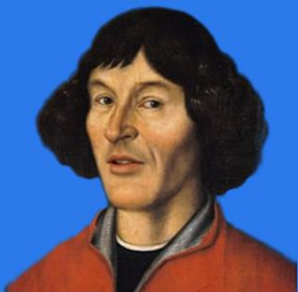




Rys. Leonardo AI



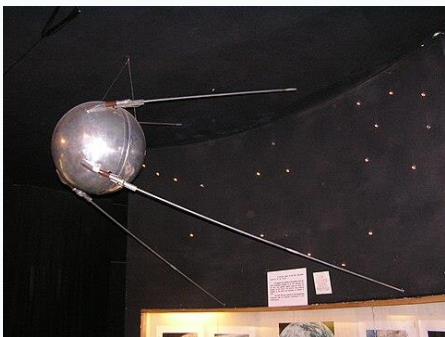
Czy istnieje życie na innych planetach?

Katedra Dydaktyki Fizyki i Pracownia Pokazów Fizycznych
Instytut Fizyki, UMK Toruń
02.2024 r.

Grzegorz Karwasz,
Kamil Fedus, Andrzej Karbowski,
Krzysztof Rochowicz, Waldemar Krychowiak

Kosmiczne osiągnięcia ludzkości

Pierwszy sztuczny satelita



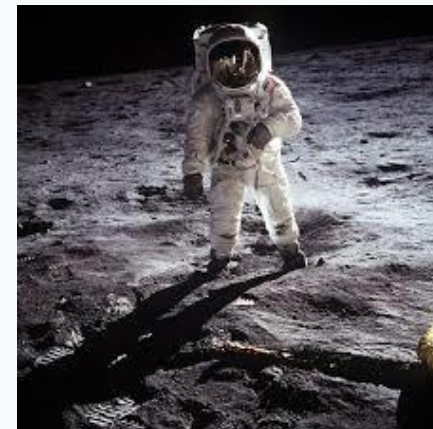
Sputnik 1 (1957)

Pierwszy człowiek na orbicie okołoziemskiej



Jurij Gagarin (1961)

Lądowanie na księżycu



Neil Armstrong (1969)

Międzynarodowa stacja kosmiczna (ISS)

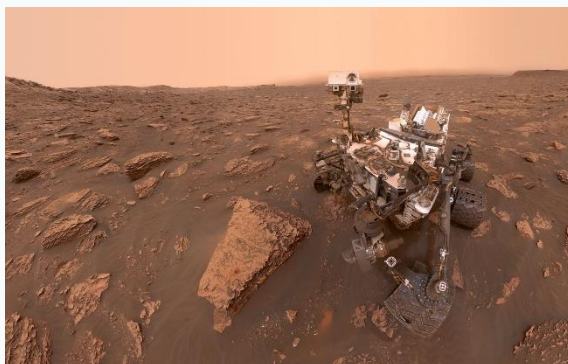


Lądowanie na Tytanie
(księżyc Saturna)



Próbnik Huygens (2005)

Łaziki na Marsie

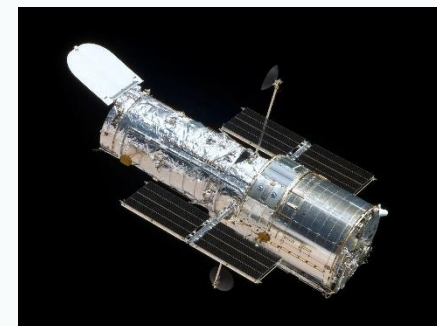


Sonda Voyager 1



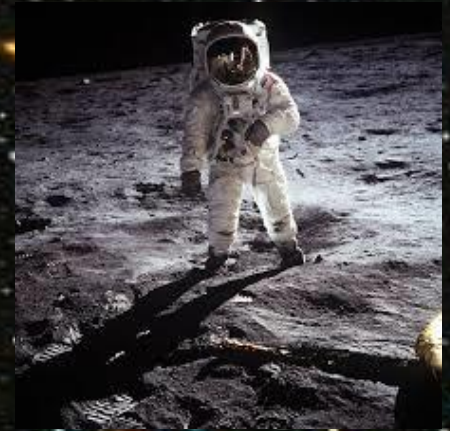
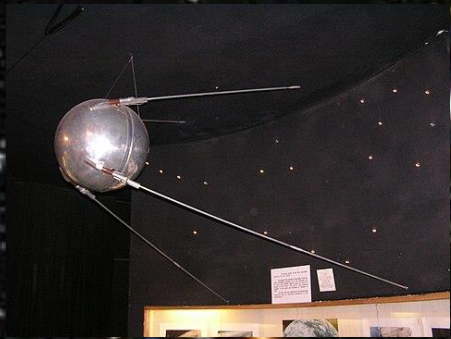
opuściła układ Słoneczny 1 sierpnia 2012 roku

Teleskopy i sondy
w naszym układzie Słonecznym

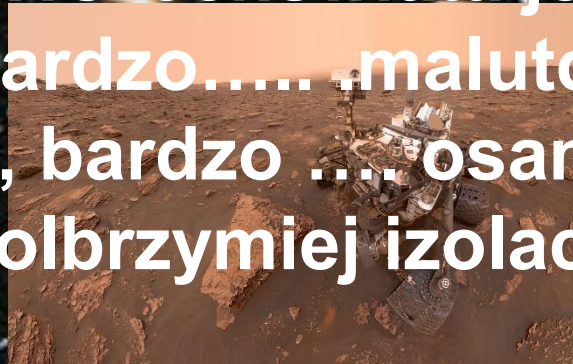


człowiek na Marsie?



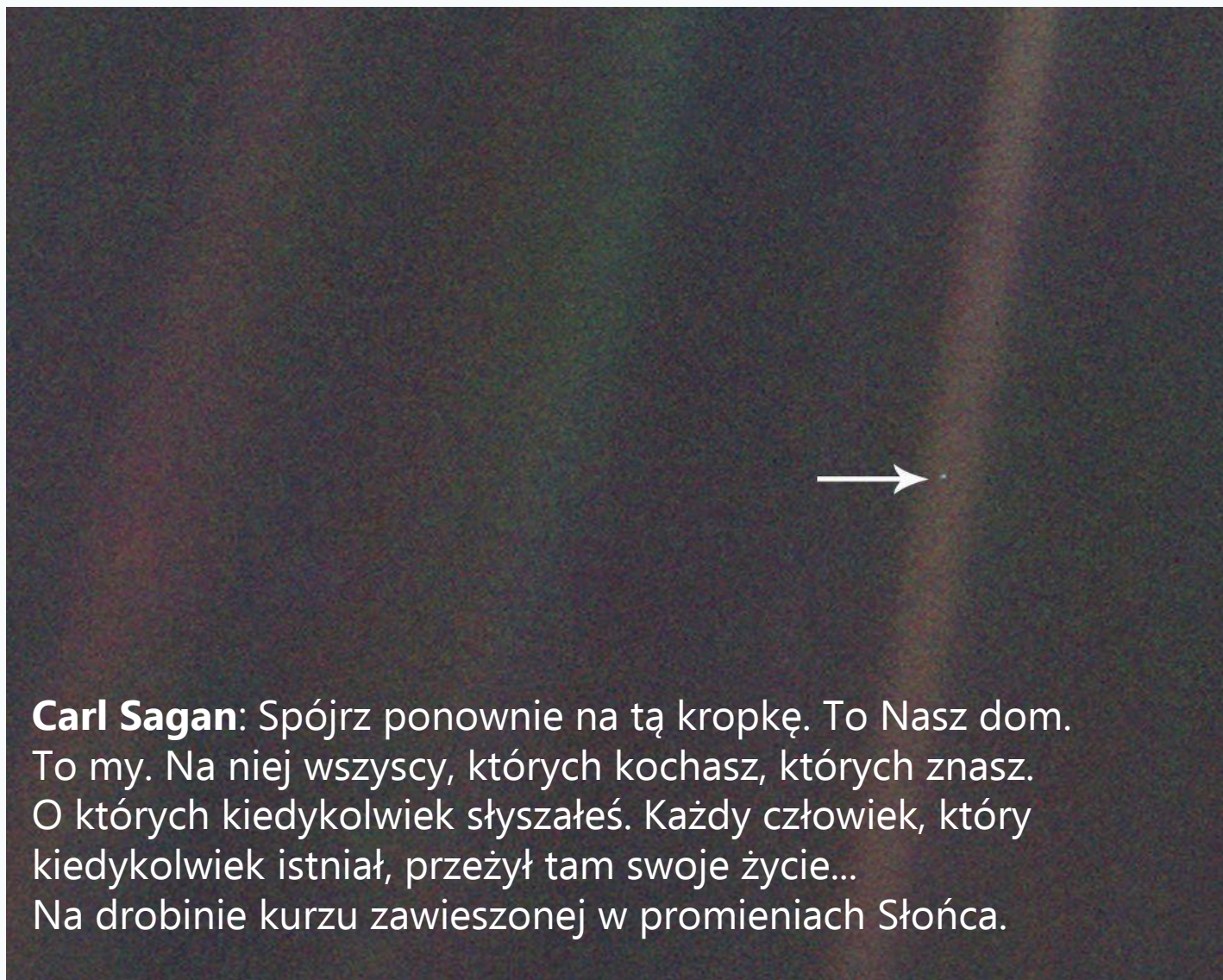


W skali całego Wszechświata jesteśmy bardzo,
bardzo.....malutcy
i bardzo, bardzoosamotnieni.
Żyjemy w olbrzymiej izolacji i pustce.



