

Astrobiologia

Originea și evoluția vieții

Vassilissa Vinogradoff, Beatriz García, Rosa M. Ros

Uniunea Astronomică Internațională

CNRS, Universitatea Aix-Marsilia, Laboratorul PIIM, Marsilia

CONICET/Universitatea Națională Tehnologică, Mendoza, Argentina

Universitatea Politehnică din Catalonia, Spania



Definiția astrobiologiei

Astrobiologia nu este o disciplină, ci studiul interdisciplinar a problemei originii și evoluției vieții pe Pământ și a posibilei sale prezențe în alte părți ale Universului; acesta acoperă toate domeniile legate de aceste probleme, de la astronomie la biologie, inclusiv geologie și chimie, dar și istoria și filosofia științei.



Etimologie: Exobiologie și astrobiologie

Cursa spațială și primele misiuni de explorare lunară și marțiană presupun apariția riscului contaminării biologice.

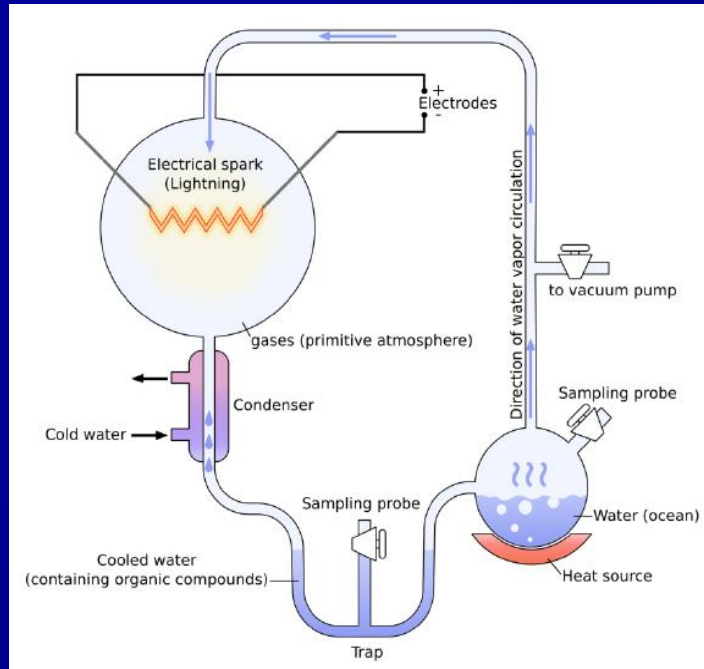
La început, oamenii de știință au presupus că microbii erau puțin probabil să reziste condițiilor spațiului.

Astăzi știm că nu este așa și, de exemplu, tardigradele sunt capabile să reziste condițiilor extreme, inclusiv celor din spațiu, iar acesta nu este un caz izolat.



Ursul de apă (tardigrad),
Hypsibius exemplaris
(Autor: B. Goldstein și V. Madden)

Etimologie: Exobiologie și astrobiologie



Schema experimentului Miller-Urey. (Autor: S. La Barre)

Odată cu experimentul de pionierat al lui Miller-Urey au început studiile chimice pentru sinteza primelor molecule prebiotice în laborator.

Apare o nouă disciplină cheie pentru căutarea originii vieții prin explorarea spațiului: exobiologia, termen introdus de Joshua Lederberg în 1960.

Termenul "astrobiologie" a fost adoptat în 2015 de către UAI.

Obiectivele astrobiologiei

- Definiți ce este viața.
- Determinați originea vieții.
- Căutați cele mai vechi urme ale vieții.
- Înțelegeți mecanismele de evoluție ale vieții pe Pământ.
- Căutați viața în Univers.



Ce este viața?



Această întrebare
necesită argumente
științifice,
dar este și o întrebare
filosofică.

Viața este o caracteristică a unui organism viu care îl distinge pe acesta din urmă de un organism mort sau de un lucru neviu, remarcându-se în mod specific prin capacitățile de a:

- Crește.
- Metaboliza.
- Răspunde la stimuli.
- Adapta.
- Reproduce.

Diversitatea ființelor vii de pe Pământ

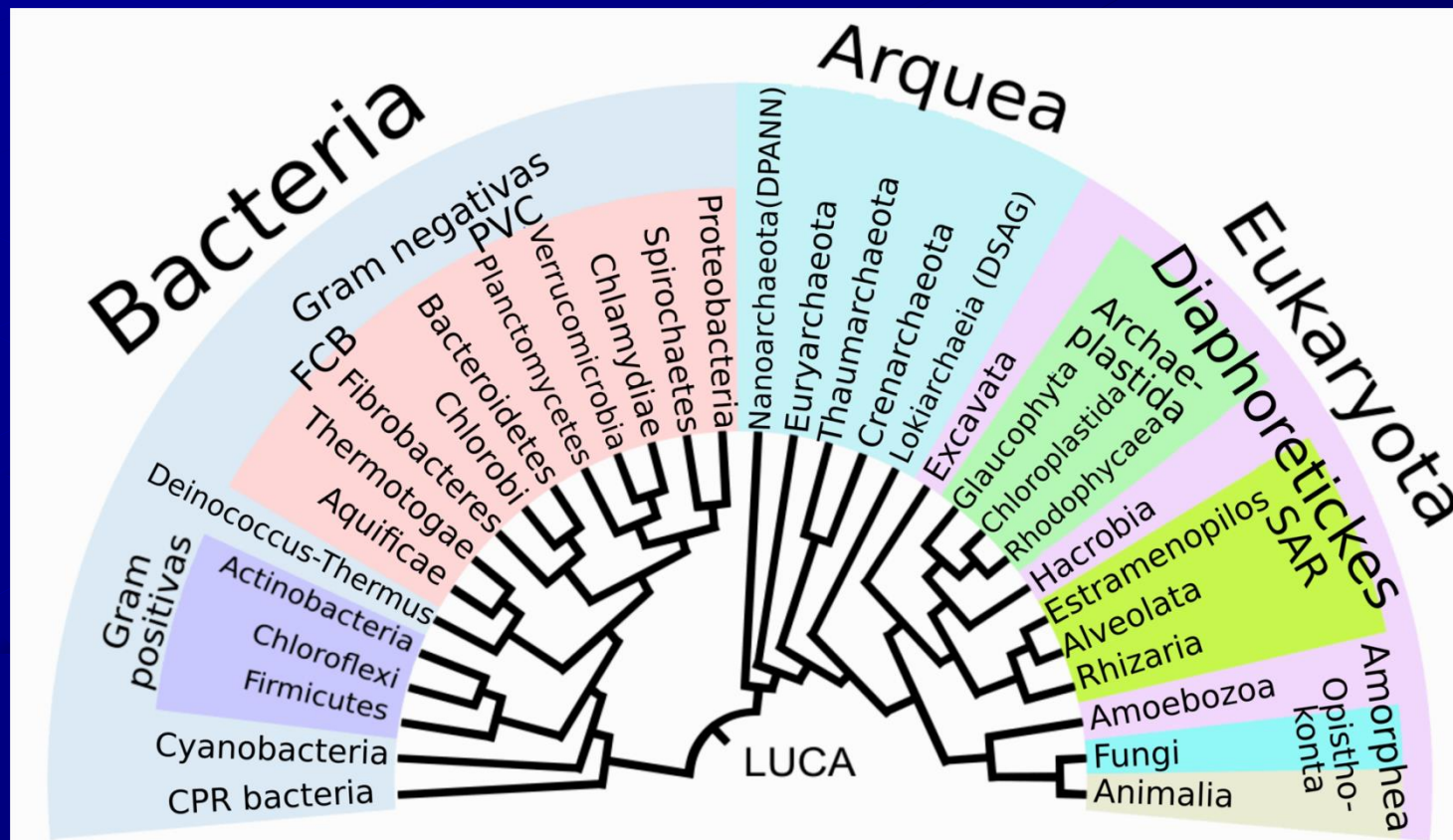
Singurul exemplu cunoscut de viață este viața terestră.

