



Netherlands Institute for Space Research

Leven in ons Zonnestelsel?

GVWS, 't Vinkhuys
Vrijdag 20 oktober 2017
Jan de Boer

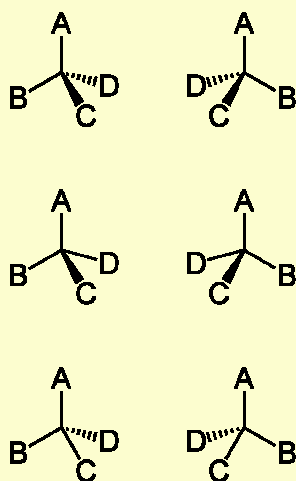
Inhoud

- Iets over de chemische samenstelling van leven
- Intelligent buitenaards leven zoeken of het kleine?
- Bewoonbare zone Zon
- Kandidaten voor zoektochten naar leven

IETS OVER DE CHEMISCHE SAMENSTELLING VAN LEVEN

3

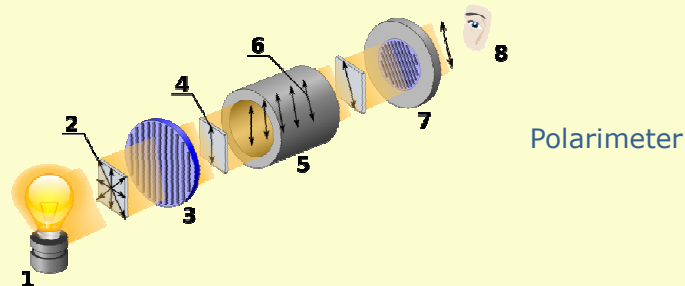
Enantiomeer molecuul-paar



- In levend weefsel vaak 1 versie van zo'n paar
- Koolstofatoom (midden, meestal niet aangegeven) met atoom(-groepen) A, B en C.
- Hier gaat de zwarte wig naar voren, de gearceerde naar achteren.
- Links: A ziet tegen de klok in B-C-D, Rechts: met de klok mee.
- Dus elkaars spiegelbeeld

4

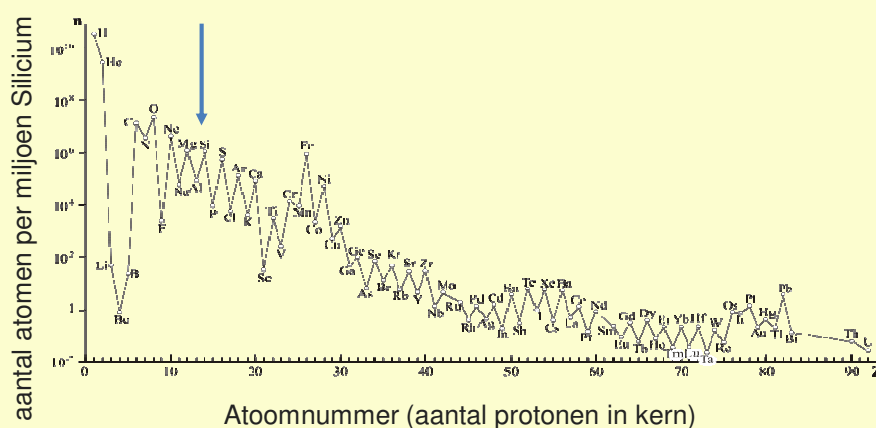
Links- /rechtsdraaiend



Monochrome bron 1, polarisator 3 laat verticale polarisatie door naar stof in 5, waarnemer 8 ziet licht na ev. verdraaiing van tweede polarisator, analysator 7, hier naar met de klok mee. De stof blijkt rechtsdraaiend (dextro-). (Links is levo-). L- en D- zijn chemisch niet te onderscheiden, alleen optisch. Leven op aarde maakt L-aminozuren en D-suikers.

5

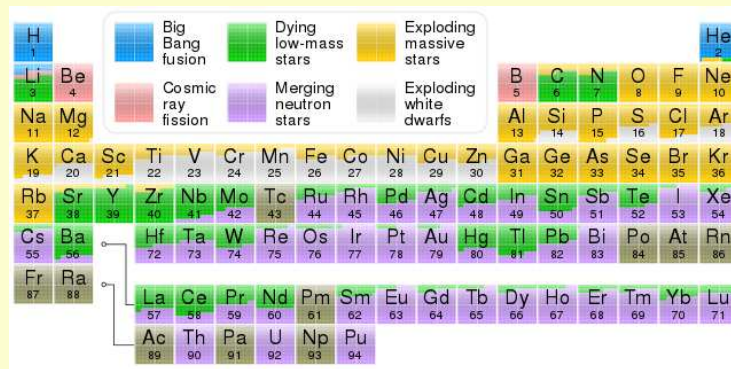
Abundantie atomen in heelal



In gebruik voor leven meest H C N O P, waterstof, koolstof, stikstof, zuurstof, fosfor (mens ook Ca voor skelet)
Meer op [https://nl.wikipedia.org/wiki/Abundantie_\(scheikunde\)](https://nl.wikipedia.org/wiki/Abundantie_(scheikunde))