Ziemia widziana z „okolic” Saturna (ok. 6 miliardów kilometrów)

Voyager 1 (rok 1990)



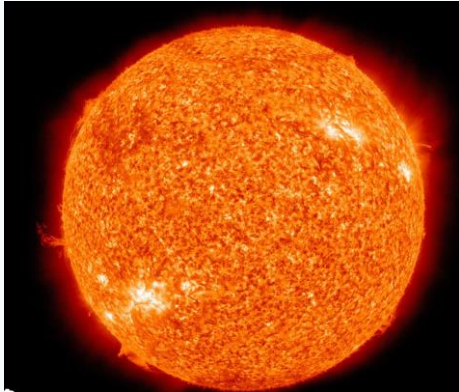
Carl Sagan: Spójrz ponownie na tę kropkę. To Nasz dom. To my. Na niej wszyscy, których kochasz, których znasz. O których kiedykolwiek słyszałeś. Każdy człowiek, który kiedykolwiek istniał, przeżył tam swoje życie... Na drobinie kurzu zawieszanej w promieniach Słońca.

Czy jesteśmy sami we Wszechświecie?



Odpowiedź mogą przynieść badania
planet pozasłonecznych,
tzw. egzoplanet.

Czym jest gwiazda?



Gwiazda kuliste ciało niebieskie, stanowiące skupisko powiązanej grawitacyjnie materii. Przynajmniej przez część swojego istnienia emituje w sposób stabilny promieniowanie elektromagnetyczne (w szczególności światło widzialne).

Czym jest planeta?



Planeta to ciało niebieskie krążące wokół gwiazdy, mające kształt kulisty i takie, które oczyściło swoją orbitę z innych zanieczyszczeń.

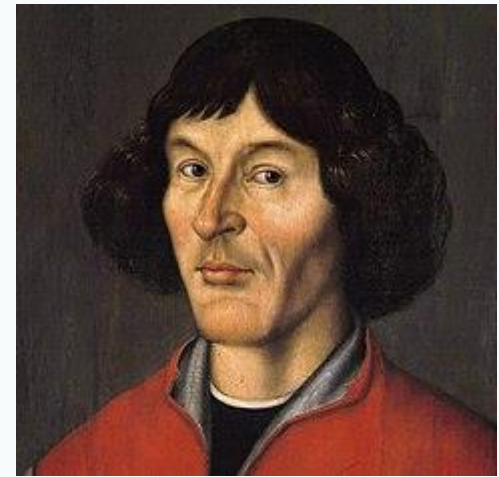
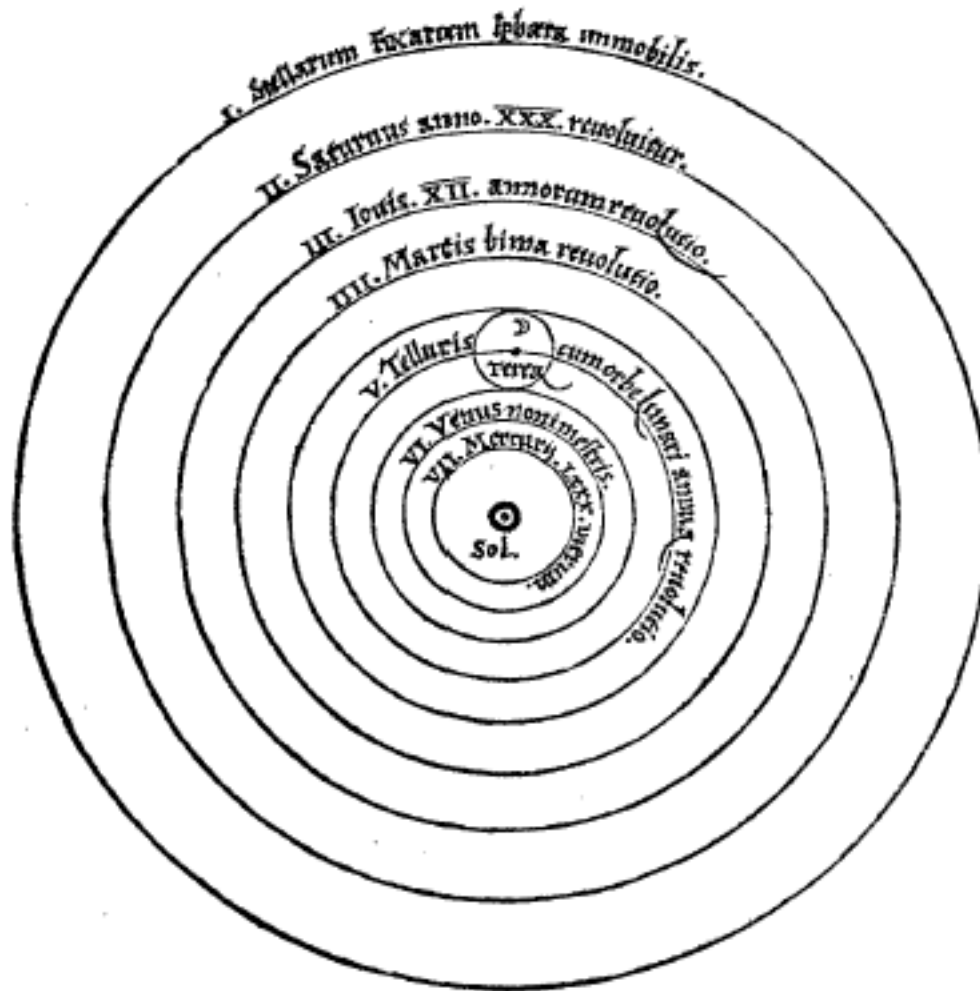
Nicolao Copernico:

"Che cosa è più bello del cielo?"



„Nebulosa” di Barnard (costellazione di Orione)

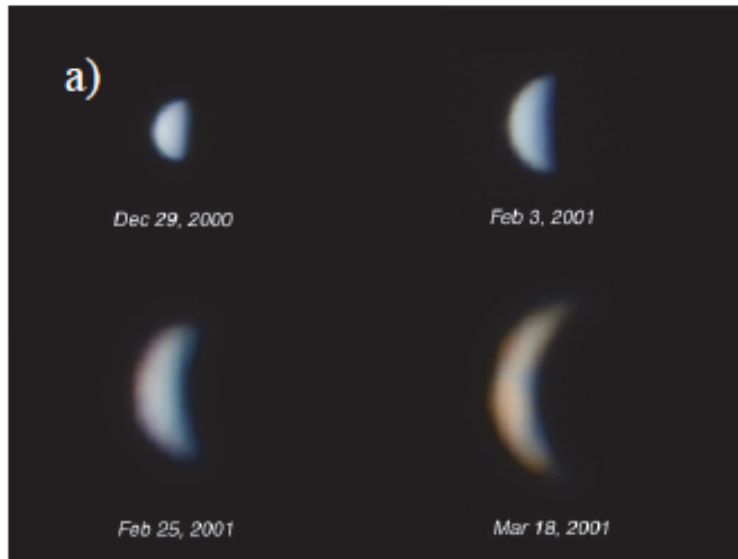
Jaka planetę odkrył Kopernik?



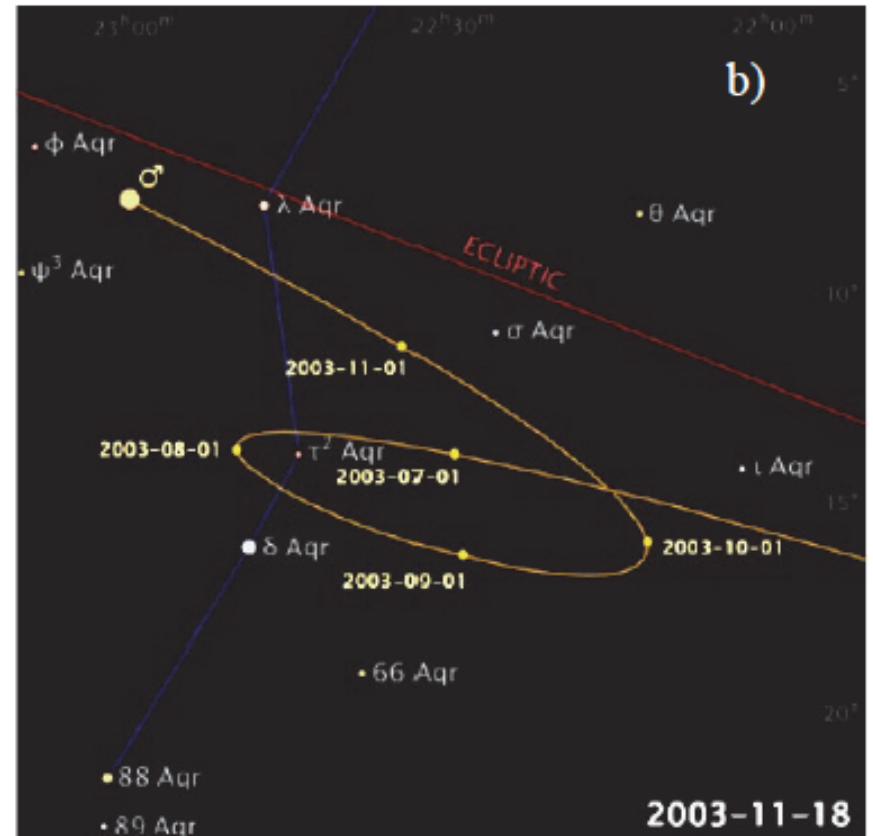
1473-1543

- Uran 1781
- Neptun 1846
- Pluton (1930-2006)

Planety, czyli błędzące gwiazdy



Fot. 4.14. Dwa dowody na prawdziwość teorii Kopernika: (a) fazy Wenus¹⁴, zaobserwowane po raz pierwszy przez Galileusza; (b) zapętłona (jeśli widziana z Ziemi) trajektoria Marsa na niebie¹⁵.

