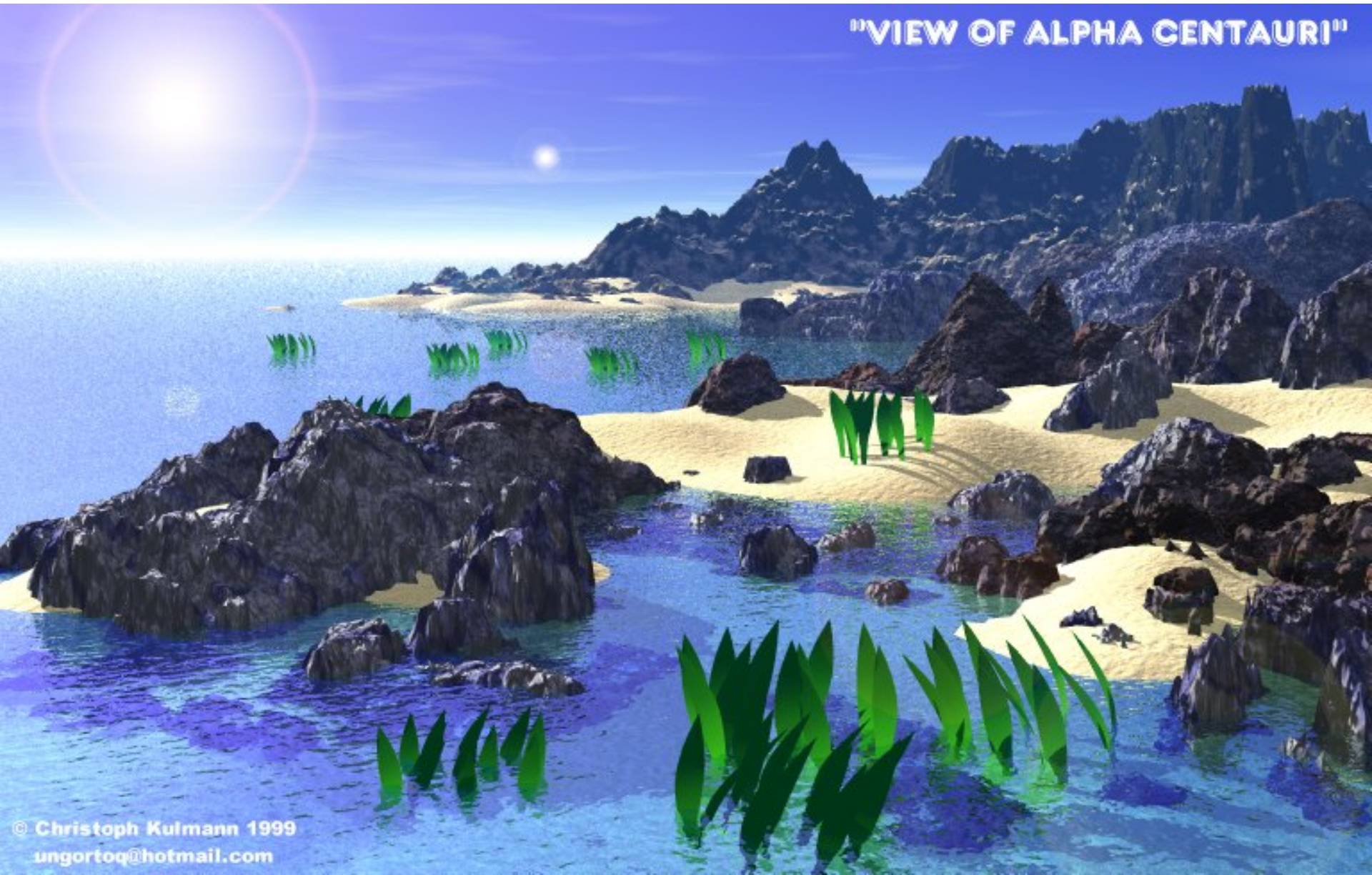
De resultaten van dit onderzoek zullen binnenkort verschijnen in het vaktijdschrift *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. Een 'voorproef' is al te vinden op de preprint-site arXiv.