Astrobiologia își concentrează o mare parte din eforturile sale asupra studierii vieții terestre în toate mediile, în special în cele extreme, cum ar fi izvoarele hidrotermale subacvatice, lacurile sărate sau locurile înghețate.

Aceste tipuri de mediu pot fi bune exemple pentru locațiile extraterestre.

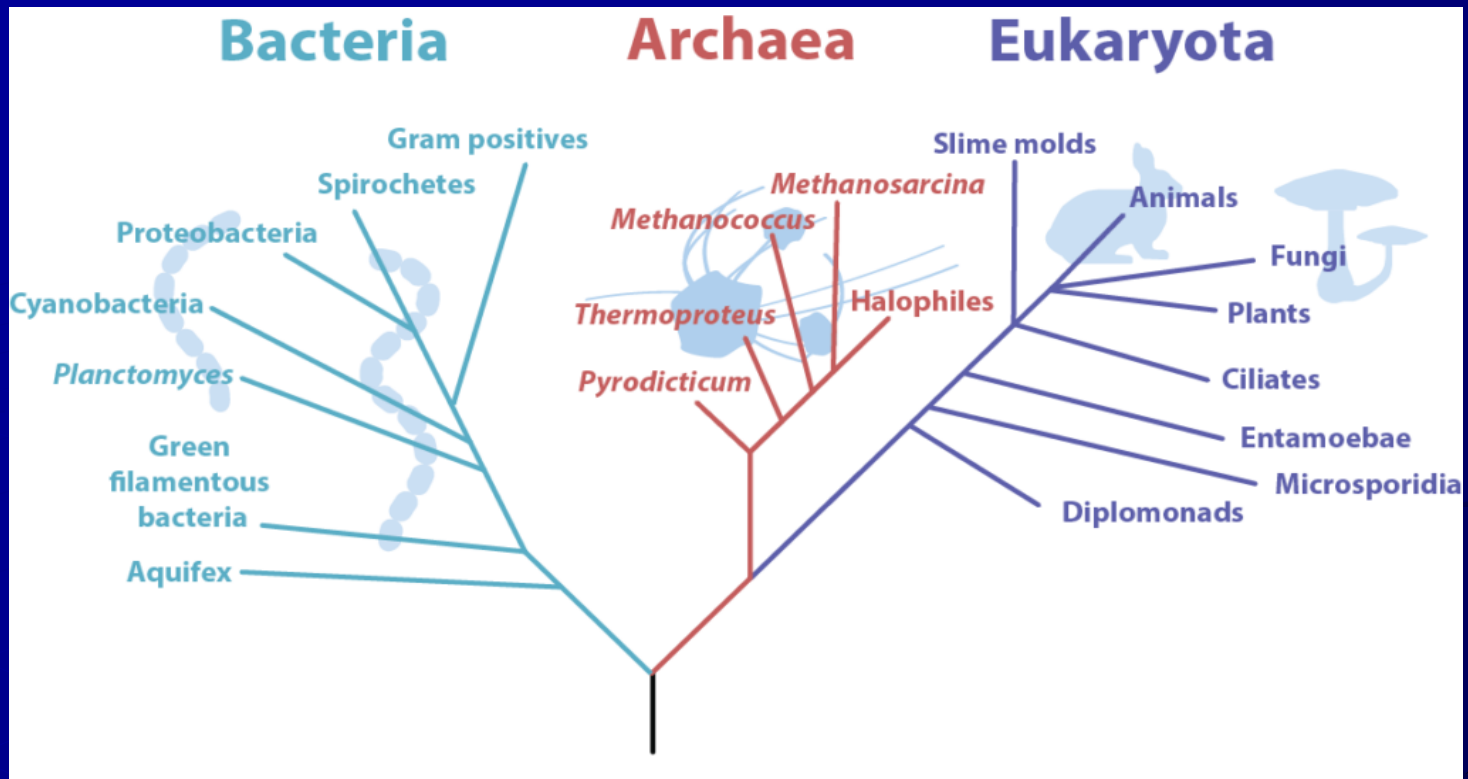


Pentru a înțelege mai bine limitele organismelor vii și mecanismele care apar în medii extreme, oamenii de știință încearcă să determine diversitatea filogenetică și metabolică a organismelor vii.



(Autor: Wikipedia)





(Autor: open.oregonstate.education)

Una dintre ramurile arborelui vieții care prezintă un interes deosebit este cea a arhebacteriilor (sau arheele), diferite de bacteriile procariote datorită secvenței lor de ARN ribozomal, ramură adaptată în special mediilor extreme (presiune, temperatură, salinitate, nutrienți, etc.).