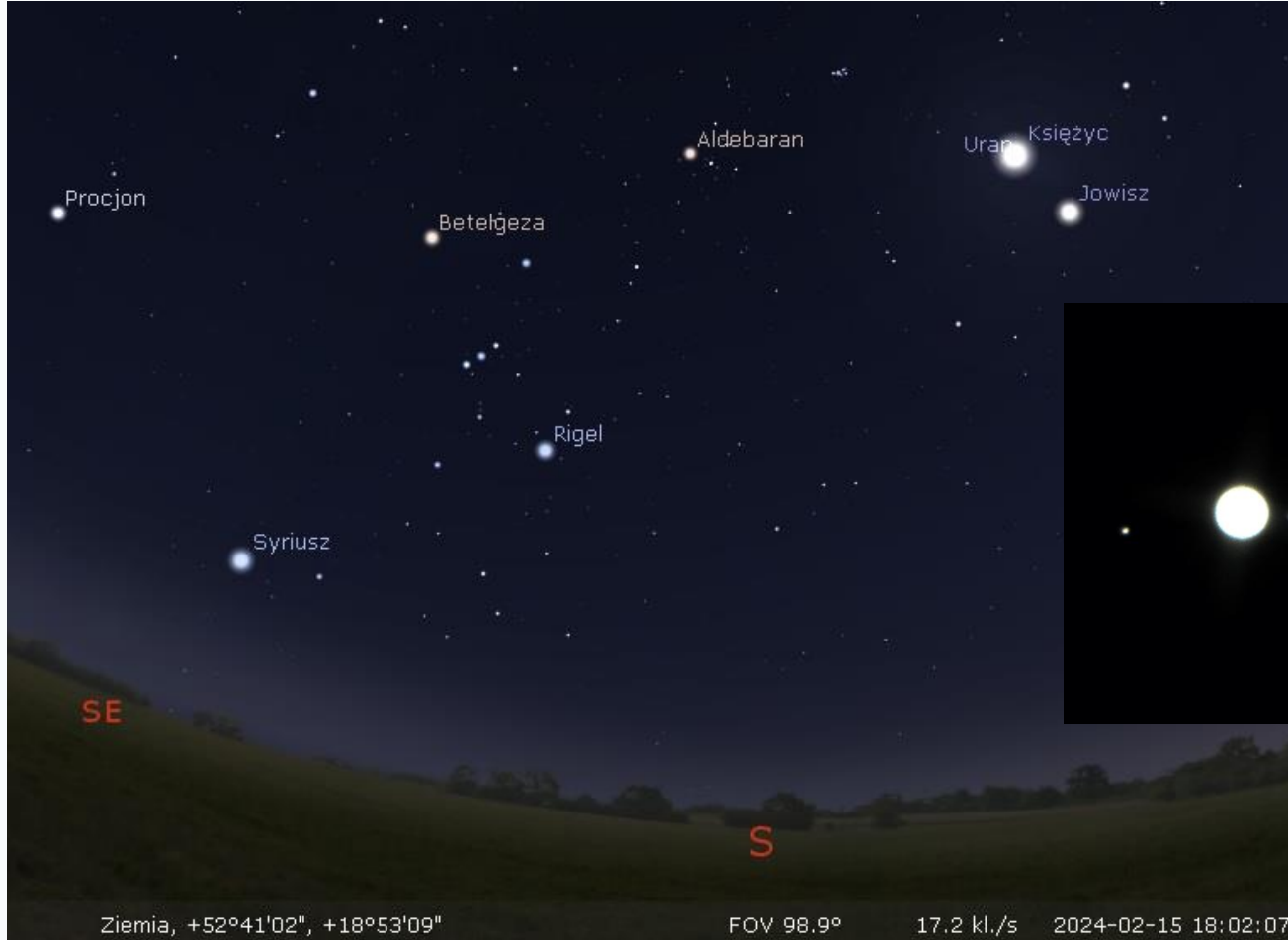


4.7. Nasze najbliższe kosmiczne sąsiedztwo – Układ Słoneczny

Czy widziałeś już planetę?

Obserwacje Jowisza
15.02

20. godz. mod H. 12	○ **
30. min	** ○ *
2. godz.	○ ** *
3. min	○ * *
3. Ho. r.	* ○ *
7. min	* ○ **
6. min	** ○ *
8. min H. 17.	* * * ○
10. min	* * * ○ *
11.	* * ○ *
12. H. q. w. g.	* ○ *
17. min	* * ○ *
14. min	* * * ○ *

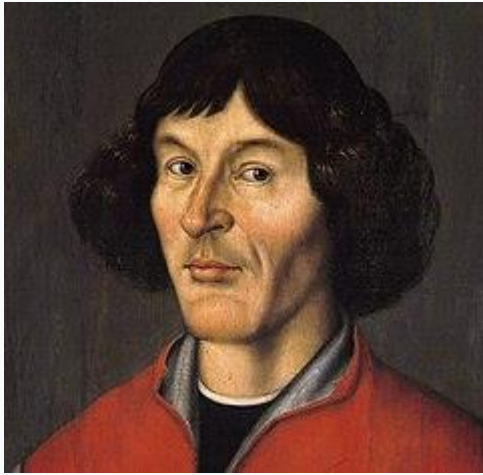


Co zrobił Kopernik?



Terrae motor, solis caelique stator





The principle of relativity

Dlaczego nie mamy powiedzieć jasno, że to zjawisko codziennego obrotu jest na niebie czymś pozornym, a na Ziemi rzeczywistością i że rzecz ma się tutaj tak właśnie, jak to wyraził Eneasz, gdy mówi u Wergiliusz: „**My odbijamy od portu, a ląd się cofa i miasta**”?

Bo gdy okręt płynie po spokojnym morzu, wszystko, co jest na zewnątrz, widzą płynący na nim ludzie tak, jakby właśnie to poruszało się na podobieństwo ruchów okrętu, a – na odwrót – zdaje im się, że sami ze wszystkim, co jest z nimi, stoją w miejscu.

Tak samo bez wątpienia może się mieć rzecz w wypadku ruchu Ziemi i sprawiać wrażenie, że to cały obraca się świat.

Ziemia to jedna z planet (!)

Skoro zatem nic nie stoi na przeszkodzie, by przyjąć ruchomość Ziemi, sędzę, że teraz trzeba się zastanowić, czy przystoi jej również wielość ruchów, tak, by ją można uważać za **jedną z planet**. Bo tego, że nie jest ona środkiem wszystkich obrotów, dowodzi ruch planet wyraźnie nierównomierny i zmienne ich odległości od Ziemi, których nie można wytłumaczyć za pomocą koła współśrodkowego z Ziemią.

Skoro więc istnieje większa ilość środków, nie bez przyczyny może ktoś mieć wątpliwości również co do środka wszechświata, czy mianowicie jest nim **środek ciężkości ziemskiej**, czy jakiś inny.

Ja w każdym razie mniemam, że środek ciężkości nie jest niczym innym, jak tylko jakąś **naturalną dążnością, którą boska opatrność Stwórcy wszechświata nadała częściom po to, żeby łączyły się w jedność i całość, skupiając się razem w kształt kuli**.

A jest rzeczą godną wiary że taka dążność istnieje również w Słońcu, Księżycu i innych świecących planetach, po to, by na skutek jej działania trwały w tej okrągłości, w jakiej się na przedstawiają; a niezależnie od tego w wieloraki sposób wykonują one swe ruchy krążące.