6

Oorsprong elementen



Onze meest complexe moleculen DNA en RNA bestaan uit H C N O P

7

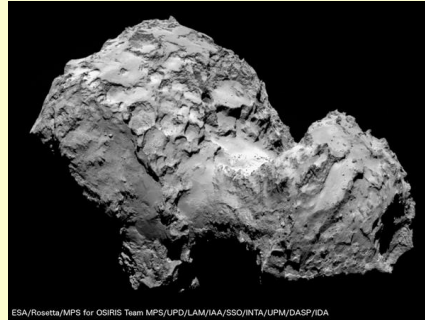
Abundantie mens

Element	Massafractie (%)	Massa (kg)	Percentage atomen	Aantal atomen
Zuurstof	65	43	24	$1,61 \times 10^{27}$
Koolstof	18	16	12	$8,03 \times 10^{26}$
Waterstof	10	7	63	$4,22 \times 10^{27}$
Stikstof	3	1,8	0,58	$3,9 \times 10^{25}$
Calcium	1,5	1,0	0,24	$1,6 \times 10^{25}$
Fosfor	1	0,780	0,14	$9,6 \times 10^{24}$
Kalium	0,25	0,140	0,033	$2,2 \times 10^{24}$
Zwavel	0,25	0,140	0,038	$2,6 \times 10^{24}$
Natrium	0,15	0,100	0,037	$2,5 \times 10^{24}$
Chloor	0,15	0,095	0,024	$1,6 \times 10^{24}$
Magnesium	0,05	0,019	0,0070	$4,7 \times 10^{23}$
Ijzer	0,006	0,0042	0,00067	$4,5 \times 10^{22}$
Fluor	0,0037	0,0026	0,0012	$8,3 \times 10^{22}$
Zink	0,0032	0,0023	0,00031	$2,1 \times 10^{22}$
Silicium	0,002	0,0010	0,0058	$3,9 \times 10^{23}$

Zie verder [https://nl.wikipedia.org/wiki/Abundantie_\(scheikunde\)](https://nl.wikipedia.org/wiki/Abundantie_(scheikunde))

8

Organische moleculen



Deel Murchison meteoriet - Komeet 67P/Churyumov-Gerasimenko

Op deze objecten organische moleculen ouder dan zonnestelsel. Meteorieten en kometen brachten die op Aarde, maar ook op andere planeten en op manen. Op meteorieten ook nucleobasen (informatie-elementen in DNA).

9

**INTELLIGENT BUITENAARDS
LEVEN ZOEKEN OF HET KLEINE?**

10

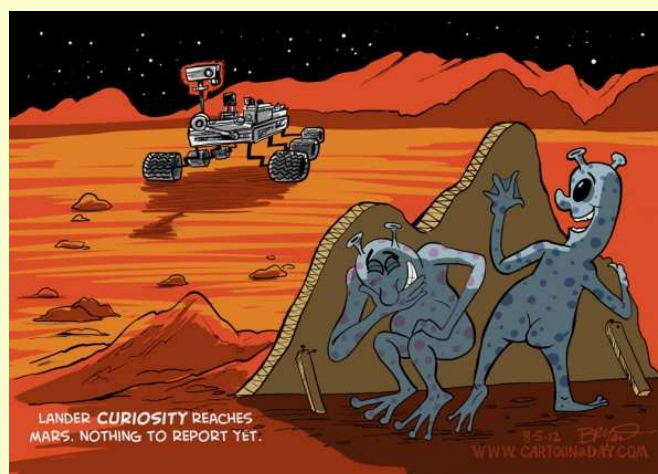
Moonwalkers, leven op de Maan



Intelligent leven, algemener dieren, zien we op de Aarde, en er liepen af en toe mensen op de Maan. Hoe zijn de kansen om het ergens aan te treffen?