Căutați cele mai vechi urme de viață de pe Pământ: dificultăți

- 1) Pământul este o planetă "vie" (fenomene: tectonice, de eroziune) și, prin urmare, a evoluat foarte mult de la formarea sa acum 4,5 miliarde de ani. Pe baza genealogiei speciilor, primele organisme vii trebuie să fi fost ființe unicelulare similare bacteriilor.
- 2) Organismele primitive trebuiau să fie microscopice. Cele mai vechi urme de viață de pe Pământ datează de 3,48 miliarde de ani și au fost descoperite în Australia.
- 3) Dificultate în interpretarea și compararea cu sistemele abiotice, care ar fi putut forma amprente similare semnăturilor sau morfologiilor biologice.



Chimia prebiotică și tranziția de la non-viu la viu

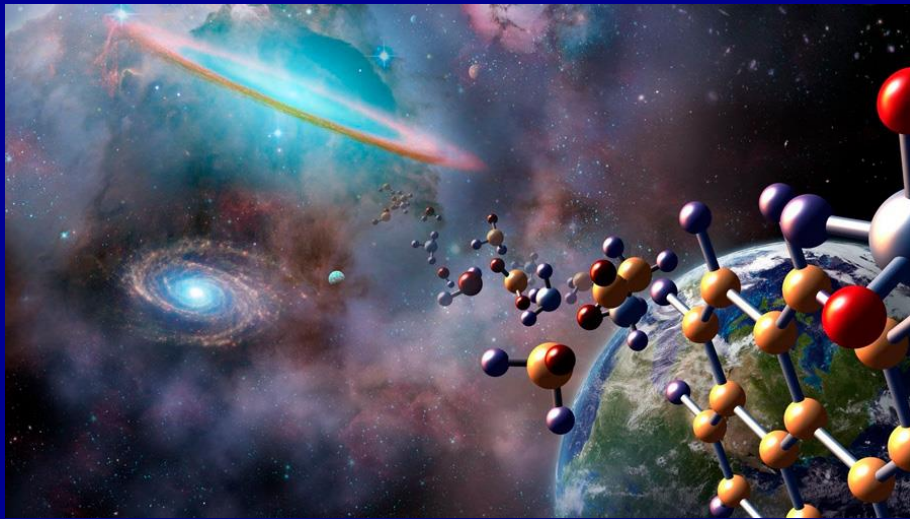
Astăzi, la toate speciile vii de pe Pământ, în toată diversitatea existentă, există blocuri elementare din C, H, N și O.

Aceste blocuri sunt **proteinele**, baza replicării, **ADN-ul** (acid dezoxiribonucleic), care poartă informații genetice și **amfifilele**, care constituie pereții celulari pentru compartimentare.

Cărămizile elementare pe care le are fiecare specie vie de pe Pământ sunt, prin urmare, cinci tipuri de molecule (uneori numite cărămizile vieții): aminoacizi, baze azotate, zaharuri, fosfați și lipide (sau acizi grași).



Chimia prebiotică și tranziția de la non-viu la viu



Aceste elemente sunt esențiale pentru viața terestră și studiul originii lor ne permite să dăm mai multe limitări originii vieții însăși.

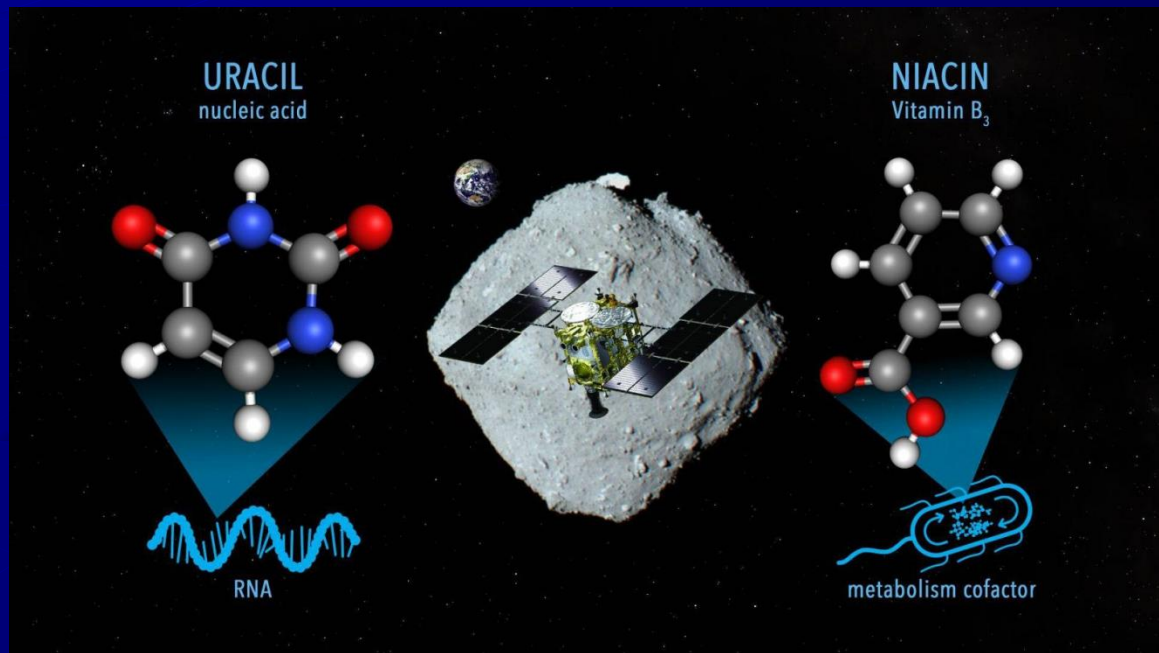


Din punct de vedere abiotic, aceste molecule s-ar fi putut forma în atmosfera Pământului, dar și în izvoare hidrotermale.



Chimia prebiotică și tranziția de la non-viu la viu

O altă ipoteză sugerează că aceste molecule ar fi putut fi aduse de obiecte cerești (meteoriți), provenind de la asteroizi și comete. S-a dovedit că meteoriții au o mare bogăție organică.