O właśnie! siła ciężenia w pierwszej kolejności utrzymuje planety, Słońce i Księżyc w postaci kuli. A siła ciężenia między Słońcem a planetami jest powodem ruchu planet dookoła Słońca (a Księżycyca dookoła Ziemi). Kopernik szuka *przyczyn*, a nie tylko opisu

Copernicus system: planets move around Sun

Sol

Merc XXC dias

Venere nove mesi revolutio

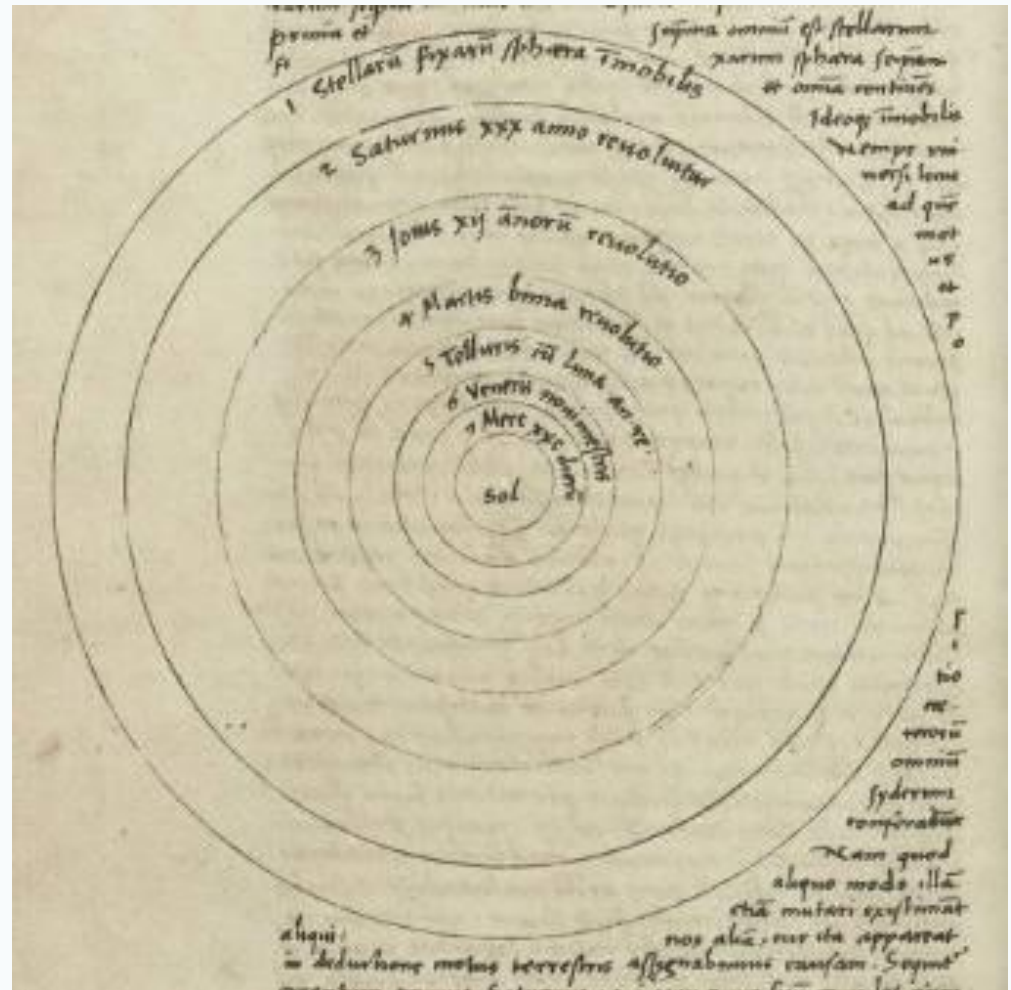
Tellurus un anno revolutio

Marte bi-anno revolutio

Iovis XIIJ anni revolutio

Saturnus: XXX anno revolutio

Stelle fisse sfera immobile



Uzasadnienie **trojaki**go ruchu Ziemi

W ogóle trzeba przyjąć, że jest on [ruch Ziemi] trojaki. Pierwszy, który Grecy – jak powiedzieliśmy – nazywają *nychtomerinos*, to jest ruchem noco-dziennym [dobowym], jest obrotem swoistym dla dnia i nocy, dokonującym się dookoła osi ziemskiej z zachodu na wschód, wobec czego ma się wrażenie, że świat obraca się w przeciwnym kierunku.

Drugi jest roczny ruch środka Ziemi, który zakreśla koło zodiaku dookoła Słońca, również z zachodu na wschód, to jest za porządkiem znaków zwierzyńca, przebiegając – jak powiedzieliśmy – pomiędzy Wenus i Marsem wraz ze wszystkim, co do Ziemi należy [kwiaty, domy, ludzie].

Z kolei zatem idzie ruch nachylenia jako trzeci ruch

Uzasadnienie **trojaki**go ruchu Ziemi

W ogóle trzeba przyjąć, że jest on [ruch Ziemi] trojaki. Pierwszy, który Grecy – jak powiedzieliśmy – nazywają *nychtomerinos*, to jest ruchem noco-dziennym [dobowym], jest obrotem swoistym dla dnia i nocy, dokonującym się dookoła osi ziemskiej z zachodu na wschód, wobec czego ma się wrażenie, że świat obraca się w przeciwnym kierunku.

Drugi jest roczny ruch środka Ziemi, który zakreśla koło zodiaku dookoła Słońca, również z zachodu na wschód, to jest za porządkiem znaków zwierzyńca, przebiegając – jak powiedzieliśmy – pomiędzy Wenus i Marsem wraz ze wszystkim, co do Ziemi należy [kwiaty, domy, ludzie].

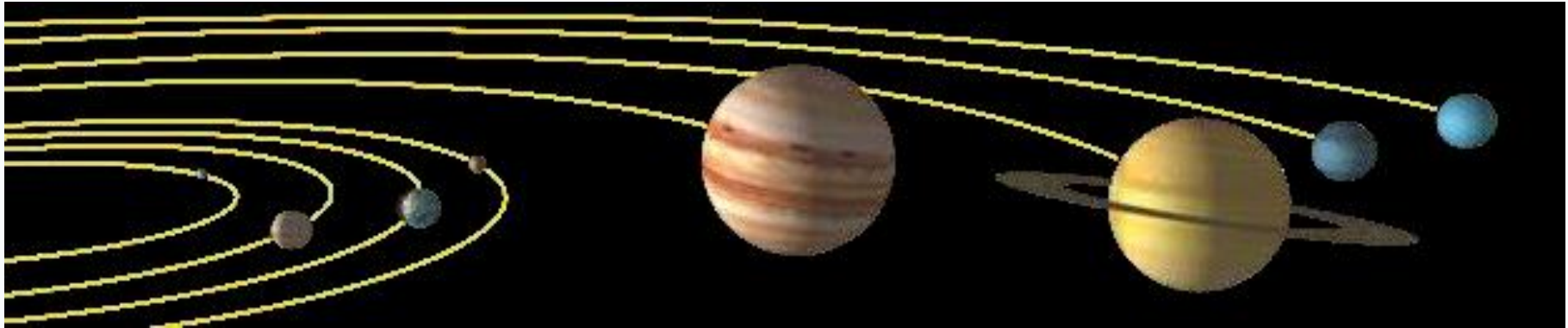
Z kolei zatem idzie ruch nachylenia jako trzeci ruch

De revolutionibus

× DO JEGO ŚWIĄTOBLIWOŚCI PAPIEŻA PAWŁA III MIKOŁAJA KOPERNIKA PRZEDMOWA DO KSIĄG O OBROTACH

Dostatecznie jasno, Ojczy Święty, zdaję sobie sprawę z tego, że znajdą się
×⁵ ludzie, którzy gdy tylko posłyszają, iż w tych moich księgach o obrotach sfer
wszechświata przypisuję jakieś ruchy kuli ziemskiej, zaraz podniosą krzyk, że
należy mnie wraz z takim przekonaniem potępić. Nie jestem bowiem do tego
stopnia zakochany we własnym dziele, żebym nie zważał na to, co o nim będą
sądzić inni. I jakkolwiek wiem, że myśli uczonego są niezależne od sądu ogółu —
10 ponieważ dążeniem uczonego, o ile tylko ludzkiemu rozumowi pozwala na to Bóg,
jest szukanie we wszystkim prawdy — mimo to jestem zdania, że poglądów zgoła
różnych od uznanej prawości należy się wystrzegać. Toteż — rozmyślając nad
tym, jak niedorzecznym opowiadaniem wydałoby się ludziom, gdybym wystąpił
z twierdzeniem, że Ziemia się porusza, wręcz przeciwnym ich zapatrywaniu
15 utwierdzonemu wyrokami wielu wieków, że Ziemia jest nieruchoma i leży w środku
świata jako jego punkt centralny — długo się wahałem, czy wydać te księgi, które
napisałem dla udowodnienia ruchu Ziemi, czy też może pójść raczej za przykładem
pitagorejczyków i niektórych innych myślicieli, którzy mieli zwyczaj przekazywać
tajemnice swej nauki nie pisemnie, lecz ustnie, tylko swoim najbliższym i przyja-
×²⁰ ciolom, jak o tym świadczy list Lizysa do Hipparcha. A robili to, moim zdaniem,

Układ Słoneczny: 8 planet i nieco więcej



Cztery planety 'wewnętrzne' (0,38-2 AU), ziemskie (tzn. zbudowane z ciężkiej materii, 5g/cm^3)

Cztery planety zewnętrzne (5 – 30 AU), giganty gazowe

Czym jest planeta?



Chat GPT:

Planeta to ciało niebieskie krążące wokół gwiazdy, mające kształt kulisty i takie, które oczyściło swoją orbitę z innych zanieczyszczeń.

A screenshot of the Exoplanet.eu website's catalog page. It shows a search interface with filters for Status and Detection, and a table of exoplanets. A large blue arrow points from the table to the text below.

