

Astrobiologija

Gyvybės kilmė ir evoliucija

Vassilissa Vinogradoff, Beatriz García, Rosa M. Ros

International Astronomical Union

CNRS, Aix-Marseille Université, PIIM laboratory, Marseille, France.

CONICET/Universidad Tecnológica Nacional, Mendoza, Argentina

Universidad Politécnica de Cataluña, Spain



Astrobiologijos apibrėžimas

Astrobiologija - tai ne disciplina, o tarpdisciplininė veikla, susijusi su gyvybės atsiradimo ir evoliucijos Žemėje bei jos galimo buvimo kitose Visatos dalyse klausimais; ji apima visas šiuo klausimu besidominčias sritis - nuo astronomijos iki biologijos, įskaitant geologiją ir chemiją, taip pat mokslo istoriją ir filosofiją.



Etimologija: Egzobiologija ir astrobiologija

Prasidėjus kosmoso lenktynėms ir pirmosioms Mėnulio bei Marso tyrinėjimo misijoms, iškilo biologinės taršos pavojus.

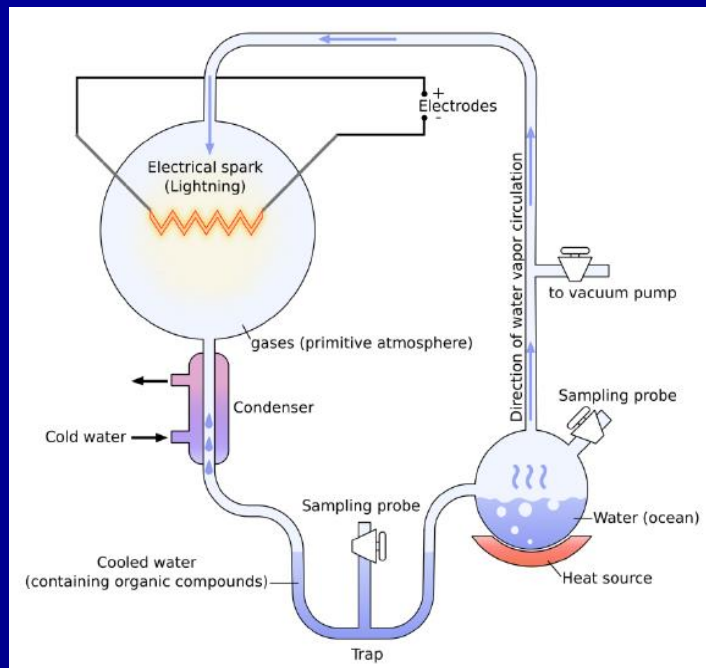
Pirma, mokslininkai darė prielaidą, kad mikrobai greičiausiai neatlaikys kosmoso sąlygų.

Šiandien žinome, kad taip nėra, ir, pavyzdžiui, tardigradai sugeba atsispirti ekstremalioms sąlygoms. Sąlygas, įskaitant esančias kosmose, ir tai nėra pavienis atvejis.



Vandens meškutis (tardigrade),
Hypsibius exemplaris
(Credit: B. Goldstein & V. Madden)

Etimologija: Egzobiologija ir astrobiologija



Millerio-Urey eksperimento schema. (Credit: S. La Barre)

Nuo Millerio-Urey'aus novatoriško eksperimento prasidėjo cheminiai tyrimai, skirti pirmųjų prebiotinių molekulių sintezei laboratorijoje. Atsiranda nauja pagrindinė gyvybės kilmės paieškos disciplina, susijusi su kosmoso tyrimais: 1960 m. Joshua Lederbergas įvedė terminą „eksobiologija“.

Terminą „astrobiologija“ 2015 m. patvirtino Tarptautinė astronomų sąjunga (IAU).

Astrobiologijos tikslai

- Apibrėžti, kas yra gyvybė.
- Nustatyti gyvybės kilmę.
- Ieškokite seniausių jos pėdsakų.
- Suprasti jos evoliucijos Žemėje mechanizmus.
- Ieškoti gyvybės visatoje.



Apibrėžti gyvybę



Šis klausimas reikalauja mokslinių argumentų, tačiau tai taip pat yra filosofinis klausimas.

Gyvybė - tai gyvo organizmo savybė, skirianti jį nuo negyvo organizmo ar negyvo daikto, ypač išsiskirianti gebėjimu augti.