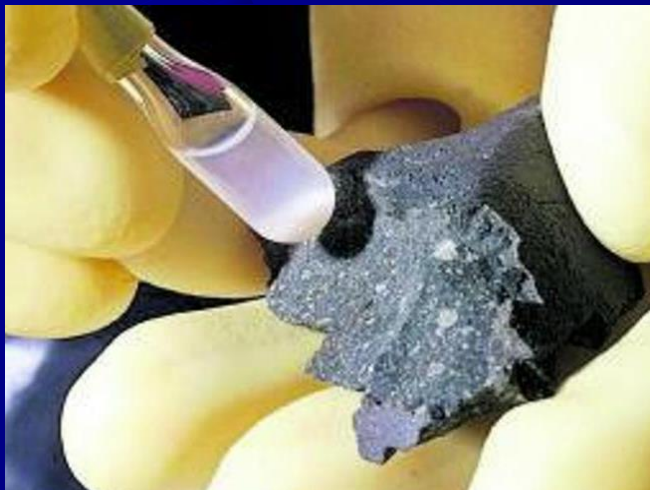


Reprezentarea asteroidului Ryugu
(Autor: NASA Goddard / JAXA / Dan Gallagher)

Chimia prebiotică și tranziția de la non-viu la viu

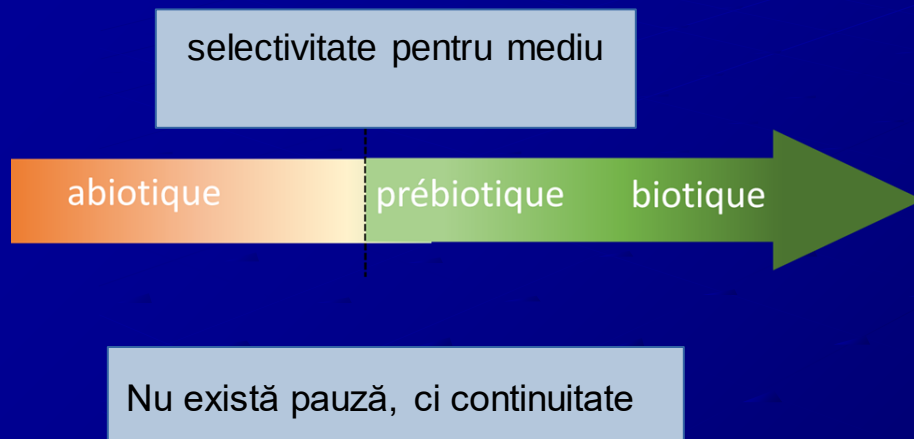


Când au căzut pe Pământ, după diferențiere în urmă cu 4,5 miliarde de ani, meteoriții ar fi putut transporta o parte din apa și elementele siderofile găsite pe suprafața lor.



Nicio formă de viață nu a fost încă găsită în aceste obiecte, dar ele conțin mii de molecule la fel de diverse și variate precum cele necesare sintezei abiotice.

Chimia prebiotică și tranziția de la non-viu la viu

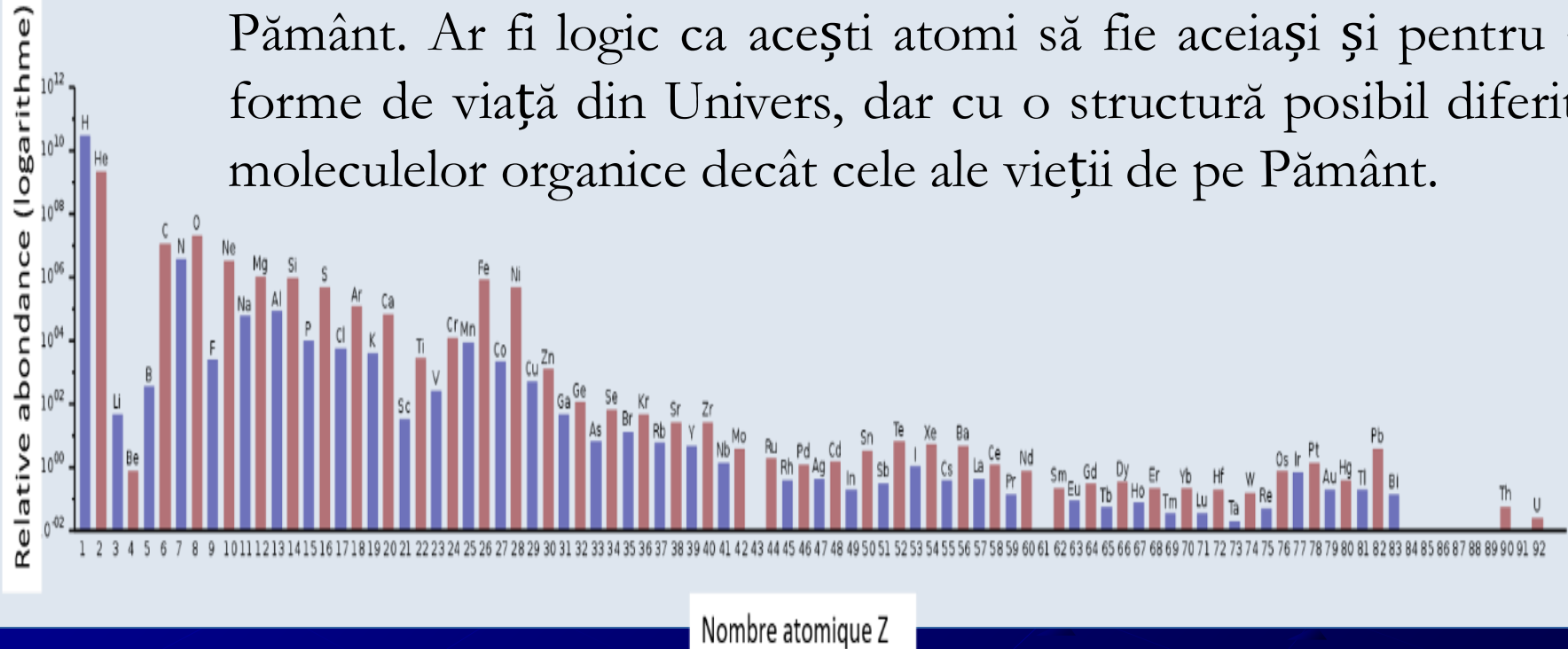


Nu există o separare strictă între un sistem abiotic și un sistem biotic, ci mai degrabă o continuitate, trecând prin chimia prebiotică menționată.

Cum și unde a apărut viața pe Pământ rămâne cea mai complexă întrebare a exobiologiei, iar posibilele căi chimice sunt atât de numeroase încât nu este evident că răspunsul va fi găsit vreodată.