Planet	Mass (M_{Jup})	Radius (R_{Jup})	Period (day)	a (AU)	e	i (deg)	Ang. dist. (arcsec)	Discovery	Update
TOI-199 c	—	—	273.7	0.8	0.096	—	—	2023	2023-09-27
TOI-199 b	0.17	0.81	104.87236	0.48	0.09	89.8	—	2023	2023-09-27

5506 planet w 4064 układach

Aleksander Wolszczan

Pierwszą planetę poza Układem Słonecznym odkrył Polak, radio-astronom pracujący w Stanach Zjednoczonych, Aleksander Wolszczan. Było to w latach 90. XX wieku. Naukowiec badał pulsar o długim numerze PSR B1257+12 i zauważył, że jego promieniowanie od czasu do czasu nieco słabnie. Przypominało to zaćmienia znanego nam już „łba demona” – Algola. Ale w pobliżu PSR-B1257 nie było żadnej innej gwiazdy. Wolszczan doszedł do wniosku, że dookoła tego pulsaru krążą dwie lub nawet trzy planety.

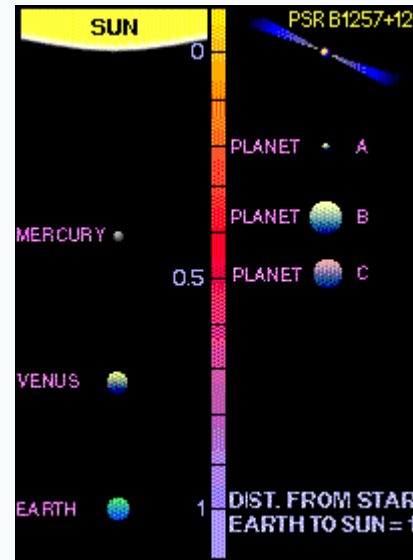
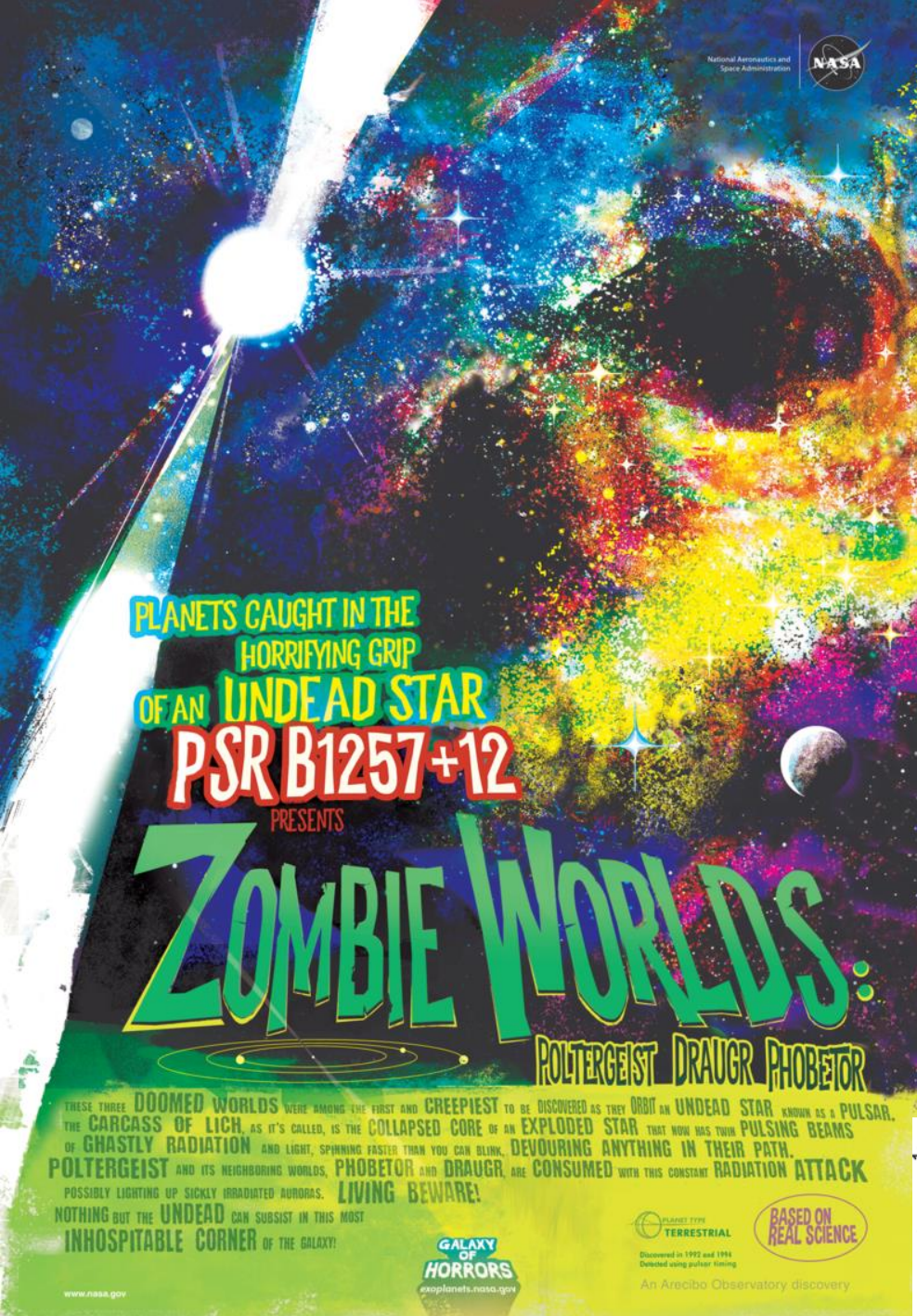
Ponieważ jednak gwiazda neutronowa wysyła przeogromne ilości fal radiowych, nie może tam istnieć życie takie jak na naszej planecie.

Planety dookoła słońc

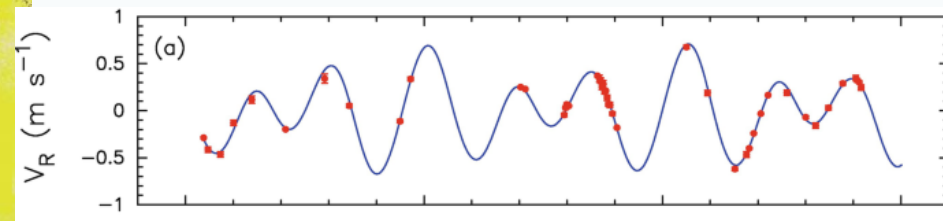
Pierwszymi odkrywcami planet dookoła „zwykłej” gwiazdy było w 1995 roku dwóch astronomów ze Szwajcarii, Michel Mayor i Didier Queloz (czytaj: mejor i kweloz). Wybrali oni gwiazdę 51Pegasi w gwiazdozbiornie Perseusza, odległą od Ziemi o 51 lat świetlnych. Przypomina ona bardzo nasze Słońce – wiekiem, rozmiarami i jasnością. Astronomowie zauważyli, że gwiazda ta co cztery dni jakby się ku nam przybliża, po czym znowu oddala. Wyglądało to jak krążenie wokół niewidocznego obiektu.

Okazało się, że jest to planeta o masie takiej jak połowa masy Jowisza, która krąży bardzo blisko gwiazdy, stąd też krótki okres obiegu – raz na cztery dni.





Aleksander Wolszczan (+D. Frail, 1992)



Other Worlds



Over 200 planets have been discovered outside Solar System¹⁾: most of them are gas giants like Jupiter.

How many planets are inhabited by intelligent beings?

One of them has following features:

- It rotates around a „recycled” star, i.e. a star of the second generation, created in a gravity collapse of the remains of the previous star, which ended its life with an explosion
- The star is located at the outskirts of the galaxy, where enough of heavy chemical elements is present, but where no strong gamma radiation sources exist and not too many black holes
- A satellite of a similar mass = 1/6, travels around the planet and stabilizes its orbit
- The atmosphere of the planet contains properly balanced amounts of the H₂O and CO₂, what causes a natural greenhouse effect (33K) and therefore water remains a liquid (not a gas or ice) – with an average temperature +15°C.
- Several global glaciations period happened in this planet’s history, what accelerated and differentiated the biological evolution.



Messico 1991, foto Vittorio Napoli



M.C. Escher, *Another world II*, 1947, woodcut

Do you know what that planet is?

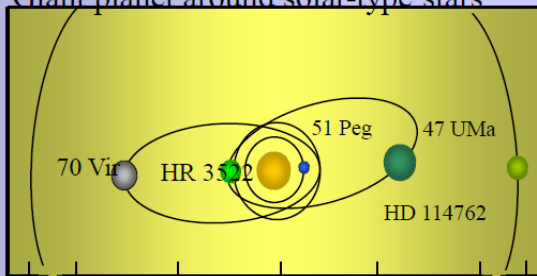
If not, look out of the window!