**Metabolizuoti.
Reaguoti į dirgiklius.
Prisitaikyti.
Daugintis.**

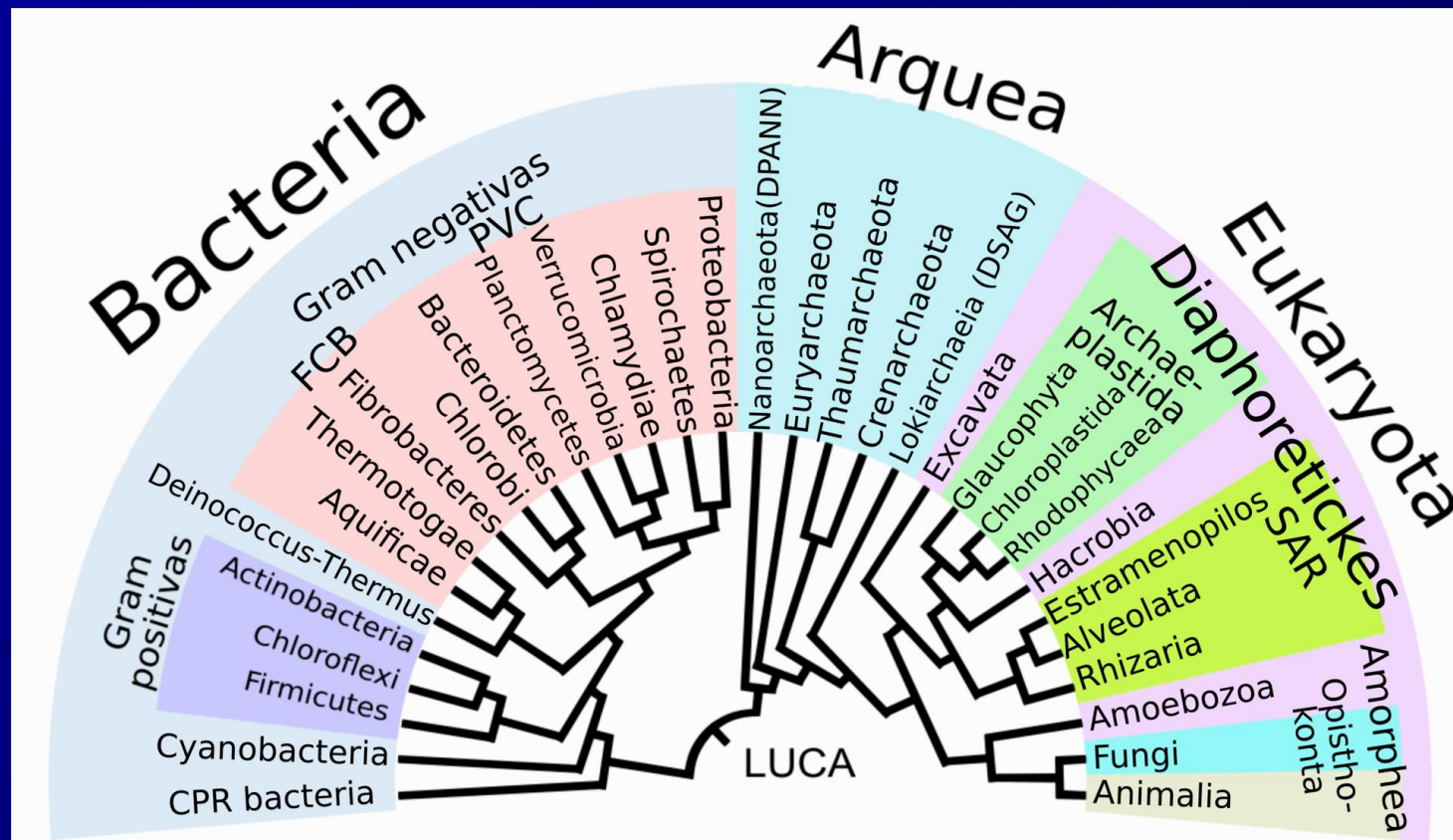
Gyvų būtybių įvairovė Žemėje

Vienintelis žinomas gyvybės pavyzdys yra žemiškoji gyvybė.

Astrobiologija daug dėmesio skiria sausumos gyvybės tyrimams visose aplinkose, ypač ekstremaliausiose, pavyzdžiui, povandeniniuose hidroterminiuose šaltiniuose, sūrymo ežeruose ar užšalusiose vietose. Tokio tipo aplinka gali būti geras nežemiškų vietovių analogas.

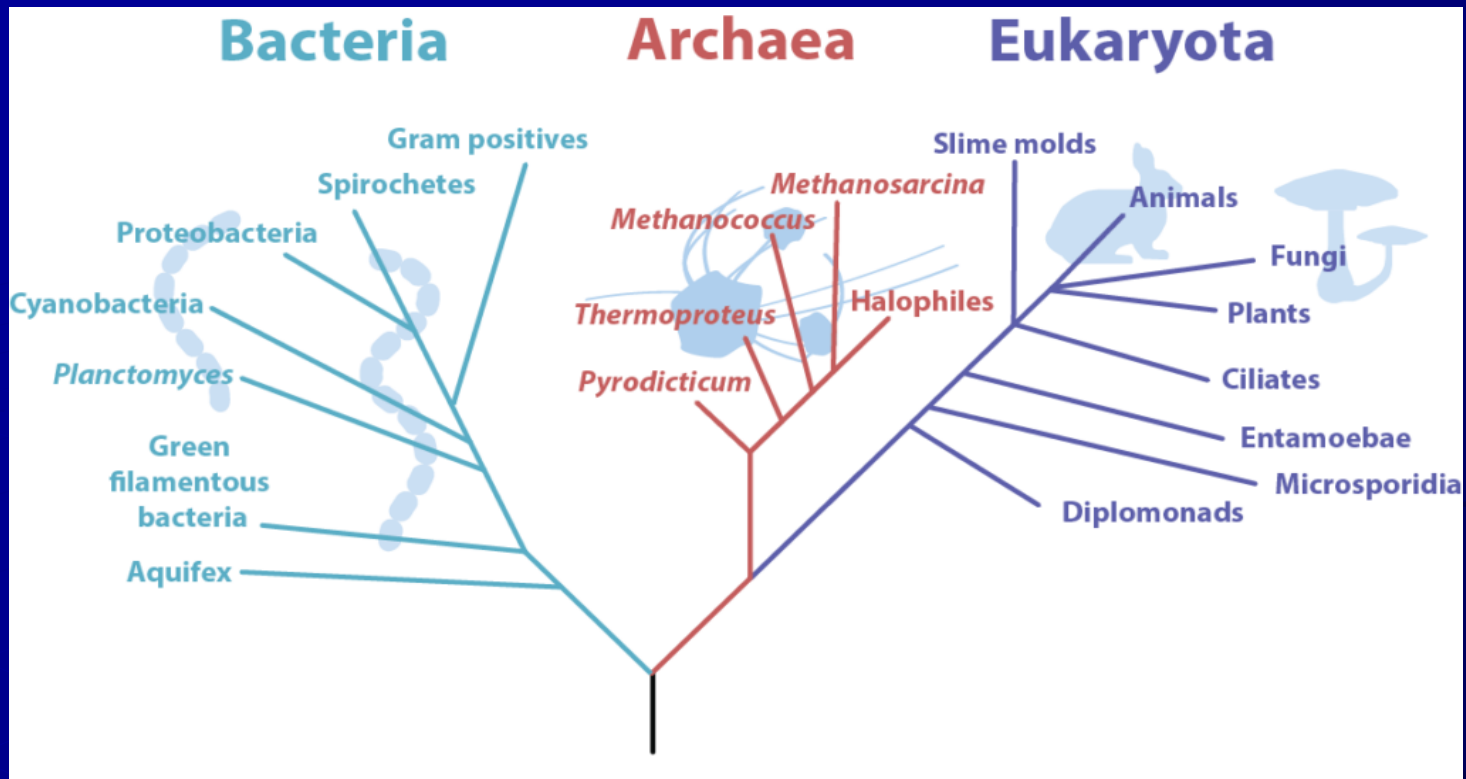


Siekdami geriau suprasti gyvųjų organizmų ribas ir ekstremaliose aplinkose veikiančius mechanizmus, mokslininkai siekia nustatyti gyvųjų organizmų filogenetinę ir metabolinę įvairovę.



(Credit: Wikipedia)





(Credit: open.oregonstate.education)

Viena iš gyvybės medžio šakų, kuri kelia ypatingą susidomėjimą, yra archebakterijos (arba archėjos), besiskiriančios nuo prokariotinių bakterijų dėl savo ribosominės RNR sekos ir ypač prisitaikiusios prie ekstremalios aplinkos (slėgio, temperatūros, druskingumo maistinių medžiagų ir t. t.).



Ieškoti seniausių gyvybės pėdsakų Žemėje: sunkumai

- 1) Žemė yra „gyva“ planeta (tektonika, erozija), todėl nuo jos susiformavimo prieš 4,5 mlrd. metų įvyko didelė evoliucija. Remiantis rūšių genealogija, pirmieji gyvi organizmai turėjo būti vienaląsčiai, panašūs į bakterijas.
- 2) Pirmykščiai organizmai turėjo būti mikroskopiniai. Seniausi įrodyti gyvybės pėdsakai Žemėje atsirado prieš 3,48 mlrd. metų ir buvo aptikti Australijoje.
- 3) Sudėtinga interpretuoti ir lyginti su abiotinėmis sistemomis, kurios galėjo suformuoti pirštų antspaudus, panašius į biologinius parašus ar morfologiją.



