

Wszechświat w mojej kieszeni



Poszukiwanie życia  
pozaziemskiego



Danielle Briot  
Observatorium  
Paryskie



Krajobraz Marsa.



Pustynia Atakama w Chile.

Te dwa krajobrazy są bardzo podobne, ale Mars nigdy nie zaoferuje takiego krajobrazu:



Kwitnąca pustynia Atakama,

# Czym jest życie?

W łaściwie nikt dzisiaj nie potrafi podać dobrej definicji „życia”.

Pomimo braku jasnej definicji, mamy pewne wyobrażenia o tym, czym jest życie. Jak dotąd Ziemia jest jedynym znanym miejscem, w którym ono występuje. Życie można znaleźć praktycznie wszędzie na naszej planecie, nawet w warunkach, które wydają nam się niemożliwe. Istoty żyjące w takich warunkach nazywane są ekstremofilami.

Nauka badająca żywe istoty nazywa się biologią. Natomiast poszukiwanie życia na planetach innych niż Ziemia nazywa się astrobiologią, bioastronomią lub egzobiologią. W badaniach tych uczestniczą naukowcy z różnych dyscyplin: astrofizycy, biolodzy, biochemicy, filozofowie...

Powszechnie uważa się, że życie zaczęło się na Ziemi, ale nie wiadomo jak. Inna teoria sugeruje, że zostało ono sprowadzone z kosmosu przez meteoryty lub komety.

# Równanie Drake'a

$$N = R_* \times f_p \times n_e \times f_l \times f_i \times f_c \times L$$



**N:** prawdopodobna liczba cywilizacji w naszej galaktyce.

**$R_*$ :** liczba gwiazd, które powstają każdego roku w naszej galaktyce.

Ten parametr można teraz oszacować.

**$f_p$ :** odsetek gwiazd z planetami.

Ten parametr można teraz oszacować.

**$n_e$ :** Średnia liczba planet z prawdopodobnym istnieniem życia, przypadająca na jedną gwiazdę posiadającą planety.

**$f_l$ :** odsetek tych planet, na których faktycznie pojawiło się życie.

**$f_i$ :** odsetek tych planet z inteligentnym życiem (cywilizacją).

**$f_c$ :** odsetek planet z inteligentnym życiem, które są w stanie i chcą się komunikować.

**L:** średni czas istnienia takiej cywilizacji w latach.

# Paradoks i szacowanie

Kwestia istnienia innych światów, potencjalnie zamieszkałych, była podnoszona od czasów starożytnych.

Zobacz TUIMP nr 8.

Jak możemy je znaleźć?

W 1950 roku fizyk Enrico Fermi (1901 - 1954) zadał pytanie: „Gdzie oni są?” Innymi słowy, jeśli istnieją inteligentne istoty pozaziemskie, dlaczego jeszcze się z nimi nie spotkaliśmy? To pytanie, znane jako paradoks Fermiego, dało początek niezliczonym odpowiedziom i jest nadal badane na podstawie różnych hipotez.

W 1961 roku astrofizyk Frank Drake (1930-2022) ustalił wzór prawdopodobieństwa do oszacowania liczby cywilizacji pozaziemskich, z którymi moglibyśmy się skontaktować. Możliwe odpowiedzi wahają się od 0 dla pesymistów do kilku milionów dla optymistów.



Strefa zamieszkiwalna dla planet w Układzie Słonecznym i dla egzoplanet.

Ziemia znajduje się w strefie zamieszkiwalnej, a Wenus i Mars są bardzo blisko.

Na rysunku gwiazdy są pokazane od najgorętszych (bardzo jasne, masywne i niebieskie, dość rzadkie) do najchłodniejszych (niezbyt jasne, małe i czerwone, bardzo liczne). Strefa zamieszkiwalna jest bliżej gwiazdy, gdy gwiazda jest mniej masywna.

Uważa się, że planety w strefie zamieszkiwalnej czerwonych gwiazd są wystarczająco blisko swojej gwiazdy, aby zawsze być skierowane tą samą stroną do gwiazdy.

# Jeden z prawdopodobnych warunków koniecznych do życia

Życie poza Ziemią może bardzo różnić się od tego, co znamy. Powszechnie uważa się, że płynna woda jest jednym z warunków koniecznych do zaistnienia życia. Reakcje biochemiczne wymagają płynu, a woda pozostaje w stanie ciekłym w szerokim zakresie temperatur. Woda jest również bardzo dobrym rozpuszczalnikiem. Wreszcie, woda jest jedną z najobficiej występujących molekuł we Wszechświecie.

Przy ziemskim ciśnieniu woda jest cieczą, gdy temperatura wynosi od  $0^{\circ}\text{C}$  do  $100^{\circ}\text{C}$ . Na podstawie tego zakresu temperatur zdefiniowano „strefę zamieszkiwalną” dla planet w Układzie Słonecznym i dla planet pozasłonecznych, czyli planet krążących wokół innych gwiazd.

Przy tej definicji strefa zamieszkiwalna zależy od temperatury gwiazdy i odległości planety. Ale ta koncepcja jest działa tylko jako pierwsze przybliżenie.