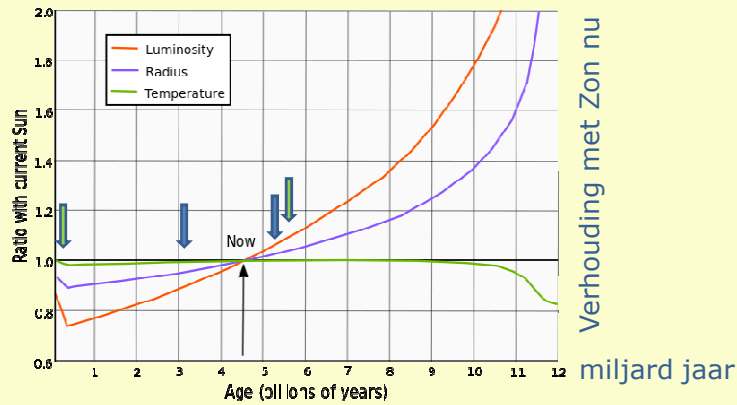
11

Geen leven op Mars ontdekt



12

Evolutie Zon en aards leven



— Helderheid zon, wordt te groot voor leven op Aarde

→ begin en einde eencelligen

→ begin en einde meercelligen

Begin intelligent leven een fractie voor Now

https://en.wikipedia.org/wiki/Future_of_Earth en

https://en.wikipedia.org/wiki/Timeline_of_the_evolutionary_history_of_life

13

Massa aandelen leven

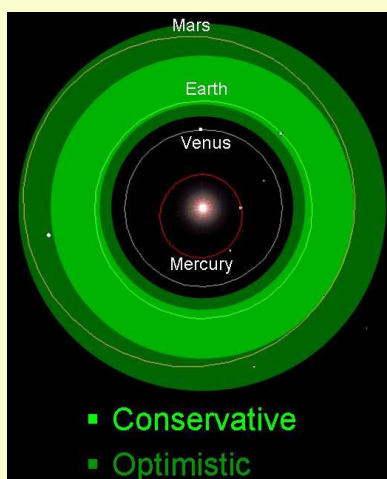
- Biomassa is ruim de helft eencelligen
- De restmassa is vrijwel geheel planten
- Van de dierlijke massa zijn de >7000 soorten aardworm 80%
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Biomass_\(ecology\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Biomass_(ecology))
- Dus vooral naar buitenaards microbieel leven zoeken. Dat heeft het grootste tijdsaandeel en het grootste massa-aandeel.

14

BEWOONBARE ZONE ZON

15

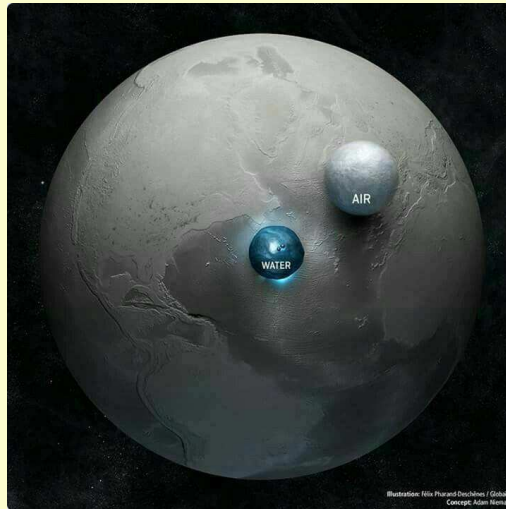
Bewoonbare zone Zon



- Zoeken naar water, organische moleculen lijken niet het probleem.
- Bewoonbare (habitable) zone: daar waar eventueel water vloeibaar zou zijn.
- Omvat niet Venus. Er is geen vloeibaar water.
- Mars is marginaal. Nu is er geen vloeibaar water meer. Zoektocht gaat door.
https://www.theregister.co.uk/2016/08/24/no_we_havent_found_liquid_water_on_mars_says_nasa/

16

Vloeibaar water op Aarde



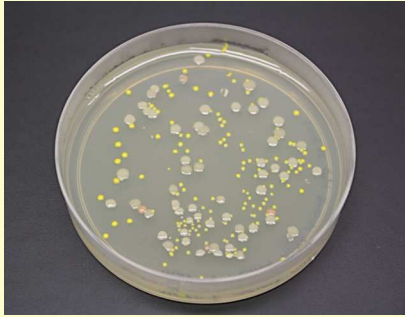
17

Subglaciale meren Zuidpool

- Niet door Zon vloeibaar, maar door aardwarmte.
- Lake Whillans is een meer onder 800 m ijs. Bijna 4000 soorten eencelligen leven daar. Het ecosysteem lijkt gebaseerd op oxidatie van ammoniak en methaan.
https://en.wikipedia.org/wiki/Lake_Whillans
- Lake Ellsworth ligt onder 3,4 km ijs. Er wordt leven vermoed, maar een boring is afgebroken.
[https://en.wikipedia.org/wiki/Lake_Ellsworth_\(Antarctica\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Lake_Ellsworth_(Antarctica))
- Het meer bekende Lake Vostok ligt onder 4 km ijs. De vondst van leven wordt betwist.
https://en.wikipedia.org/wiki/Lake_Vostok