Căutați viața peste tot

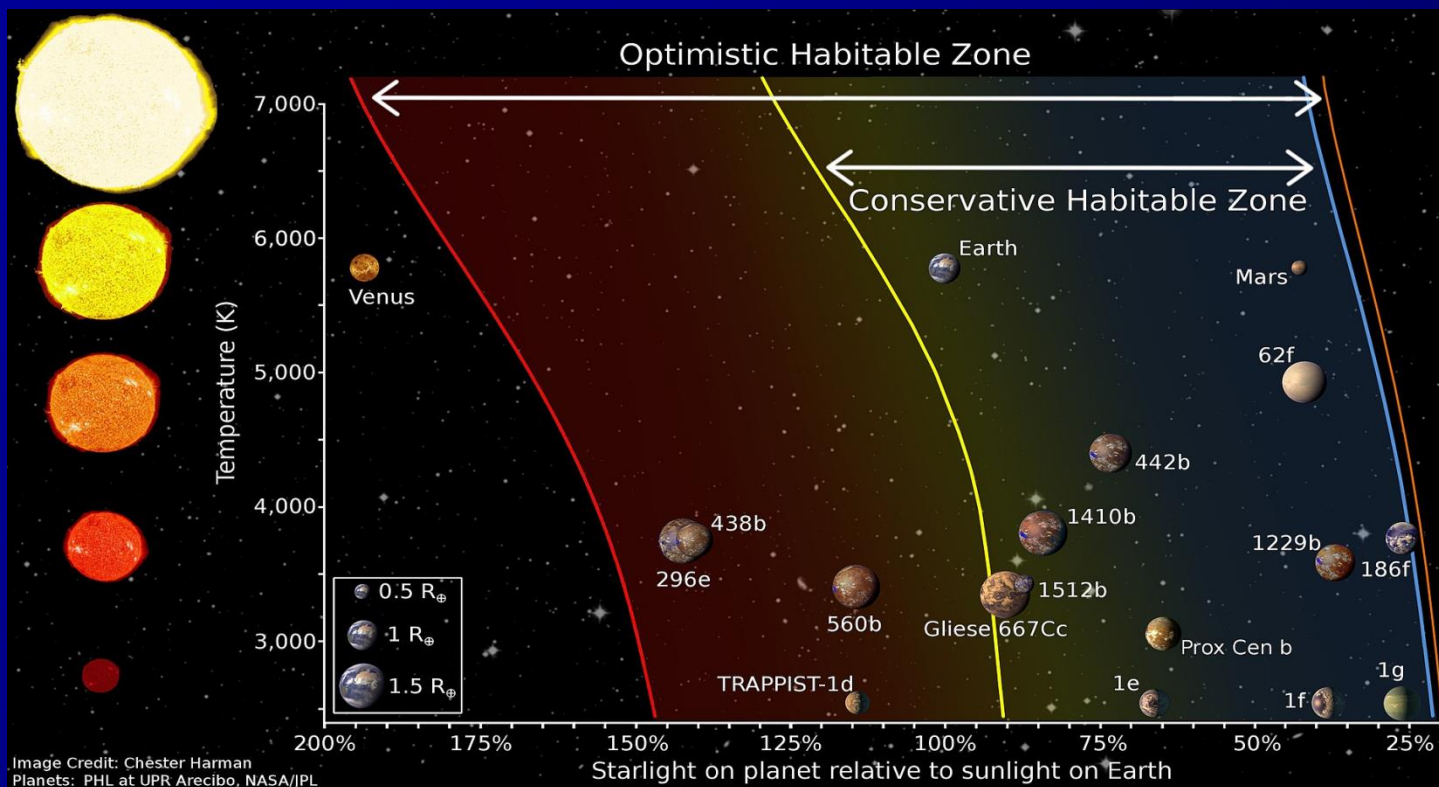
Distribuția chimică a atomilor din Univers a direcționat utilizarea carbonului, azotului și oxigenului pentru viața pe Pământ. Ar fi logic ca acești atomi să fie aceiași și pentru alte forme de viață din Univers, dar cu o structură posibil diferită a moleculelor organice decât cele ale vieții de pe Pământ.



Pentru a căuta viața în alte locuri trebuie să știi ce să cauți și una dintre bazele Astrobiologiei, dar și slăbiciunea ei, este căutarea unei vieți asemănătoare biologic cu a noastră.