Powierzchnia Marsa widziana przez Vikinga 1, pierwszy statek kosmiczny, który wylądował na Marsie, 21 lipca 1976 roku. Nie ma żadnych kanałów.



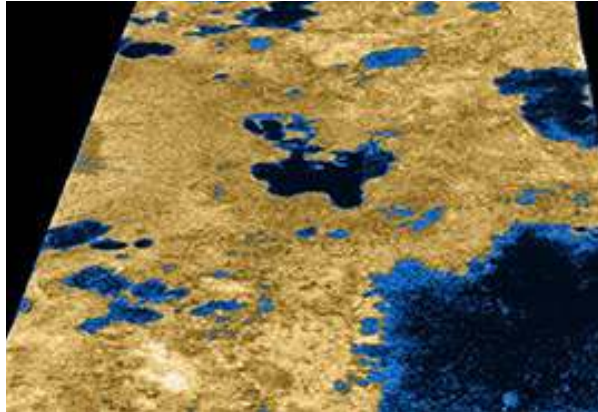
NASA potwierdziła istnienie dużego zbiornika ciekłej wody pod powierzchnią Marsa

# Planety Układu Słonecznego

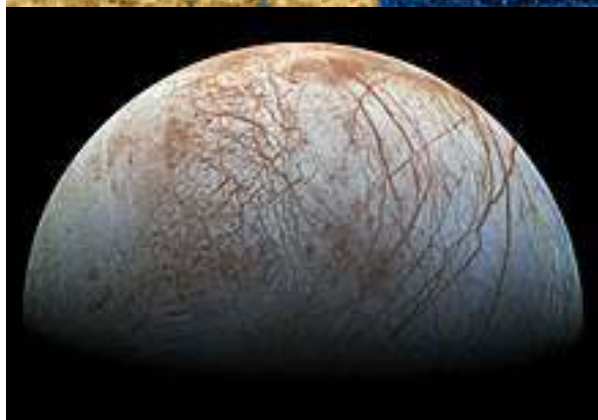
Spośród planet Układu Słonecznego położonych w strefie zamieszkiwalnej (lub w jej pobliżu), Wenus ma najbardziej ekstremalne warunki fizyczne. Średnia temperatura powierzchni wynosi  $464^{\circ}\text{C}$  a ciśnienie jest 90 razy większe niż na Ziemi. Może jednak mogłyby tam żyć ekstremofile?

Planeta Mars wydaje się być bardziej obiecującym kandydatem do poszukiwań życia. Fałszywe odkrycie rzekomych kanałów na Marsie przez część naukowców okazało się zbiorową iluzją. Sondy Viking nie wykryły żadnych kanałów.

Obecnie niezwykle osiągnięcia astronomii kosmicznej pozwalają wysyłać na Marsa zarówno stacjonarne, jak i mobilne urządzenia w poszukiwaniu śladów życia. Badania marsjańskiego terenu pokazują, że kiedyś istniała tam woda w stanie ciekłym, i być może nadal istnieje podziemny ocean.



Jeziora węglowodorów, metanu i etanu na satelicie Saturna, Tytanie.



Zdjęcie Europy, satelity Jowisza, w prawdziwych kolorach, ukazujące liczne pęknięcia.



Strumienie materii nad biegunem południowym Enceladusa, satelity Saturna.

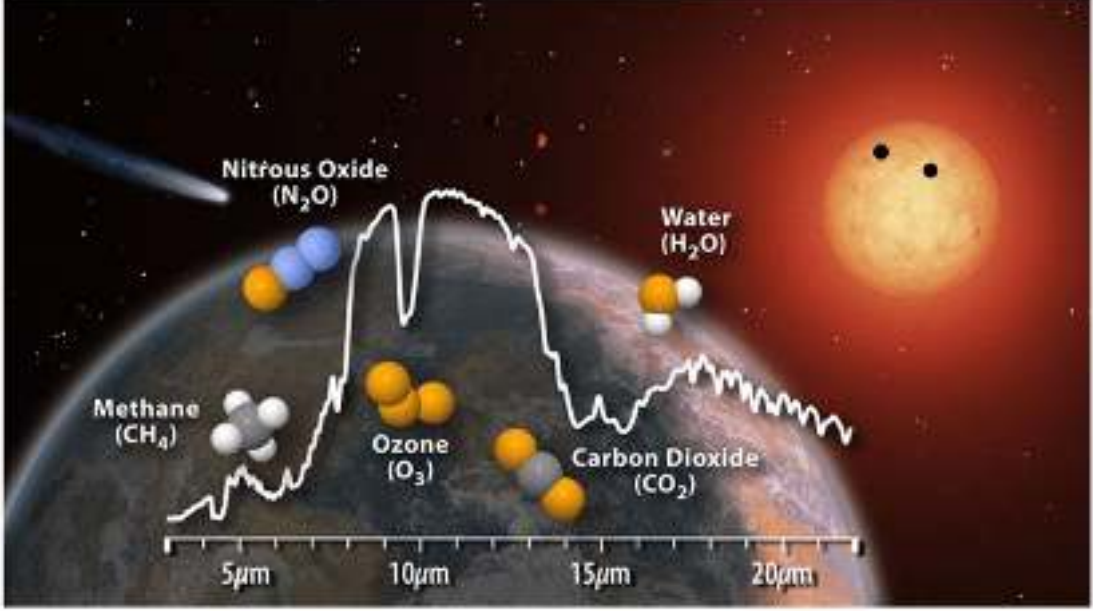
Czy na różnych satelitach może istnieć jakaś forma życia?