Prebiotinė chemija ir perėjimas nuo negyvosios prie gyvosios gamtos

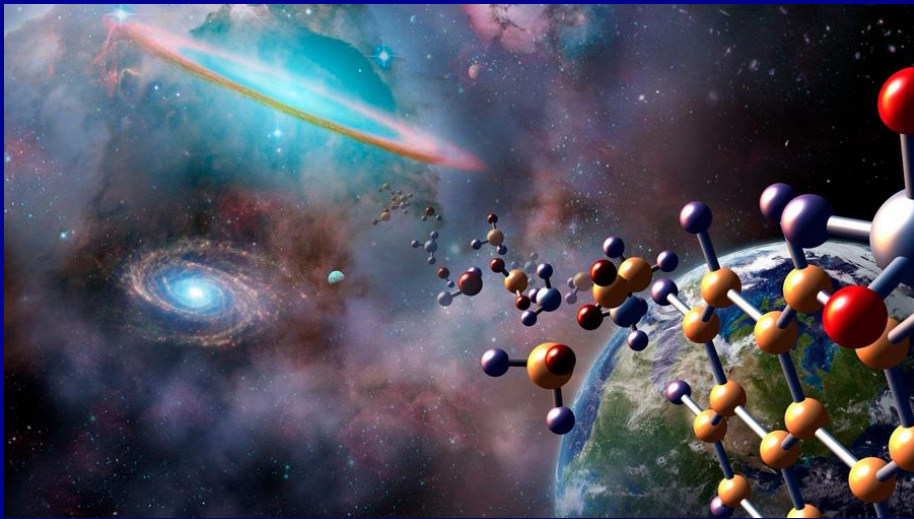
Šiandien visose Žemėje egzistuojančiose gyvoje rūšyse, tarp visos egzistuojančios įvairovės, yra elementarūs blokai, sudaryti iš C, H, N ir O.

Sie blokai yra baltymai, kurie yra replikacijos pagrindas, DNR (deoksiribonukleorūgštis), pernešanti genetinę informaciją, ir amfifilai, sudarantys ląstelės sieneles, kurios padeda suskirstyti ląsteles.

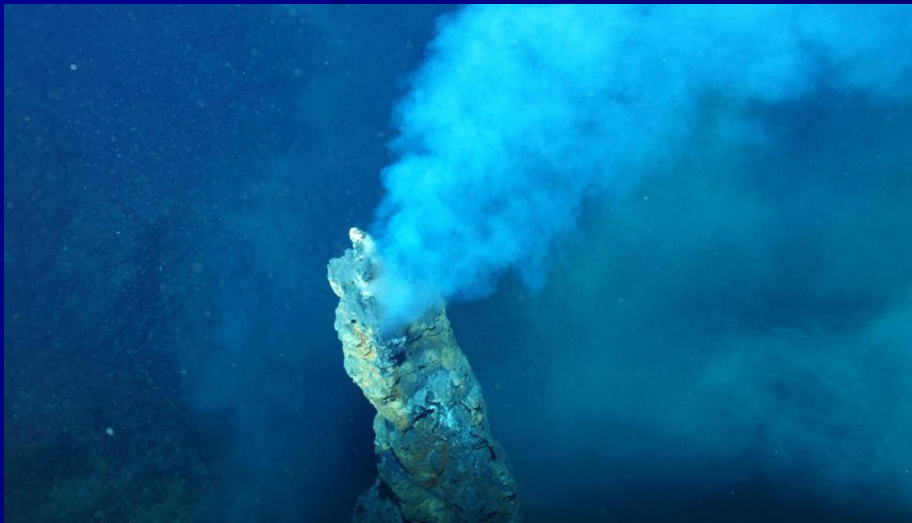
Taigi elementinės plytos, kurias turi kiekviena gyva rūšis Žemėje, yra penkių tipų molekulės (kartais vadinamos gyvybės plytomis): aminorūgštys, azoto bazės, cukrūs, fosforas, lipidai (arba riebalų rūgštys).



Prebiotinė chemija ir perėjimas nuo negyvosios prie gyvosios gamtos



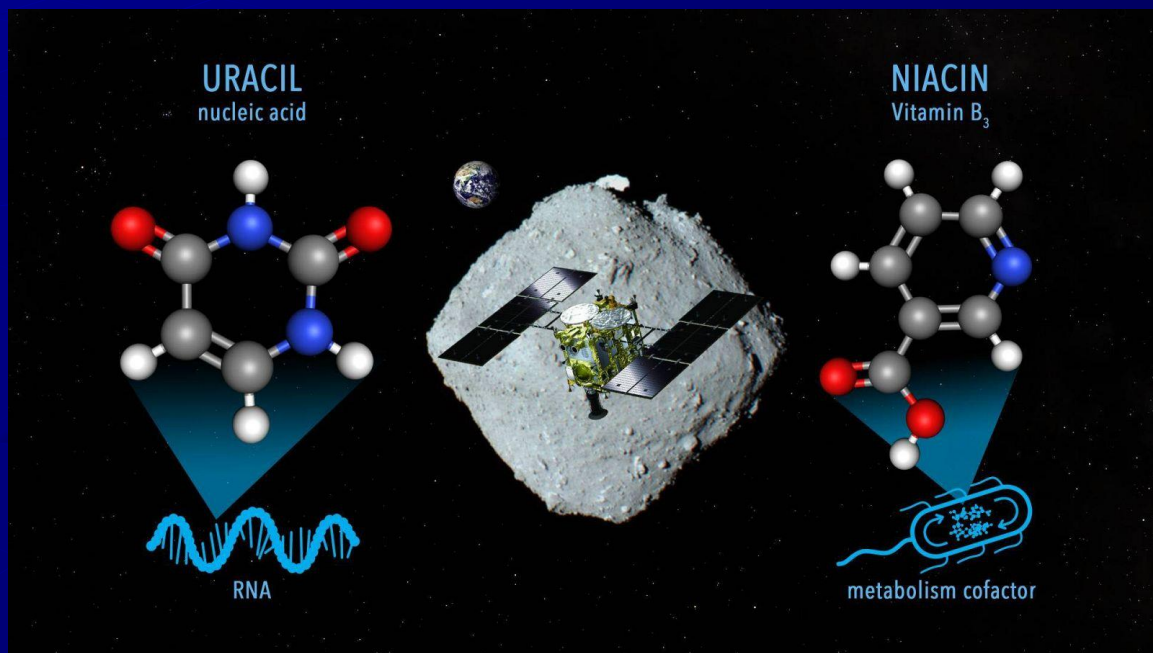
Šie elementai yra būtini sausumos gyvybei, o jų kilmės tyrinėjimas leidžia labiau apriboti pačios gyvybės kilmę.