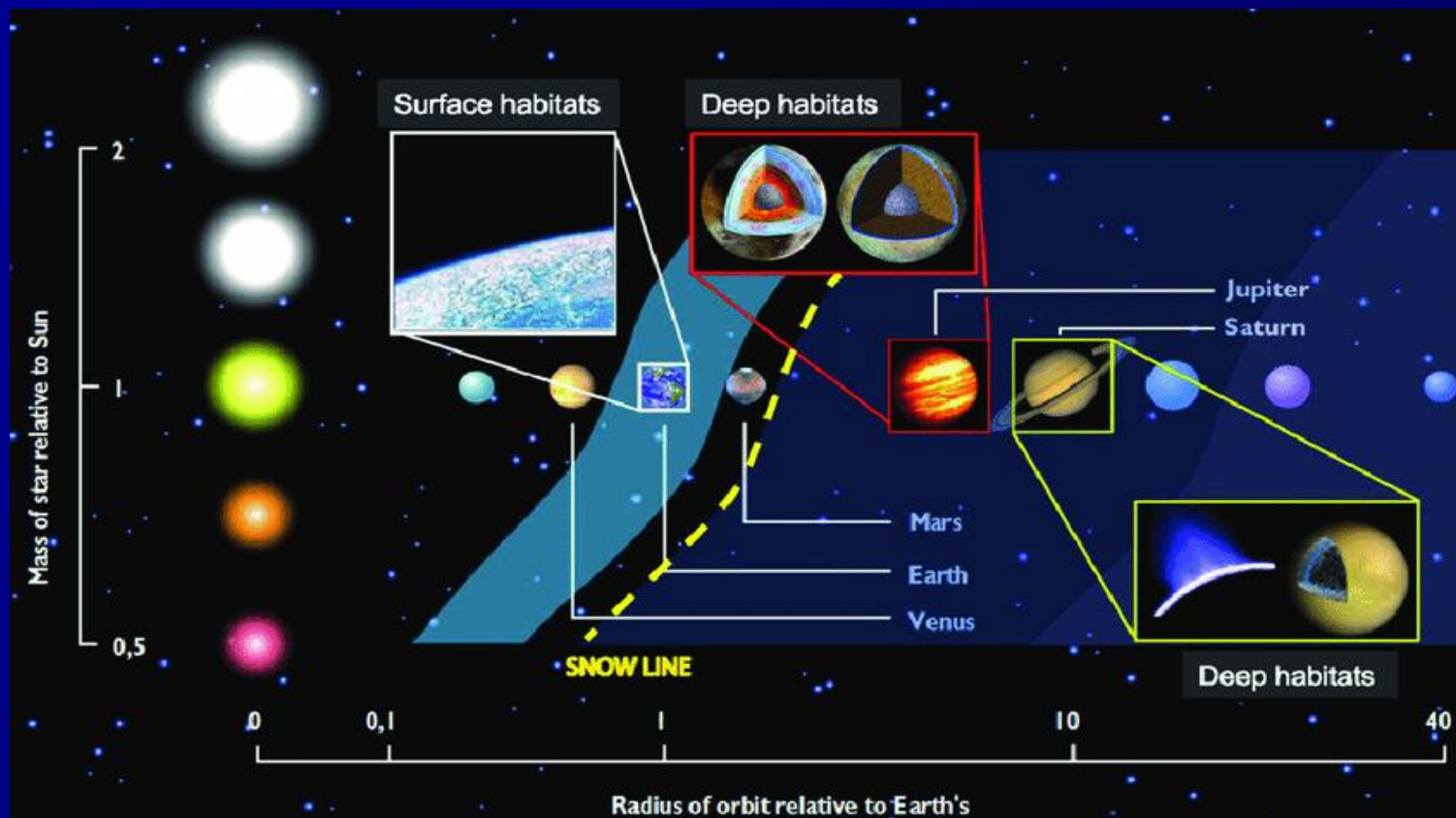
Căutați viața peste tot



Noțiunea de habitabilitate este un subiect dezbătut în cadrul comunității astrobiologilor. Definiția sa este legată de condițiile care au permis apariția și evoluția singurei vieți ce o cunoaștem, viața terestră.

Căutați viața peste tot

Extinderea zonei locuibile la mediile subterane este un exemplu de cercetare a posibilității vieții în aceste medii ale Sistemului Solar.

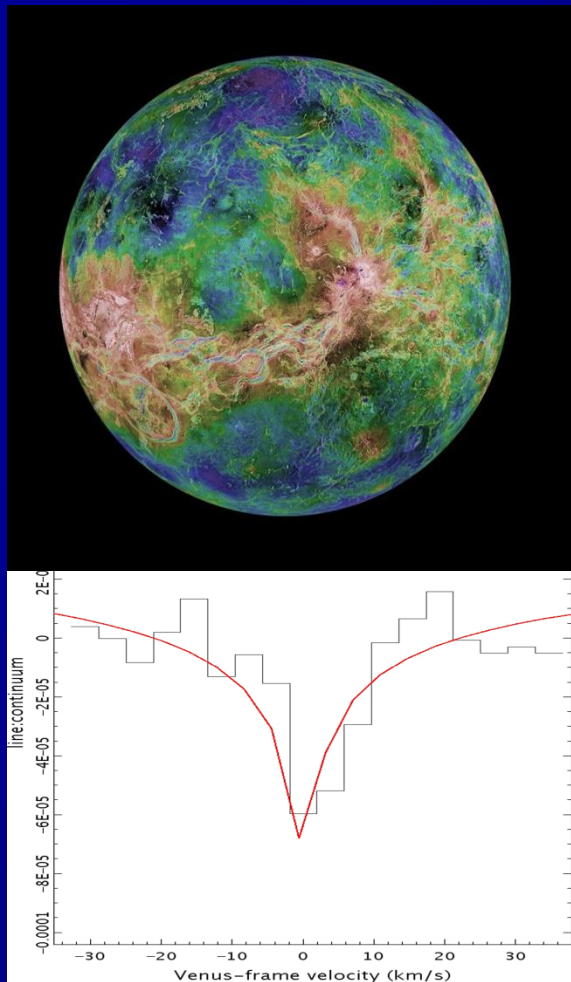


Corpurile din Sistemul Solar și interesul lor astrobiologic

Studiile de astrobiologie sunt interesate de posibila apariție a vieții în mediile aflate dincolo de Pământ, medii care au fost definite ca locuibile.



Planetele din Sistemul Solar și interesul astrobiologic: VENUS



"Planeta noastră soră" are o chimie organică relativ complexă, cu molecule de sulf și fosfor într-o atmosferă extrem de densă, compusă din mai mult de 96% CO_2 .

Nu se găsește în zona locuibilă a Sistemului Solar și îi lipsește o componentă esențială: apa de pe suprafața sa.

Apă deuterată (HDO) (Autor: Greaves, J.S., Richards, A.M.S., Bains, W. et al.)



Planetele din Sistemul Solar și interesul astrobiologic: VENUS

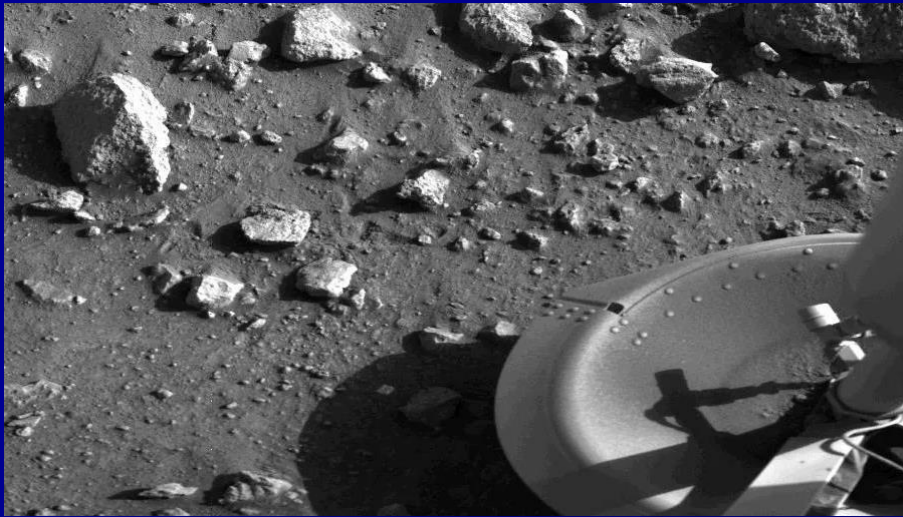
După formarea sa, Venus a beneficiat de intrări exogene precum Pământul și este posibil să fi avut apă lichidă pe suprafața sa și o atmosferă bogată în apă acum 4,5 miliarde de ani, care au durat câțva timp.