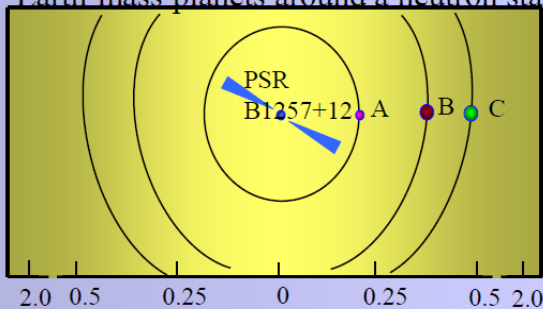
1) First of them was discovered by Alexander Wolszczan, see for example Wolszczan A. Confirmation of Earth-mass planets orbiting the millisecond pulsar PSR B1257+12 *Science* **264** (5158): 538-542 APR 22 1994

Planets around the neutron star PSR B1257+12 (A. Wolszczan, Penn State University)

Giant planet around solar-type stars



Earth-mass planets around a neutron star



- PSR B1257+12 has three planets on 25, 66, 98-day, nearly coplanar orbits, with masses of 0.02, 3.9 and 4.2 M
- All three orbits almost fit within the orbit of Mercury
- Relative separations of the orbits are to sale with those of Mercury, Venus and Earth
- Planets B and C are in a near 3:2 mean motion resonance
- The system is dynamically stable over > 1 Gyr timescale



1.- Candidate planets around main sequence stars

Global statistics: 91 planetary systems

105 planets

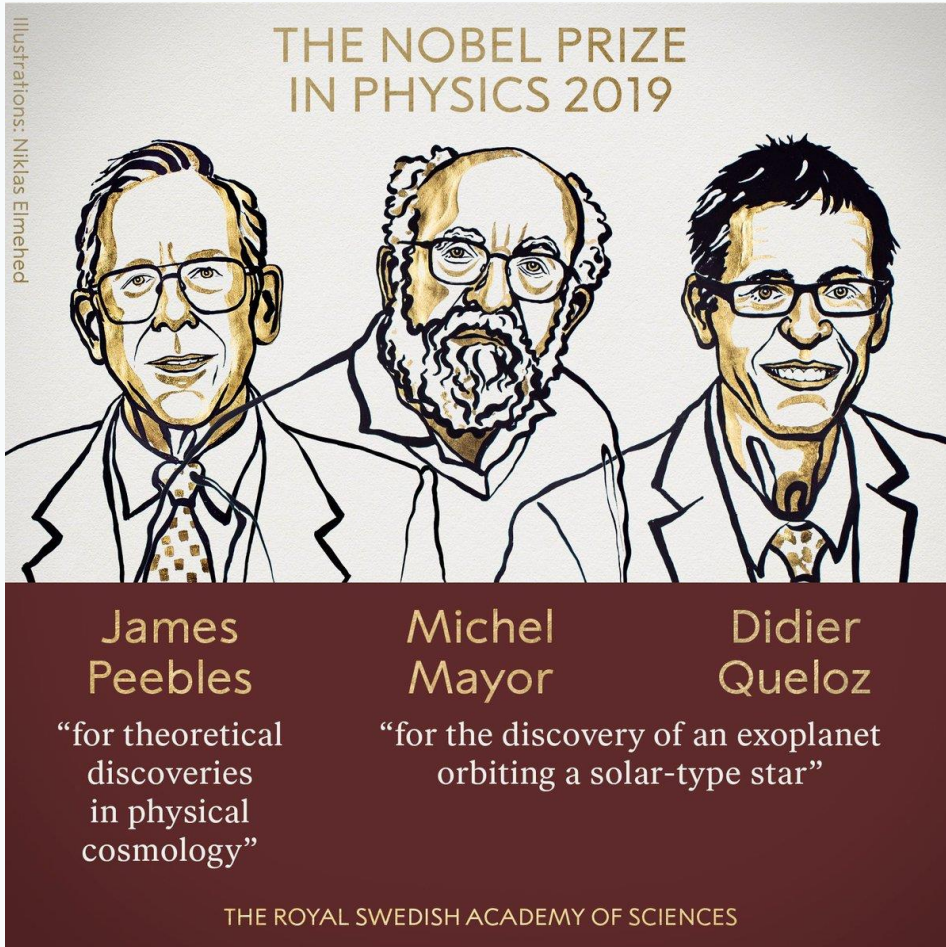
12 multiple planets systems

STAR click below for more	M[SUN] Jup. mass (note 1)	SEM-MAJ. AXIS (AU)	PERIOD days	ECC.	INCL. (deg)	Update
HD 49674	0.12	0.0568	4.948	0.0	-	13/06/02
HD 76700	0.197	0.049	3.971	0.0	-	16/07/02
HD 3651	0.2	0.284	62.23	0.63	-	16/01/03
HD 16141	0.215	0.35	75.82	0.28	-	22/11/00
HD 168746	0.23	0.065	6.403	0.081	-	26/02/02
HD 46375	0.249	0.041	3.024	0.	-	29/03/00
HD 83443	0.35	0.038	2.9861	0.08	-	26/11/02
HD 108147	0.41	0.104	10.901	0.498	-	26/02/02
HD 75289	0.42	0.046	3.51	0.054	-	16/04/01
51 Peg	0.46	0.05	4.2293	0.0	-	07/10/02
BD -10 3166	0.48	0.046	3.487	0.	< 84.3°	27/04/00
HD 6434	0.48	0.15	22.09	0.30	-	22/11/00
HD 187123	0.52	0.042	3.097	0.03	-	24/09/02
HD 209458	0.69	0.045	3.524738	0.0	86.1°	25/11/02
Urs And	0.69	0.059	4.6170	0.012	-	04/11/02
	1.89	0.829	241.5	0.28	-	-
	3.75	2.53	1284.	0.27	-	-
Epsilon Eridani	0.86	3.3	2502.1	0.608	46°	04/11/02
	0.1 ??	40??	280 yr??	0.3??	??	-
HD 38529	0.78	0.129	14.309	0.29	-	22/10/02
	12.70	3.68	2174.3	0.36	-	-
HD 4208	0.81	1.69	829.0	0.04	-	17/10/01
HD 179949	0.84	0.045	3.093	0.05	-	20/04/01
55 Cnc	0.84	0.11	14.65	0.02	-25°?	13/01/03
	0.21?	0.24?	44.28?	0.34?	-25°?	-
	4.05	5.9	5360	0.16	-25°?	-
HD 82943	0.88	0.73	221.6	0.54	-	12/09/02
	1.63	1.16	444.6	0.41	-	-
HD 121504	0.89	0.32	64.6	0.13	-	21/08/00
OGLE-TR-56	0.9	0.0225	1.2	-	86.2°	30/01/03
HD 114783	0.9	1.20	501.0	0.10	-	17/10/01
HD 114729	0.9	2.08	1136.	0.33	-	13/06/02
HD 37124	0.75	0.54	152.4	0.10	-	25/11/02

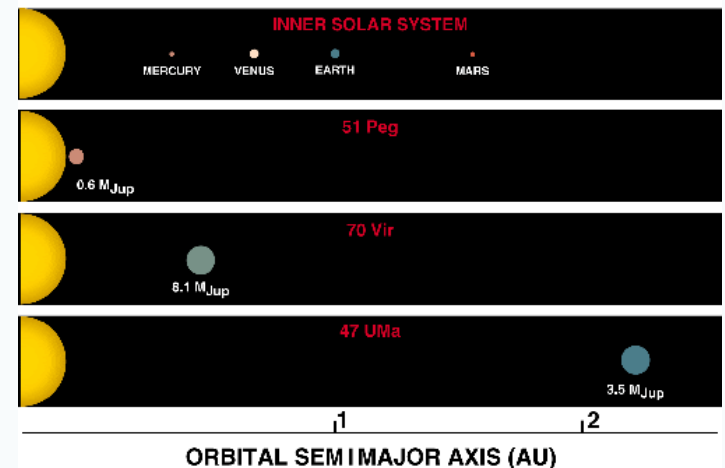
[<http://cfa-www.harvard.edu/planets/cat1.html>]