Abiotiniu būdu šios molekulės galėjo susidaryti ne tik Žemės atmosferoje, bet ir hidroterminėse versmėse.

Prebiotinė chemija ir perėjimas nuo negyvosios prie gyvosios gamtos

Kita hipotezė teigia, kad šias molekules galėjo atnešti dangaus kūnai (meteoritai), atkeliavę iš asteroidų ir kometų: įrodyta, kad meteoritai pasižymi dideliu organinių medžiagų turtingumu.



Asteroido Ryugu pristatymas (Credit: NASA
Goddard/JAXA/Dan Gallagher)

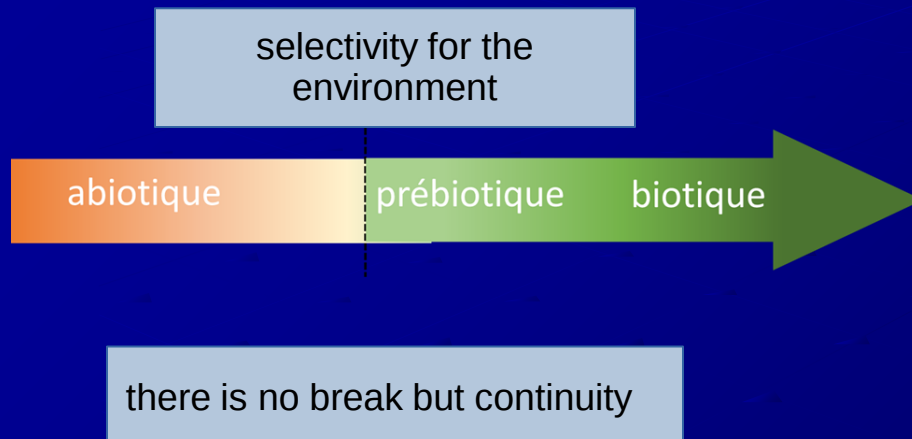
Prebiotinė chemija ir perėjimas nuo negyvosios prie gyvosios gamtos



Meteoritai, krisdami į Žemę, galėjo pernešti dalį vandens ir siderofilinių elementų, rastų jų paviršiuje po diferenciacijos prieš 4,5 mlrd. metų. Šiuose objektuose dar nerasta jokios gyvybės formos, tačiau juose yra tūkstančiai molekulių, kurios yra tokios pat įvairios ir įvairios, kaip ir molekulės, reikalingos abiotinei sintezei.



Prebiotinė chemija ir perėjimas nuo negyvosios prie gyvosios gamtos

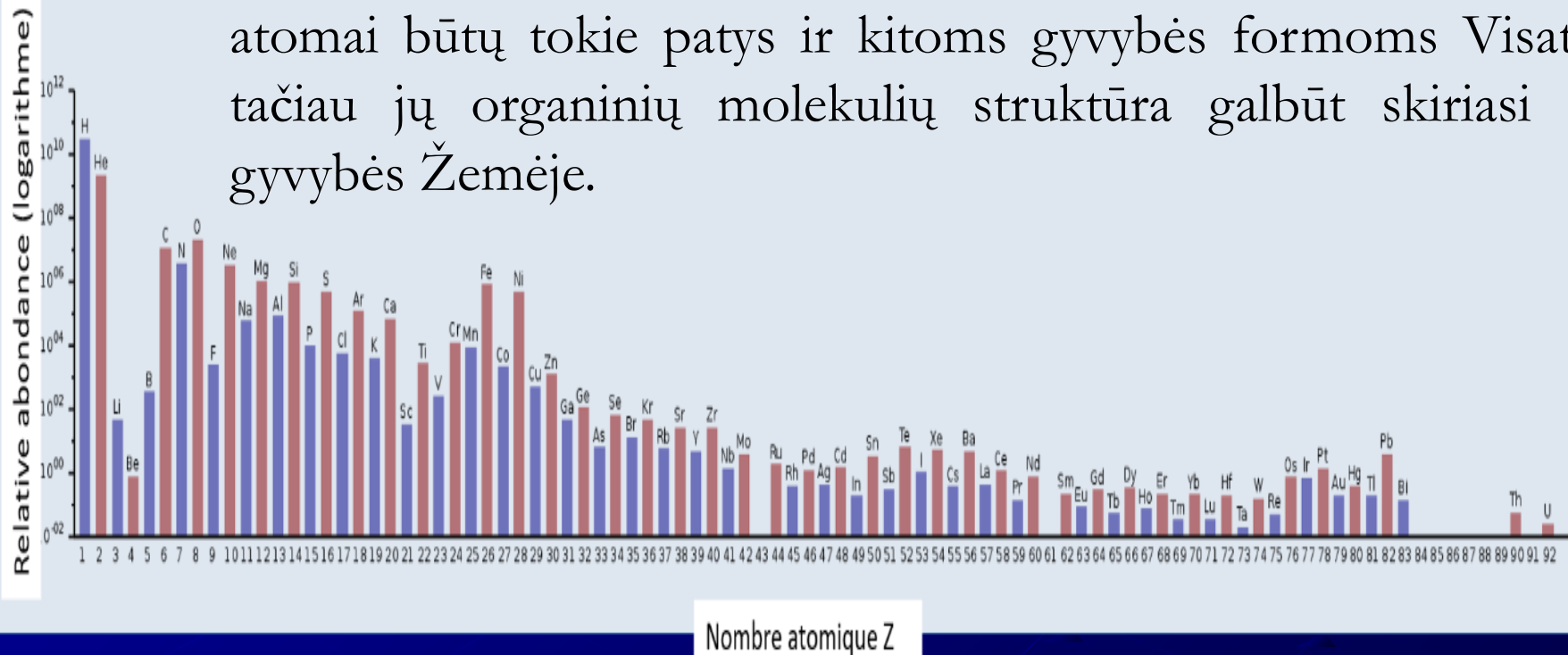


Nebūtų griežtai atskirta abiotinė ir biotinė sistema, bet veikiau egzistuočių tęstinumas, einantis per minėtą prebiotinę chemiją.

Kaip ir kur Žemėje atsirado gyvybė, tebėra sudėtingiausias egzobiologinis klausimas, o galimų cheminių kelių yra tiek daug, kad neaišku, ar kada nors bus rastas atsakymas.