În prezent, suprafața sa este doar vulcanică activă, cu temperaturi de aproximativ 460 ° C.

Dacă viața s-a dezvoltat în momentul cel mai favorabil, se presupune că a supraviețuit sub formă de microorganisme în norii atmosferei, cu o temperatură de ~ 75 ° C.



Planetele din Sistemul Solar și interesul astrobiologic: MARTE



Această planetă a fost adesea propusă ca fiind cel mai bun loc din Sistemul Solar pentru a fi avut sau încă a mai avea condiții pentru viață.

Existența vieții microbiene a fost deja luată în considerare în anii '70 în timpul pregătirii misiunii Viking: lander-ele au fost echipate cu instrumente capabile să efectueze experimente menite să evidențieze viața marțiană, să detecteze activitatea biologică fotosintetică sau să furnizeze nutrienți bacteriilor marțiene, cu răspunsuri negative.



Planetele din Sistemul Solar și interesul lor astrobiologic: MARTE



(Credit: Curiosity, NASA / JPL)

Viking I și II au confirmat prezența apei lichide în trecutul lui Marte, observând canale, râuri uscate și văi dendritice. Apa ar fi putut rămâne pe suprafața sa timp de cel puțin un miliard de ani și este încă prezentă în mineralele care acoperă acum suprafața .

La poli există apă înghețată în calotele polare și se suspectează că apa este prezentă în cantități mai mari în crusta marțiană.



Planetele din Sistemul Solar și interesul astrobiologic: MARTE

Viața s-ar fi putut dezvolta pe Marte în același timp cu pe Pământ și, probabil, ar fi persistat în subteran.

Găsirea vieții pe Marte ar oferi multe răspunsuri despre apariția vieții pe planeta noastră.

Dacă viața ar exista pe Marte, chiar și sub formă de microorganisme și ținând cont că planeta nu mai este activă geologic, ar trebui să fie posibil să descoperim viața sub formă de urme fosile la suprafață sau chiar să sperăm că există și a supraviețuit subteran.



Corpurile din Sistemul Solar și interesul astrobiologic: SATELIȚI

În ultimele decenii, alte corpuri locuibile de interes astrobiologic au fost descoperite dincolo de bariera asteroizilor: sateliții planetelor gazoase gigantice.

Planetele gigantice prezintă un interes limitat pentru astrobiologie, deoarece nu au suprafețe solide și, prin urmare, nu au roci.

Sateliții lor sunt, în schimb, importanți pentru înțelegerea originii și evoluției Sistemului Solar.



Sateliții din Sistemul Solar și interesul astrobiologic

În jurul lui Jupiter: Ganymede, Callisto și Europa.

În jurul lui Saturn: Enceladus și Titan.

Dezvăluiți de sonda Cassini-Huygens (1997-2017), care a vizitat aceste lumi timp de 15 ani, sateliții de gheață ai lui Saturn surprind prin diversitatea lor și abundența apei lichide pe care o conțin.

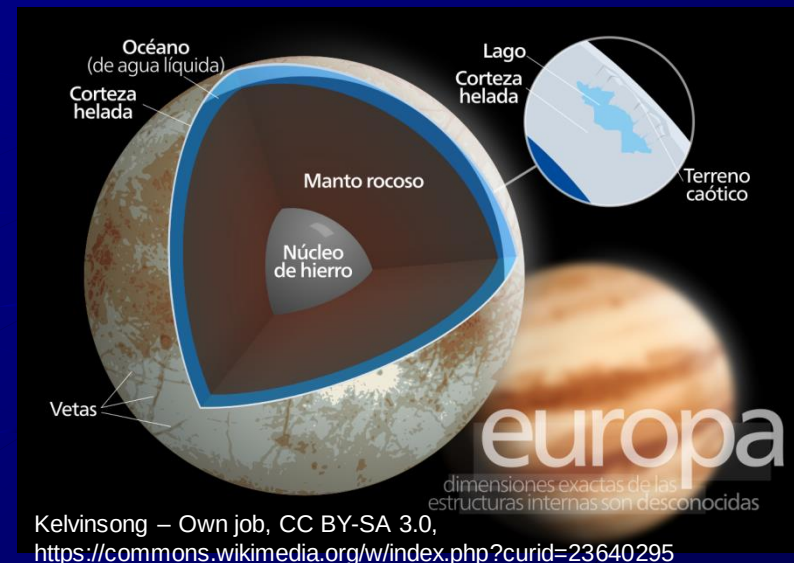


Sateliții din Sistemul Solar și interesul astrobiologic

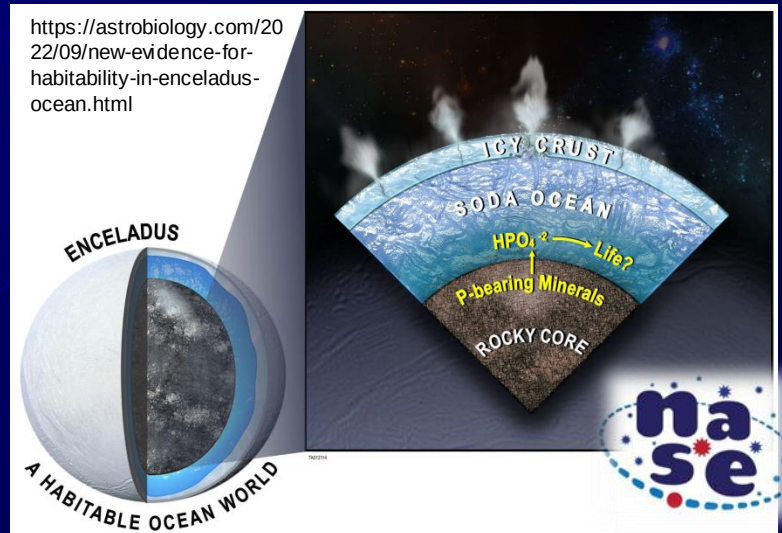
Europa ar conține un ocean de zece ori mai mare decât cel al Pământului, fiind în același timp un satelit de trei ori mai mic decât planeta noastră.