Planet's foto : NASA

Odkrycie planety wokół gwiazdy podobnej do Słońca - 1995

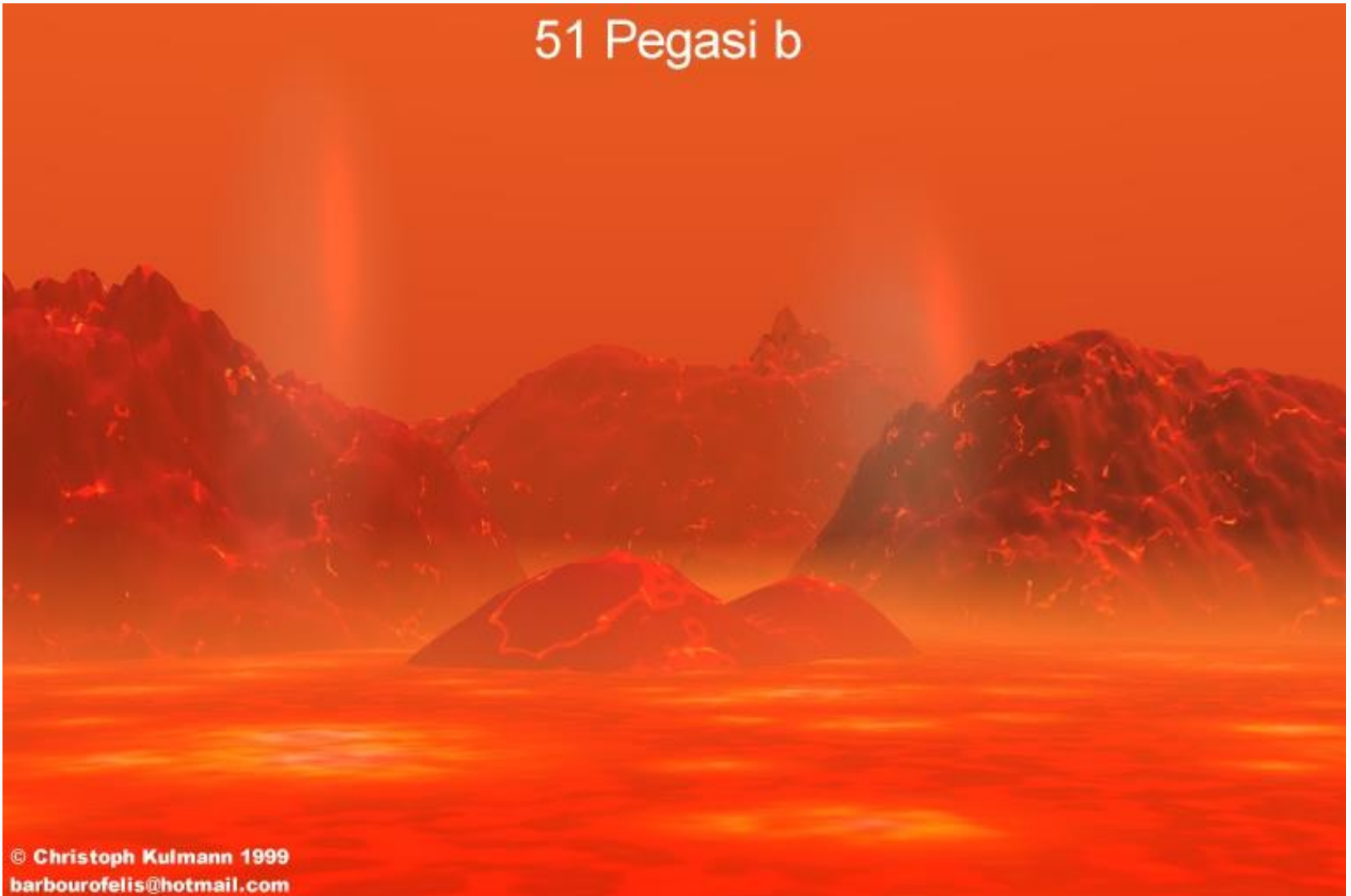


PLANETS AROUND NORMAL STARS



Planety pozasłoneczne

51 Pegasi b



© Christoph Kulmann 1999
barbourofelis@hotmail.com

Wolszczan, 1993 – odkrył pierwsze planety wokół gwiazdy neutronowej

Jak odkryć planety?

Najprościej byłoby znajdować je przez teleskopy. Jest to jednak trudne, gdyż gwiazdy są jasne jak Słońce, a planety jedynie odbijają ich światło. Trzeba więc zasłonić gwiazdę, podobnie jak w czasie zaćmienia Księżyc zasłania Słońce, aby zobaczyć planetę. O istnieniu planet świadczą częściowe zaćmienia, gdy planeta przechodzi przed tarczą gwiazdy. Inna metoda jest podobna do tej, którą stosował Herschel do badania gwiazd podwójnych – położenie gwiazdy zmienia się, jakby krążyła dookoła innej. Jeśli to „krążenie” jest nieduże, towarzyszem gwiazdy może być jej planeta. Nawet jeśli ruchu gwiazdy nie widzimy, a okresowo zmienia się trochę jej kolor, na pewno się porusza.

Coraz więcej planet

51Pegasi jest jedną z bliższych nam gwiazd (obok Wega, Syriusza, Altaira). Najbliżej Ziemi (z obecnie znanych) leży jednak alfa-Centauri. I tam też są planety. Sama alfa-Centauri składa się z trzech gwiazd: dwóch podobnych do Słońca i jednej słabszej. To wokół gwiazdy „słonecznej” znaleziono w 2012 roku planetę przypominającą Ziemię.

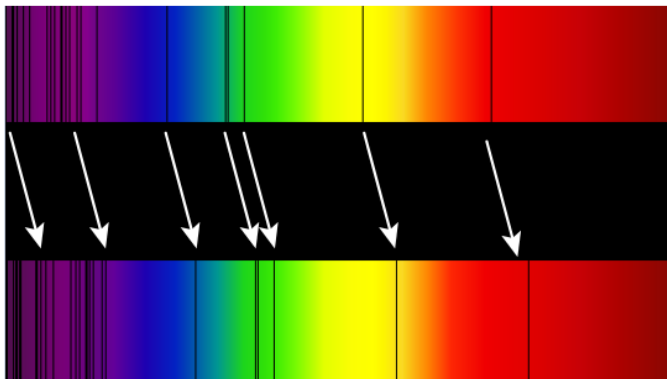
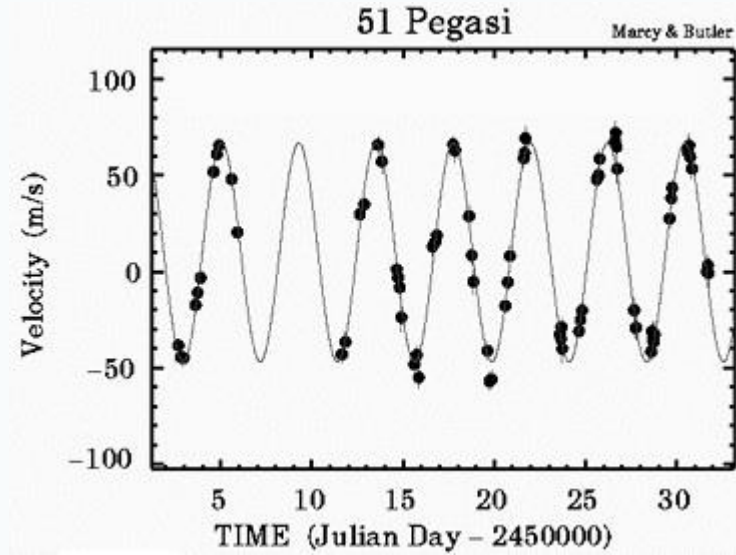
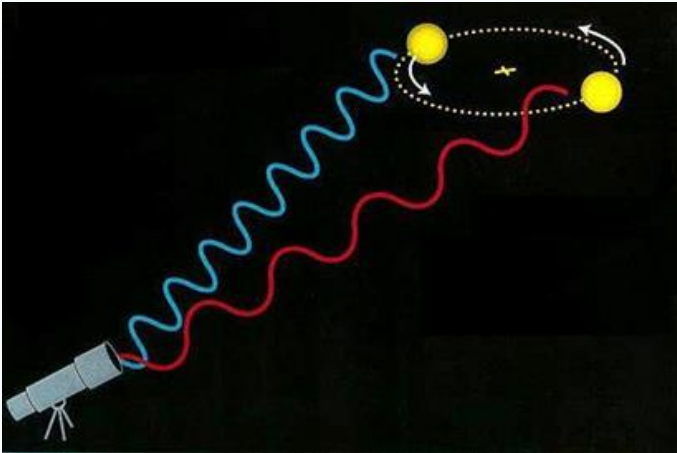
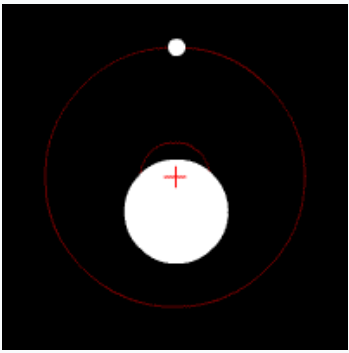
olbrzymy, jak Jowisz. Ale osiem jest wielkości Ziemi i w odpowiedniej odległości od swoich gwiazd, aby mogło na nich rozwijać się życie.

Czy istnieje życie poza Ziemią?

W Układzie Słonecznym najbliżej Ziemi znajdują się Wenus i Mars. Obie są podobnych rozmiarów i mają atmosfery – ale Mars bardzo rzadką, a Wenus za gęstą. I stąd mrozy do minus 120 stopni Celsjusza na Marsie, a sauna kwasu siarkowego o temperaturze do 450 stopni Celsjusza na Wenus. Życia tam nie ma. Jest tylko na Ziemi. A na planetach innych gwiazd? Być może, ale tego nie wiemy.

ZADANIE DLA CIEBIE

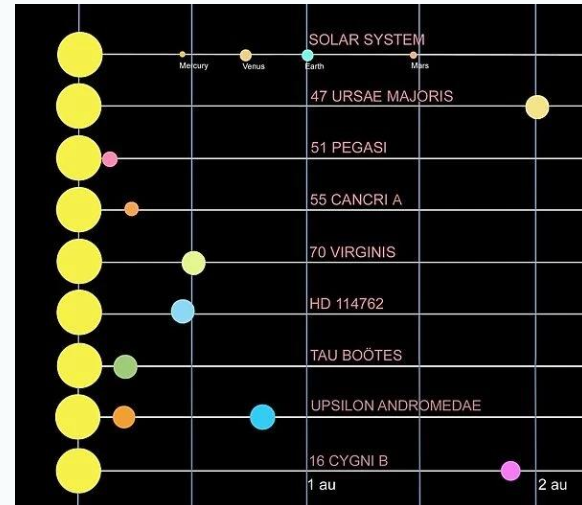
Efekt Dopplera, inne światy...