Ieškoti gyvybės visur

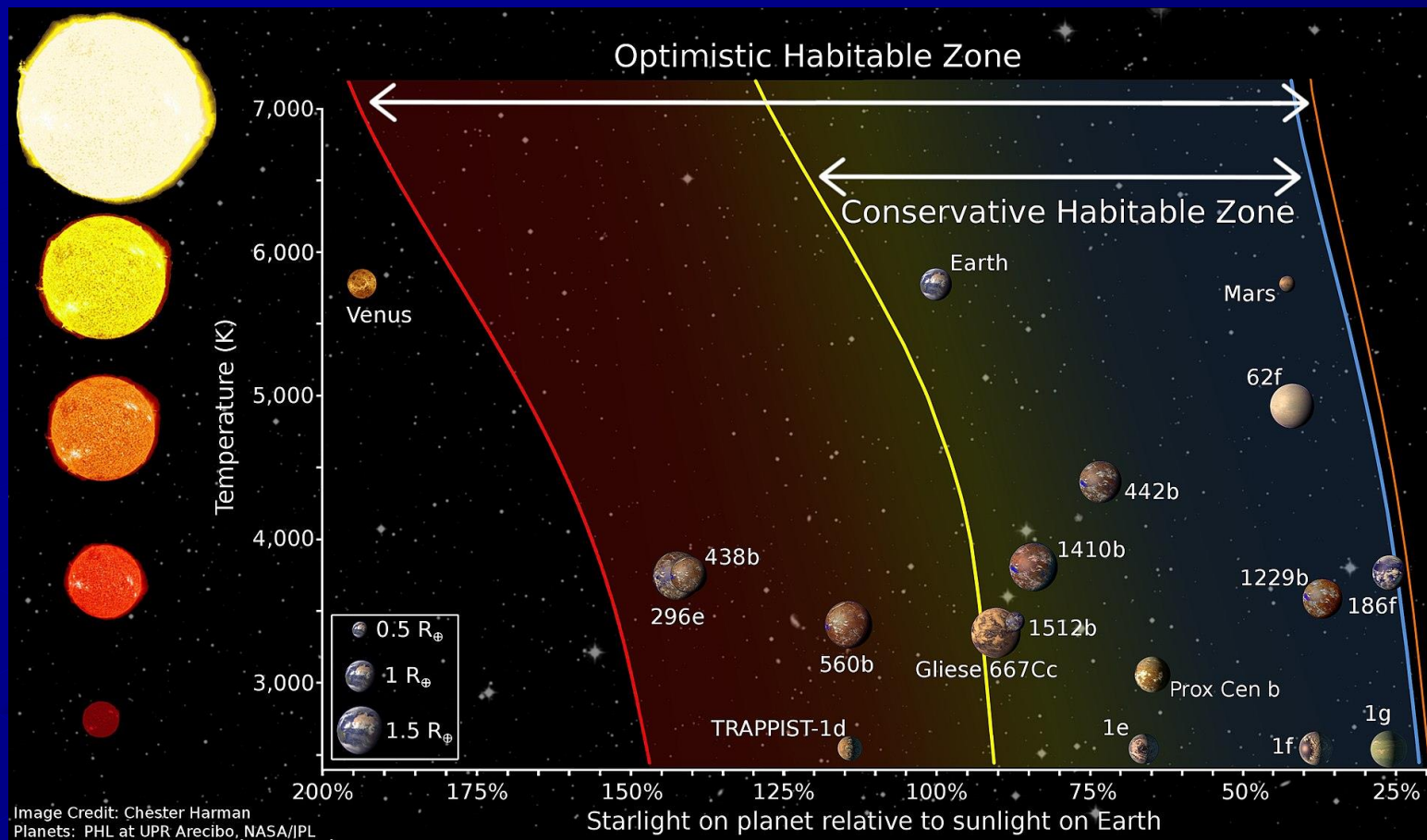
Cheminė atomų sąranga Visatoje lėmė tai, kad Žemėje gyvybė atsirado iš anglies, azoto ir deguonies. Būtų logiška, kad šie atomai būtų tokie patys ir kitoms gyvybės formoms Visatoje, tačiau jų organinių molekulių struktūra galbūt skiriasi nuo gyvybės Žemėje.



Norint ieškoti gyvybės kitose vietose, reikia žinoti, ko ieškoti, o vienas iš astrobiologijos pagrindų, bet kartu ir jos silpnybių, yra gyvybės, biologiškai panašios į mūsų, paieška.