# Fascynujące satelity Układu Słonecznego

Planety, które są poza strefą zamieszkiwalną to gigantyczne, gazowe planety, na których trudno wyobrazić sobie życie. Ale te planety mają bardzo wiele interesujących satelitów. Tytan, satelita Saturna, posiada atmosferę i jeziora metanowe, które zostały wykryte przez statek kosmiczny. Europa, satelita Jowisza, ma ocean ciekłej wody pod warstwą lodu; planowane jest wysłanie sond, aby przebić lód i poszukać życia w tym oceanie.

Podziemne oceany ciekłej wody odkryto również na satelicie Saturna, Enceladusie, na satelicie Jowisza, Ganimesdesie, a ostatnio na satelicie Saturna, Mimasie. Podejrzewa się też istnienie innych podziemnych oceanów.

Istnieje wiele możliwości dla życia!



Kilka przykładów molekuł wykrytych w atmosferze egzoplanety, które mogłyby być śladami życia (Źródło: Meixner, et al. 2021, JATIS).



Puszcza tropikalna Amazonii jest największym obszarem porośniętym roślinnością na Ziemi. Czy taką roślinność dałoby się wykryć na egzoplanecie?

# Planety pozasłoneczne

Odkrycie planet pozasłonecznych w 1995 roku, których obecnie znanych jest już kilka tysięcy, niezwykle ożywiło poszukiwania życia pozaziemskiego. Zobacz TUIMP nr 8. Spośród setek miliardów planet, które prawdopodobnie istnieją w naszej galaktyce, szczególnie interesują nas planety skaliste, tj. planety niegazowe znajdujące się w strefie zamieszkiwalnej swojej gwiazdy. Jak możemy wykryć życie na tych planetach, skoro niewiele z nich jest widocznych z Ziemi? Niektóre gazy wskazujące na obecność życia mogą występować w atmosferach egzoplanet i być wykrywalne z Ziemi. Możliwe może być nawet obserwowanie dużych obszarów pokrytych roślinnością, której chlorofil mógłby zostać wykryty. Mamy więcej pytań niż odpowiedzi, ale przyszłość wygląda bardzo obiecująco i ekscytująco.

# Quiz

Które z poniższych stwierdzeń są prawdziwe, a które fałszywe? Należy pamiętać, że w każdym temacie może być kilka prawdziwych zdań.

## 1/ Pochodzenie życia

- a) Życie powstało na planecie Ziemia.
- b) Życie pochodzi z kosmosu.
- c) Jeszcze nie wiemy...

## 2/ Obecność wody w Układzie Słonecznym

- a) Ziemia jest jedynym miejscem w Układzie Słonecznym, gdzie występuje woda.
- b) Na planetach i satelitach znajduje się kilka podziemnych oceanów.

## 3/ Znaleziono życie na planecie krążącej wokół gwiazdy innej niż nasze Słońce.

- a) Prawda
- b) Nie, ale badania są aktywne w tym temacie.

# Odpowiedzi

Prawdziwe zdania są na czerwono, a fałszywe na niebiesko.

## 1/ Pochodzenie życia

- a) Życie powstało na planecie Ziemia.
- b) Życie pochodzi z kosmosu.
- c) Jeszcze nie wiemy...

## 2/ Obecność wody w Układzie Słonecznym

- a) Ziemia jest jedynym miejscem w Układzie Słonecznym, gdzie występuje woda.
- b) Na planetach i satelitach znajduje się kilka podziemnych oceanów.

## 3/ Znaleziono życie na planecie krążącej wokół gwiazdy innej niż nasze Słońce.

- a) Prawda
- b) Nie, ale badania w tej dziedzinie są bardzo aktywne.

# Wszechświat w mojej kieszeni nr 19

Niniejsza książeczka została napisana w 2025 roku przez Danielle Briot z Obserwatorium Paryskiego i zweryfikowana przez Jeana Schneidera, również z Obserwatorium Paryskiego.

Zdjęcie na okładce: Metalowe pudełko zawierające Złotą Płytę, która została umieszczona na pokładzie sond Voyager 1 i Voyager 2 i jest przeznaczona dla ewentualnych pozaziemskich inteligentnych form życia. Na pokrywie znajduje się diagram pokazujący, jak odczytać płytę. Płyta zawiera obrazy i dźwięki o ludziach i życiu na Ziemi.



Aby dowiedzieć się więcej o tej kolekcji i tematach przedstawionych w tej książeczce, odwiedź stronę <http://www.tuimp.org>.

Tłumaczenie: Anna Wójtowicz  
TUIMP Creative Commons