18

Lake Whillans



- https://en.wikipedia.org/wiki/Lake_Whillans
- <http://www.nature.com/news/lakes-under-the-ice-antarctica-s-secret-garden-1.15729> met bacteriekweek
- <https://news.nationalgeographic.com/news/2015/01/150127-antarctica-translucent-fish-microbes-ice/>

19

**KANDIDATEN VOOR
ZOEKTOCHTEN NAAR LEVEN**

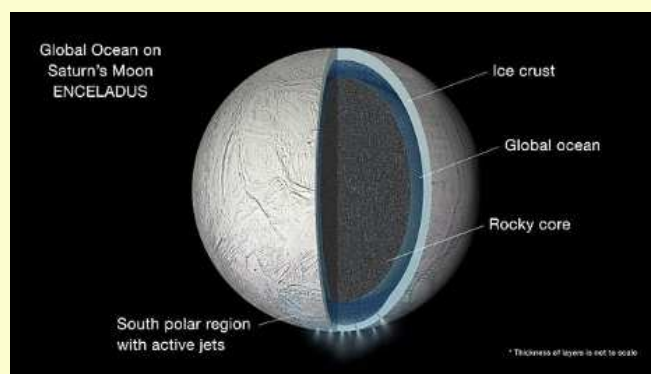
20

Manen van reuzenplaneten

- Buiten de bewoonbare zone geen vloeibaar water door zonnewarmte.
- Op manen van reuzenplaneten warmte door sterk getijdeneffect. Manen worden in hun elliptische baan gekneed. Op manen met ijs kan zo vloeibaar water bestaan.
- Kanshebbers zijn manen van Saturnus:
- Enceladus. Cassini nam water geysers waar.
- Titan. Onder dikke ijslaag mogelijk vloeibaar methaan met water.
- Europa en Ganymedes bij Jupiter.
- Ze worden doelwit voor geplande/ontworpen ruimtemissies.

21

Enceladus

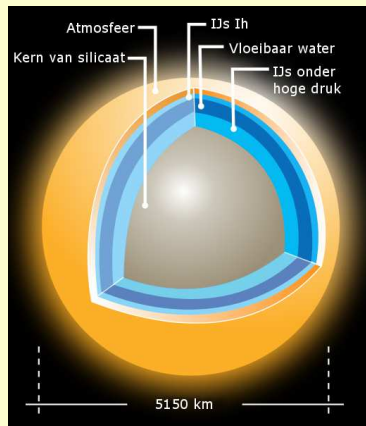


Enceladus Life Finder (ELF) en Life Investigation For Enceladus (LIFE) zijn ontworpen voor NASA missies voor onderzoek naar mogelijk leven.

https://en.wikipedia.org/wiki/Astrobiology#Enceladus_Life_Finder en de paragraaf daarna.

22

Titan

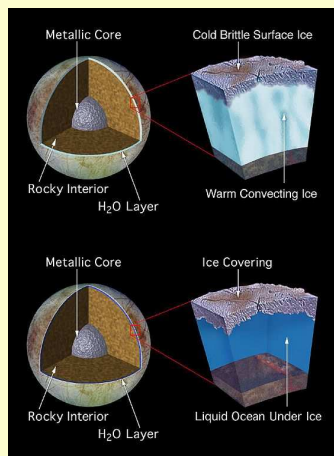


- Journey to Enceladus and Titan (JET)
- Explorer of Enceladus and Titan (E2T)
- Ontwerpen voor onderzoek naar mogelijkheden voor leven.

https://en.wikipedia.org/wiki/Journey_to_Enceladus_and_Titan
https://en.wikipedia.org/wiki/Explorer_of_Enceladus_and_Titan

23

Europa

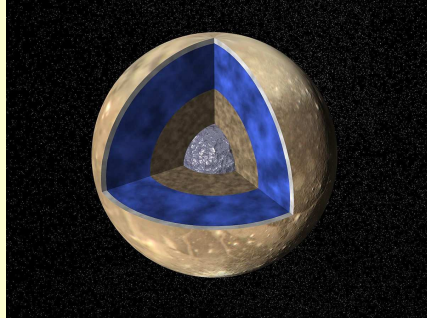


- Europa Clipper is een orbiter plus lander
- Een geplande "Flagship Program mission" voor 2025

https://en.wikipedia.org/wiki/Europa_Clipper

24

Ganymedes



- Mogelijk meer water dan alle oceanen op Aarde.
- Jupiter ICy moons Explorer (JUICE) is een ESA missie gepland voor 2022.

https://en.wikipedia.org/wiki/Jupiter_Icy_Moons_Explorer