Ieškoti gyvybės visur

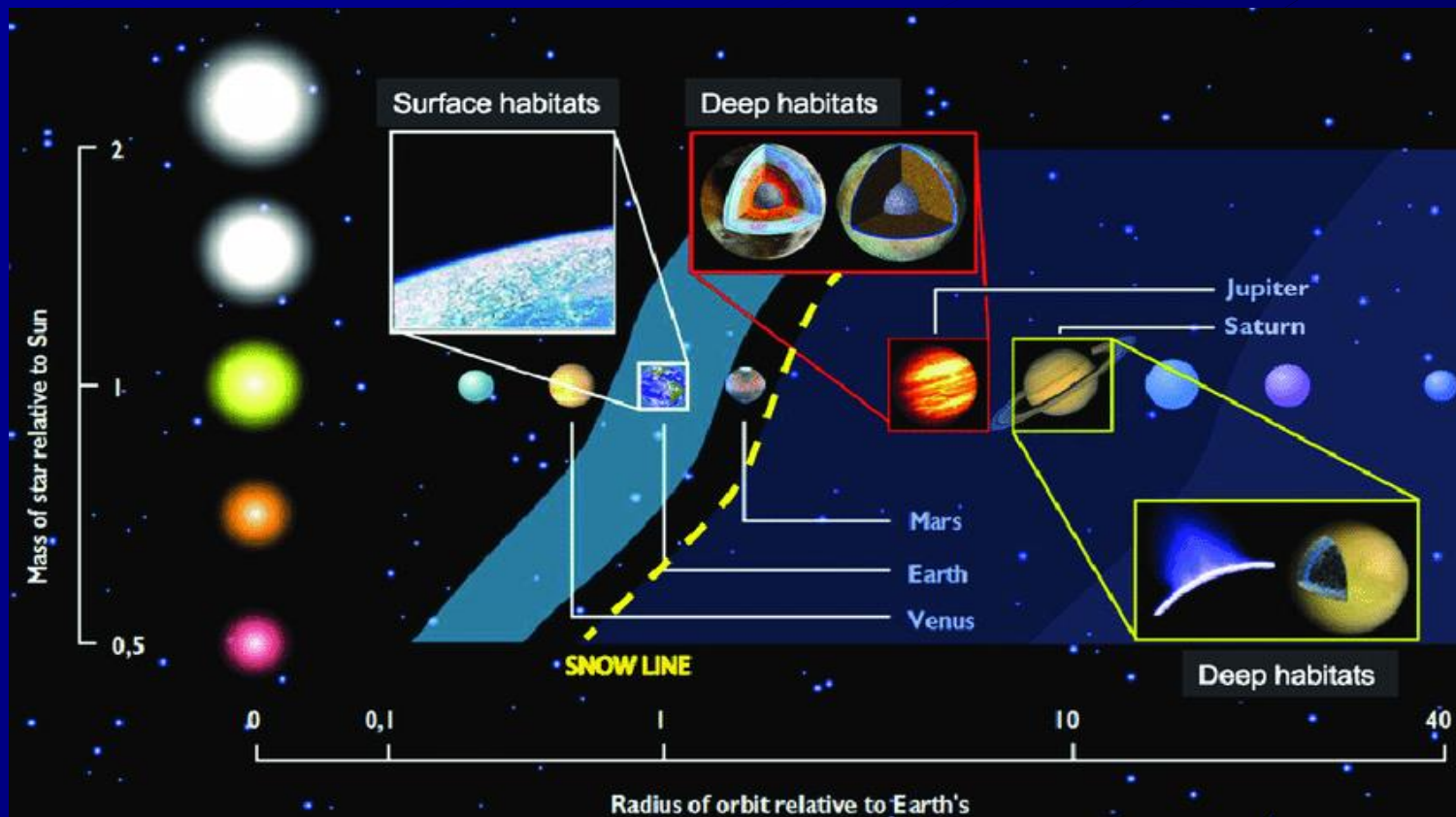


Gyvenamumo sąvoka yra diskutuotina tema, jos apibrėžimas siejamas su sąlygomis, kurios leido atsirasti ir vystytis vienintelei mums žinomai (sausumos) gyvybei.



Ieškoti gyvybės visur

Gyvenamosios zonos išplėtimas į požemines aplinkas - tai pavyzdys, kaip tiriama gyvybės galimybė šiose Saulės sistemos aplinkose.

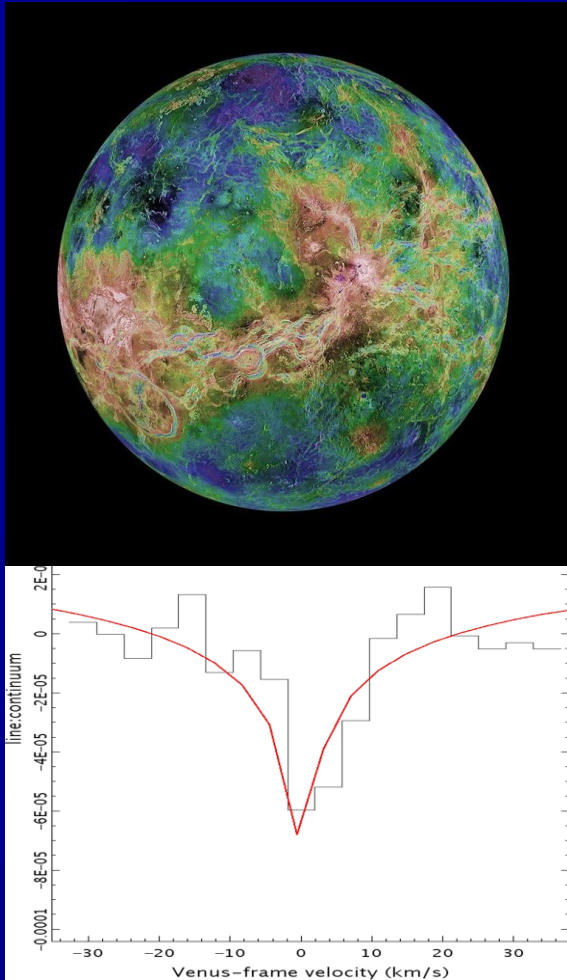


Saulės sistemos kūnai ir jų astrobiologinė reikšmė

Astrobiologijos tyrimuose domimasi
galimu gyvybės atsiradimu už Žemės ribų
esančiose aplinkose, kurios apibrėžtos
kaip tinkamos gyventi.



Saulės sistemos planetos ir jų astrobiologinis interesas: Venera



Mūsų „gimtojoje planetoje“ yra gana sudėtinga organinė chemija - sieros ir fosforo molekulės itin tankioje atmosferoje, kurią sudaro daugiau kaip 96 % CO₂.

Ji nėra Saulės sistemos gyvenamojoje zonoje ir jos paviršiuje nėra esminio komponento - vandens.

Deuterizuotas vanduo (HDO) (Credit: Greaves, J.S., Richards, A.M.S., Bains, W. et al.)



Saulės sistemos planetos ir jų astrobiologinis interesas: Venera

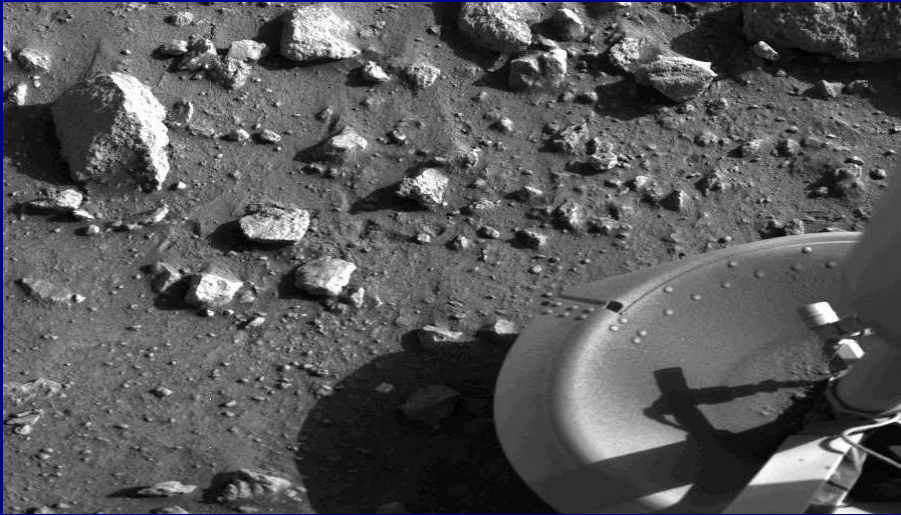
Venerai, kaip ir Žemei, po jos susiformavimo buvo naudingi išorės veiksniai, jos paviršiuje prieš 4,5 mlrd. metų ir kuri laiką galėjo būti skysto vandens ir vandens turtinga atmosfera.

Šiuo metu jos paviršiuje yra tik aktyvus vulkanizmas, kurio temperatūra siekia apie 460 °C.

Jei gyvybė atsirado palankiausiu metu, manoma, kad ji išliko mikroorganizmų pavidalu jos atmosferos debesyse, kurių temperatūra ~75 °C.