Possible planets at Alpha Centauri

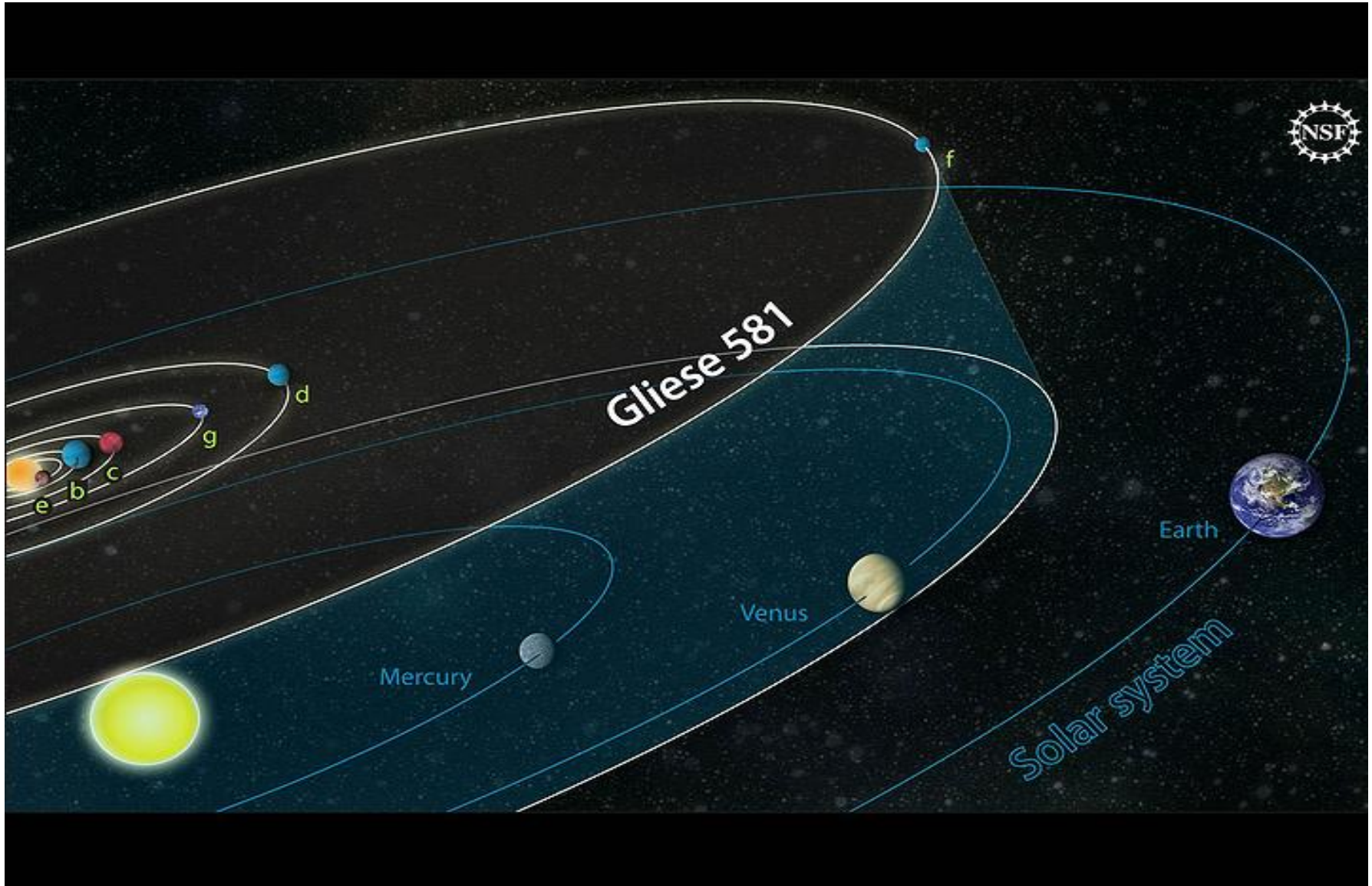


Planeet bij alfa centauri-b, met ac-a als kleine zon op de achtergrond

"VIEW OF ALPHA CENTAURI"