Enceladus - În 2014, au fost descoperite gheizere de apă pe suprafața sa, care se extind până la 100 km altitudine.

Această observație a relevat prezența unui ocean sub stratul de gheață.



<https://astrobiology.com/2022/09/new-evidence-for-habitability-in-enceladus-ocean.html>



Sateliții din Sistemul Solar și interesul astrobiologic: TITAN

Cel mai mare satelit al lui Saturn, Titan, prezintă o cantitate mare de materie organică care se formează în atmosfera sa.

În 1980 și 1981, sondele Voyager 1 și 2 au dezvăluit o atmosferă extrem de densă, compusă în principal din azot și metan.

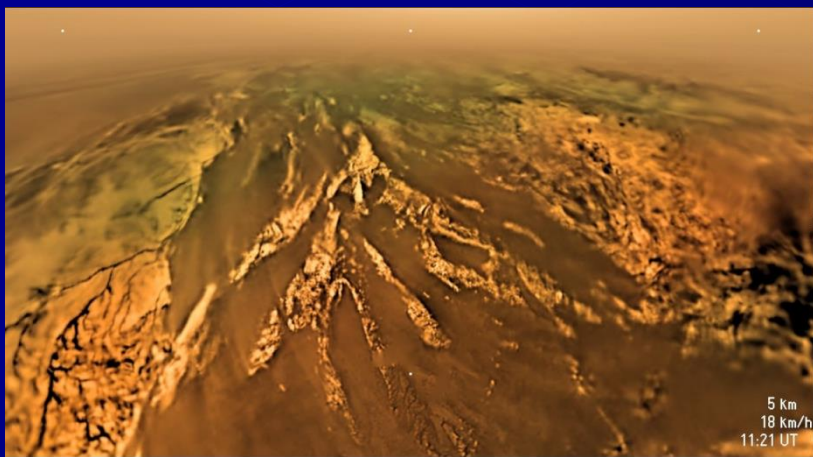
Chimia din atmosfera lui Titan s-a dovedit a fi extrem de complexă, ducând la formarea de aerosoli organici care se depun la suprafață.



Misiunea Cassini-Huygens (1997-2017) a confirmat chimia organică complexă din atmosfera lui Titan.



Misiunea Cassini/Huygens (Autor: NASA)



Titan (Autor: Cassini / Huygens, NASA)

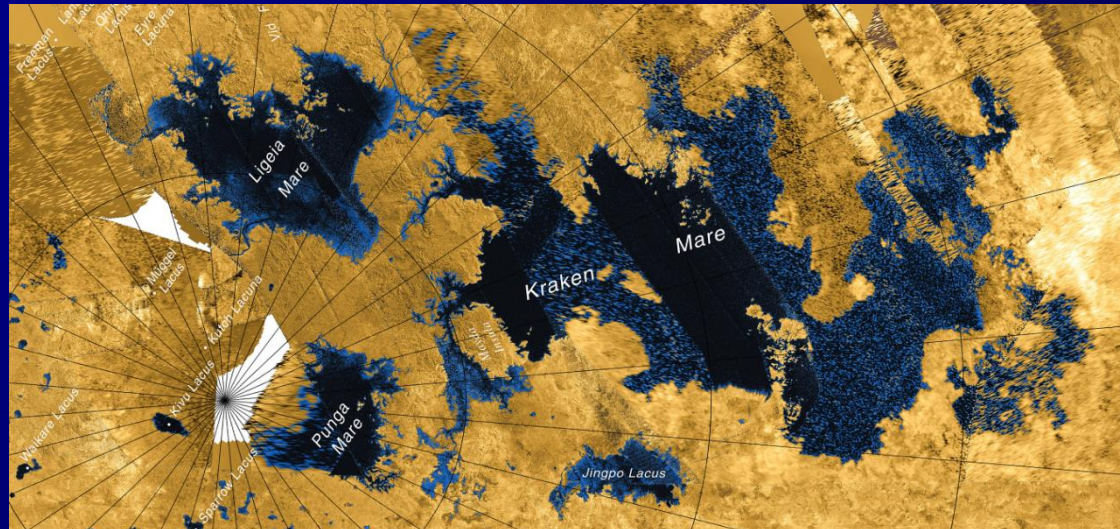
Au fost obținute imagini impresionante ale suprafeței acoperite cu granule organice, dune și lacuri de hidrocarburi.

Modelele astrofizice au propus că Titan ar putea adăposti un ocean de apă lichidă sub suprafața sa și prezintă toate ingredientele necesare pentru apariția unei chimii prebiotice bogate și a unei posibile forme de viață.



Modelele geochimice evolutive sugerează că din primul milion de ani după formarea lui Titan, acest ocean subteran a fost în contact cu atmosfera, în care ar fi fost produse primele molecule complexe.

Prin analogie cu Pământul, în acest ocean al lui Titan este de așteptat prezența orificiilor hidrotermale, care constituie o sursă de energie pentru moleculele organice și un mediu potențial pentru sistemele prebiotice.



Dincolo de Sistemul Solar

5500 de exoplanete au fost descoperite și confirmate în galaxia noastră (până în 2024). Ele ne ajută să înțelegem formarea Sistemului Solar și acest lucru este, probabil, unic.

Cu stadiul actual al cunoștințelor și progreselor în domeniul astrobiologiei, este foarte dificil să presupunem o planetă locuită și să dovedim prezența vieții în galaxia noastră sau dincolo de ea.

Se pare că există din ce în ce mai multe locuri potrivite pentru dezvoltarea vieții, dar cum rămâne cu dezvoltarea reală a vieții?



Concluzii

Astrobiologia încearcă să determine dacă viața ar putea exista în alte părți ale Universului și, dacă da, sub ce formă și astfel să răspundă la o întrebare existențială: **suntem singuri în Univers?**

Timp de câteva decenii, înțelegerea apariției vieții pe Pământ a fost crucială pentru a determina dacă este o coincidență sau un fenomen reproductibil în condiții și medii specifice.



Concluzii

Această înțelegere este necesară pentru a trage concluzii cu privire la posibilitatea vieții în altă parte a Universului.

În ciuda eforturilor susținute, nu s-a ajuns încă la astfel de concluzii.



Vă mulțumesc
pentru atenție!