Saulės sistemos planetos ir jų astrobiologinis interesas: Marsas

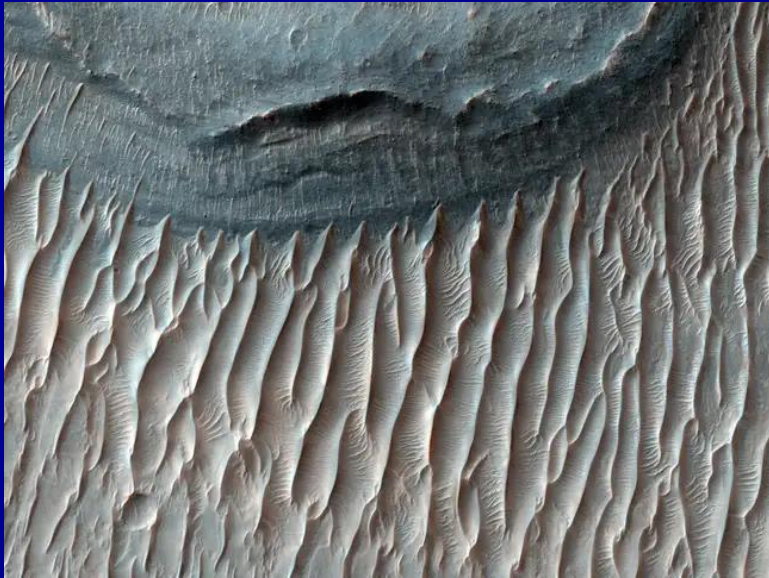


Ši planeta dažnai buvo siūloma kaip geriausia Saulės sistemos vieta, kurioje buvo ar tebėra sąlygos gyvybei.

Apie mikrobiologinės gyvybės egzistavimą svarstyta dar septintajame dešimtmetyje rengiantis „Vikingo“ misijai: nusileidimo aparatuose buvo įrengti prietaisai, kuriais buvo galima atlikti eksperimentus, skirtus Marso gyvybei išryškinti, aptikti fotosintezės biologinį aktyvumą arba aprūpinti Marso bakterijas maistinėmis medžiagomis, tačiau atsakymai buvo neigiami.



Saulės sistemos planetos ir jų astrobiologinis interesas: Marsas



Credit: Curiosity, NASA/JPL)

Vikingo misija patvirtino, kad Marso praeityje būta skysto vandens, pastebėjo kanalus, išdžiūvusias upes ir dendritinius slėnius.

Vanduo jos paviršiuje galėjo išlikti mažiausiai milijardą metų ir vis dar yra mineraluose, kurie šiuo metu dengia paviršių.

Ašigaliuose vandens ledo yra poliarinėse kepurėse ir įtariama, kad didesni vandens kiekiai yra Marso plutoje.



Saulės sistemos planetos ir jų astrobiologinis interesas: Marsas

Gyvybė Marse galėjo atsirasti tuo pačiu metu kaip ir Žemėje ir galbūt išlikti po žeme.

Aptikus gyvybę Marse, būtų galima rasti daug atsakymų apie gyvybės atsiradimą mūsų planetoje.

Jei Marse egzistavo gyvybė, net ir mikroorganizmų pavidalu, ir kadangi planeta nebėra geologiškai aktyvi, turėtų būti įmanoma aptikti jos pėdsakų fosilijų paviršiuje arba net tikėtis, kad ji egzistuoja ir išliko po žeme.



Saulės sistemos kūnai ir jų astrobiologinė reikšmė: **PALYDOVAI**

Pastaraisiais dešimtmečiais už asteroidų barjero ribų buvo atrasti ir kiti astrobiologiškai svarbūs gyvenamieji kūnai - milžiniškų dujinių planetų palydovai.

Planetos milžinės astrobiologiją domina ribotai, nes jos neturi paviršiaus, taigi ir uolienu.

Jų palydovai taip pat yra svarbūs norint suprasti Saulės sistemos kilmę ir evoliuciją.



Saulės sistemos palydovai ir jų astrobiologinė reikšmė

Aplink Jupiterį: Ganimedas, Kalistas ir Europa. Aplink Saturną: Enceladas ir Titanas.

Lediniai Saturno palydovai nustebino savo įvairove ir skysto vandens gausa.

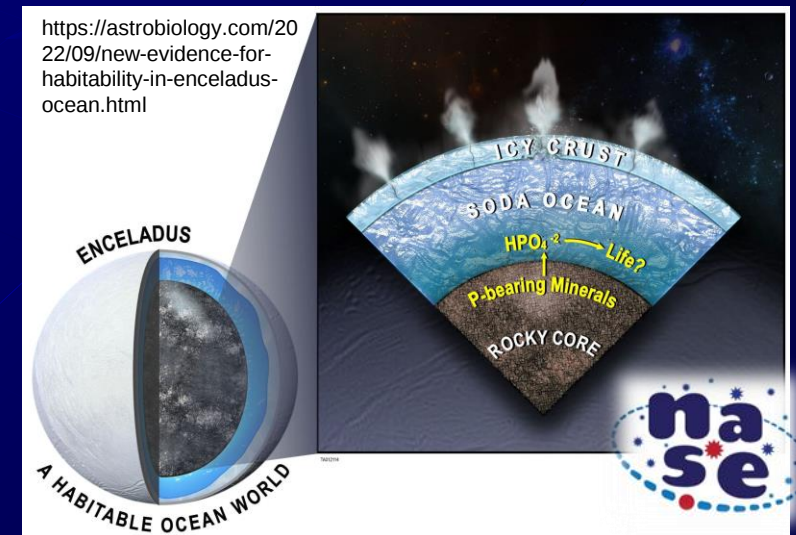
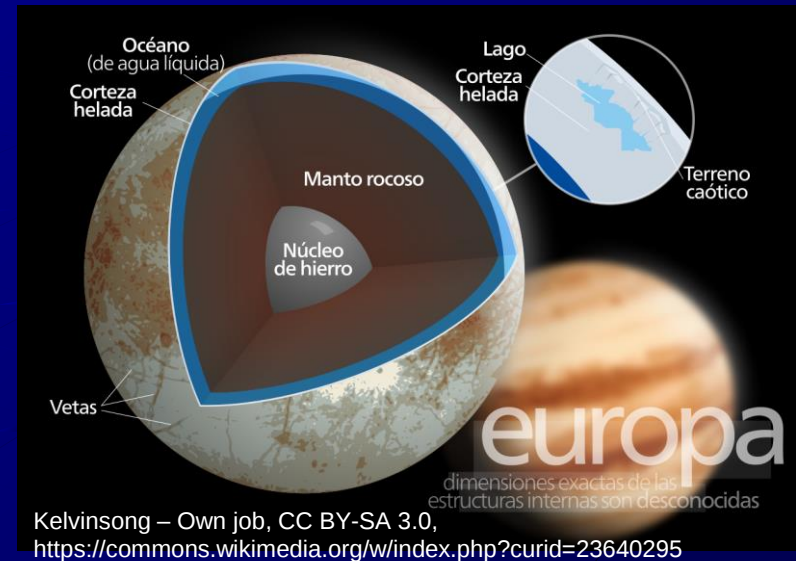
1997-2017 m. šiuos pasaulius 15 metų lankęs zondas „Cassini-Huygens“ nustebino savo įvairove ir skysto vandens gausa.