3-4x zwaarder dan de
aarde;jaar=37dgn;geen draaing

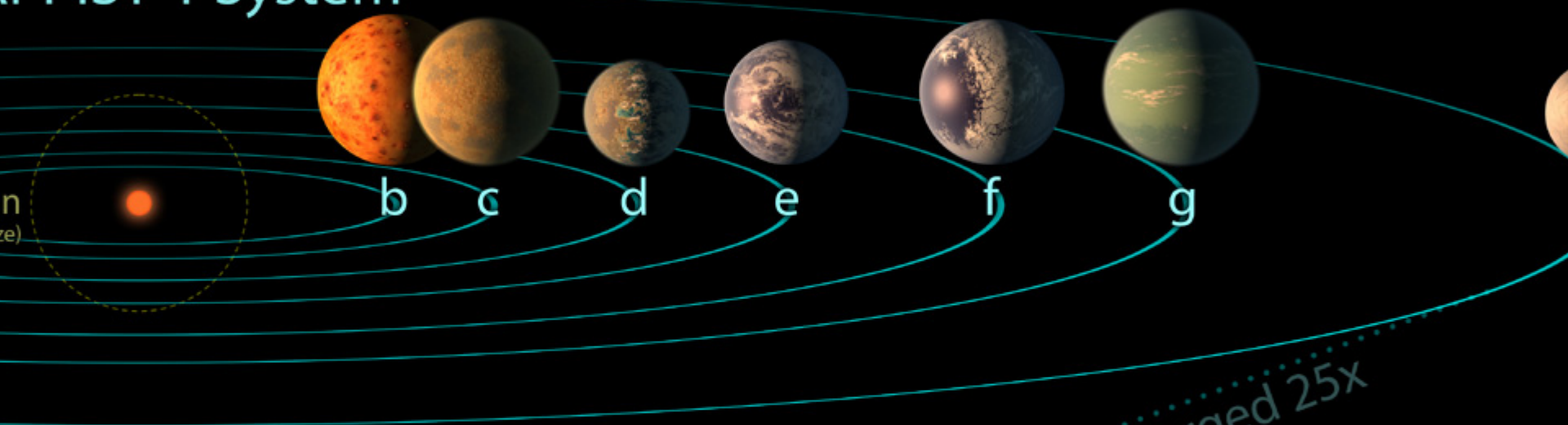


Kepler 22b 6600lj'; 2,4 aarde

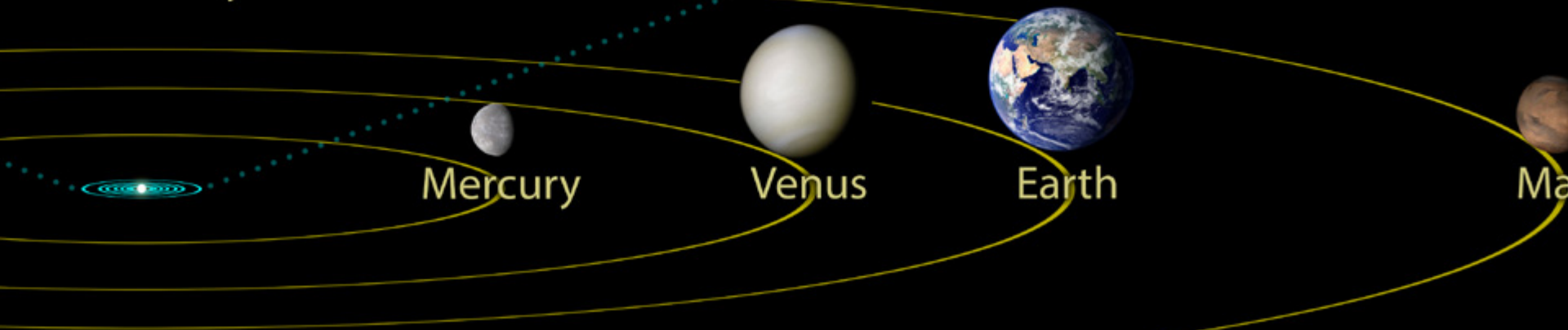




Kepler-90 System



Kepler-90 System vs. Our Solar System



Paardekopnevel (7000 lj)



DUBBELSTER



Identiteitskaart van het heelal (binnen de waarnemings horizon)

| | | | |
|-----|---------|-----------|---------------|
| Sec | 1000 | 1.000.000 | 1.000.000.000 |
| | 16 min. | 12 dagen | 32 jaar |

– Diameter (zichtbaar):
ca. 27.4 miljard
lichtjaar

Leeftijd (=straal): ca.
13.7 miljard jaar
Aantal sterrenstelsels:
100 à 300 miljard

- Dimensies: 4
(1 tijdsachtige, 3
ruimte-achtigen)
- Krachten: 4

Gravitatie,
sterke wisselwerking,
zwakke wisselwerking,
elektromagnetisme

- Leven: ja



Leven is het instrument waarmee de
cosmos zichzelf begrijpt

Wat wij zien is een schaduw van de
werkelijkheid (Plato)

De natuur is alleen te beheersen als
wij haar gehoorzamen.

(Francis Bacon)

| | | | |
|---------|---------|-----------|---------------|
| sec /mm | 1000 | 1.000.000 | 1.000.000.000 |
| | 17 min. | 12 dagen | 32 jaar |
| | 1 meter | 1 km. | 1000 km |