Saulės sistemos palydovai ir jų astrobiologinė reikšmė

Europa vandenynas būtų dešimt kartų didesnis už Žemės vandenyną, nors yra tris kartus mažesnis už mūsų planetą.

Enceladas 2014 m. jo paviršiuje buvo aptikti vandens geizeriai, kurie tęsiasi iki 100 km virš jo paviršiaus. Šis stebėjimas atskleidė, kad po ledo danga yra vandenynas.



Saulės sistemos palydovai ir jų astrobiologinė reikšmė: TITANAS

Didžiausias Saturno palydovas Titanas pasižymi dideliu kiekiu organinių medžiagų, kurios susidaro jo atmosferoje.

1980 ir 1981 m. „Voyager 1“ ir „Voyager 2“ zondai atskleidė itin tankią atmosferą, sudarytą daugiausia iš azoto ir metano.

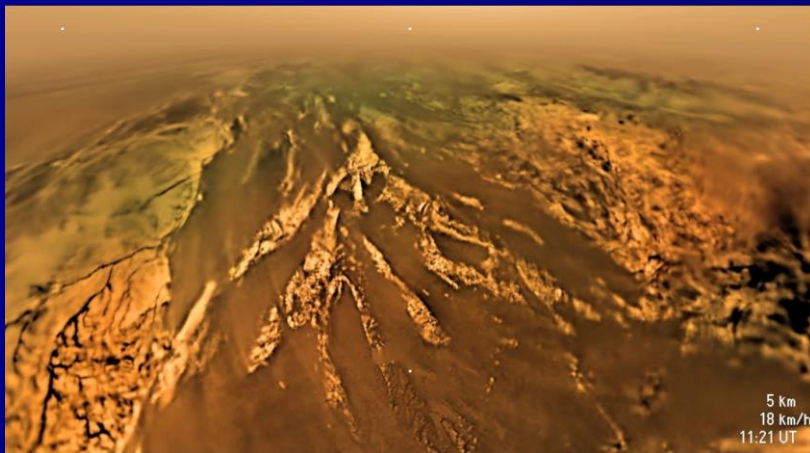
Titano atmosferos cheminė sudėtis pasirodė esanti labai sudėtinga, todėl susidaro organiniai aerozoliai, kurie nusėda ant paviršiaus.



„Cassini-Huygens“ misija (1997-2017 m.) patvirtino sudėtingą organinę chemiją Titano atmosferoje.



Cassini/Huygens Mission (Credit: NASA)



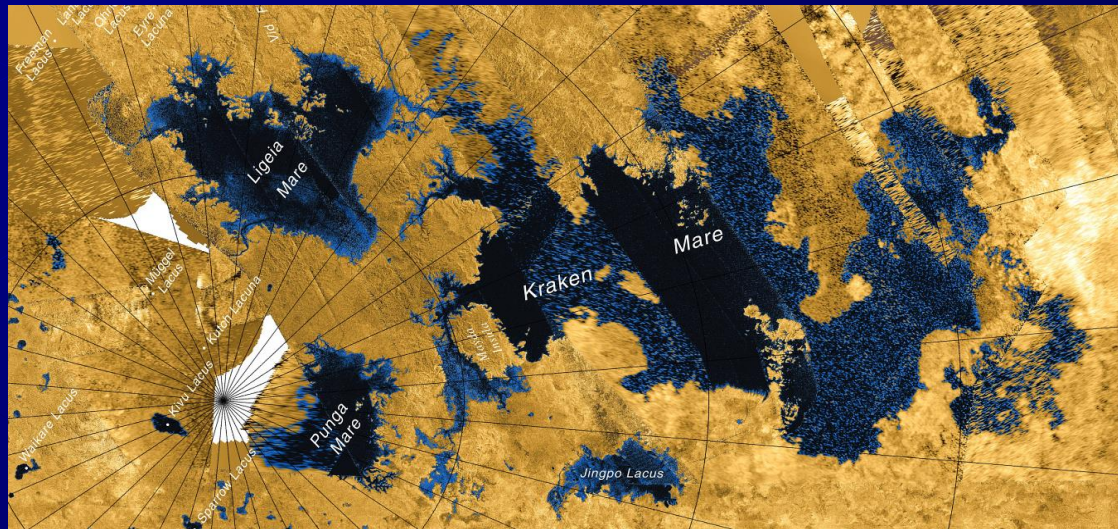
Titan (Credit: Cassini/Huygens, NASA)

Buvo gauti įspūdingi organinių grūdelių, kopų ir angliavandenilių ežerų padengto paviršiaus vaizdai. Astrofizikiniuose modeliuose siūloma manyti, kad po Titano paviršiumi gali slėpėti skysto vandens vandenynas, kuriame yra visos būtinos sudedamosios dalys turtingai prebiotinei chemijai ir galimai gyvybės formai atsirasti



Evoliuciniai geocheminiai modeliai rodo, kad nuo pirmųjų milijonų metų po Titano susiformavimo šis požeminis vandenynas turėjo sąlytį su atmosfera, kurioje turėjo susidaryti pirmosios sudėtingos molekulės.

Pagal analogiją su Žeme šiame Titano vandenyne tikimasi hidroterminių versmių, kurios yra organinių molekulių energijos šaltinis ir potenciali aplinka prebiotinėms sistemoms..



Už Saulės sistemos ribų

Mūsų galaktikoje atrasta ir patvirtinta 5500 egzoplanetų (iki šiol - 2024). Tai padeda mums suprasti mūsų Saulės sistemos formavimąsi, kuris greičiausiai yra unikalus.

Esant dabartinėms žinioms ir astrobiologijos srities pažangai, labai sunku kelti hipotezę apie gyvenamą planetą ir įrodytą gyvybės buvimą mūsų galaktikoje ar už jos ribų.

Atrodo, kad yra vis daugiau potencialių vietų gyvybei vystytis, tačiau kaip yra su tikroju gyvybės vystymusi?



Išvados

Astrobiologija bando nustatyti, ar gyvybė gali egzistuoti kitose visatos dalyse, o jei taip, tai kokia forma, ir bando atsakyti į egzistencinį klausimą: **ar mes esame vieni visatoje?**

Jau kelis dešimtmečius gyvybės atsiradimo Žemėje supratimas yra labai svarbus siekiant nustatyti, ar tai atsitiktinumas, ar atkartojamas reiškinyss konkrečiomis sąlygomis ir aplinkoje.?



Išvados

Šis supratimas būtinas norint padaryti išvadas
apie gyvybės galimybę kitur visatoje.
Nepaisant aktyvių pastangų, tokių išvadų dar
neturime.



¡Thank you for
your attention!

Ačiū už jūsu
dėmesį