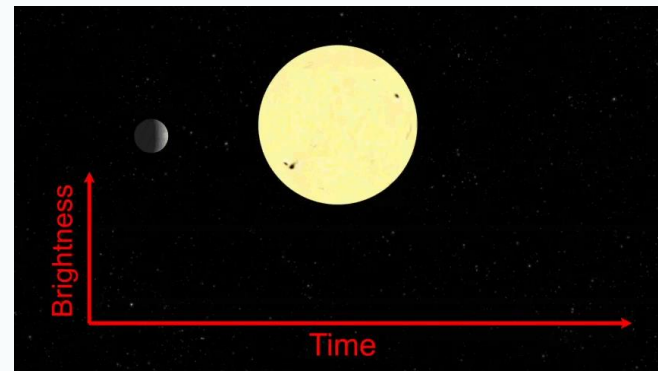
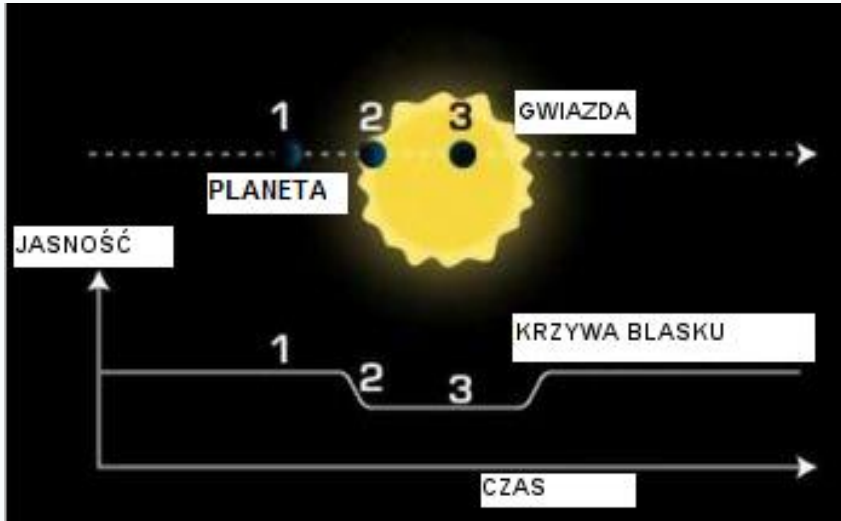


400 nm

550 nm

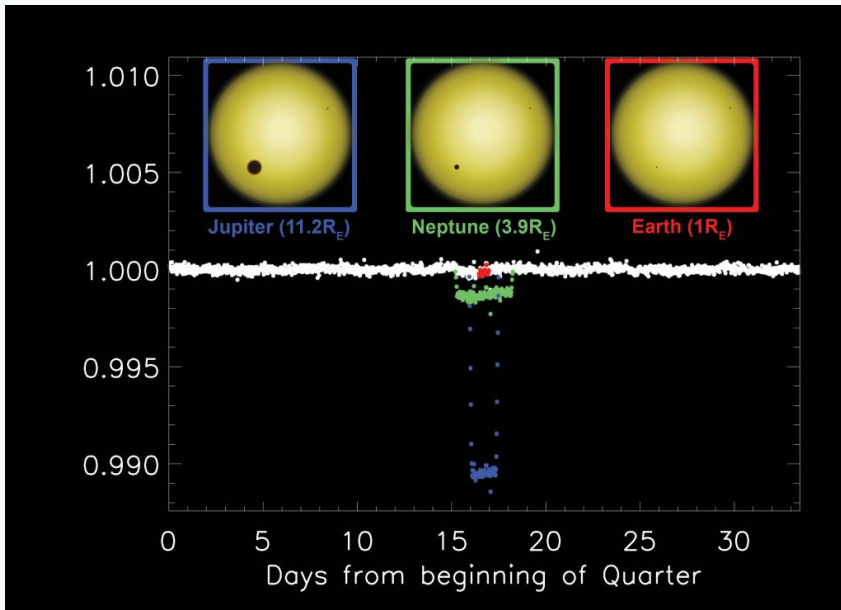
700 nm



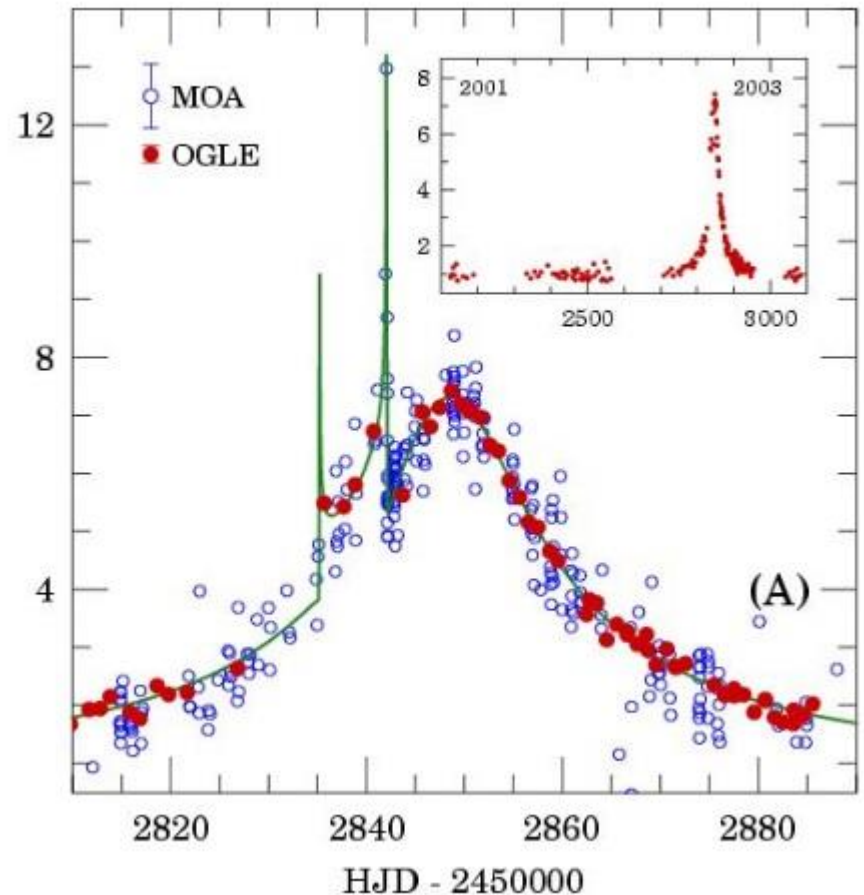
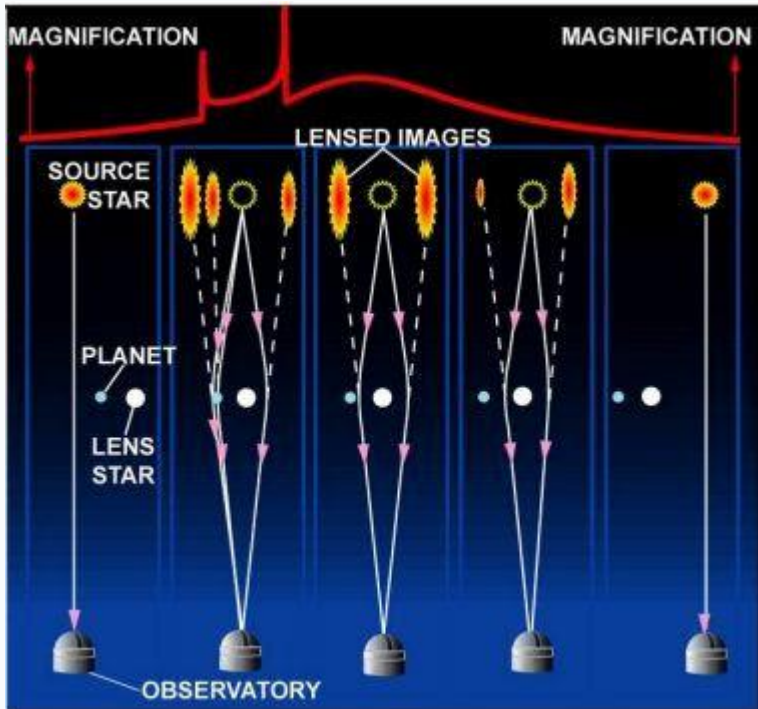
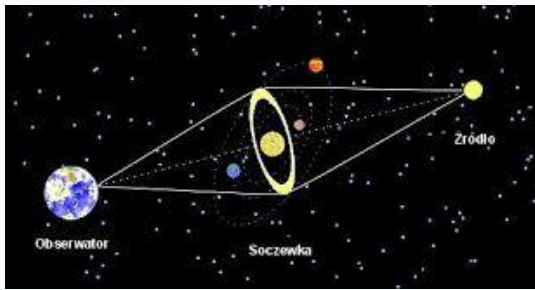


Tranzyty

- Pomiar jasności tysięcy gwiazd (dość łatwe!)
- Odkrywanie tylko planet odpowiednio ustawionych (i dużych)
- Liczne misje kosmiczne (Kepler, TESS, Plato)



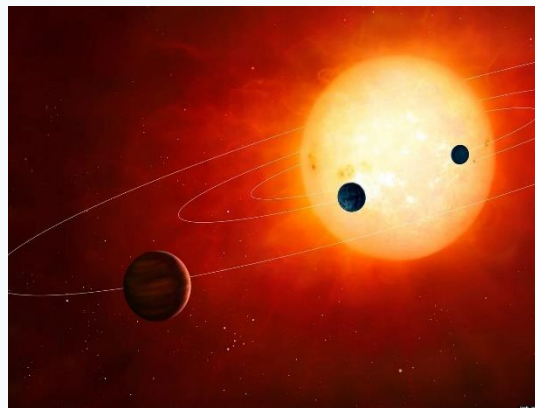
Mikrosoczewkowanie grawitacyjne



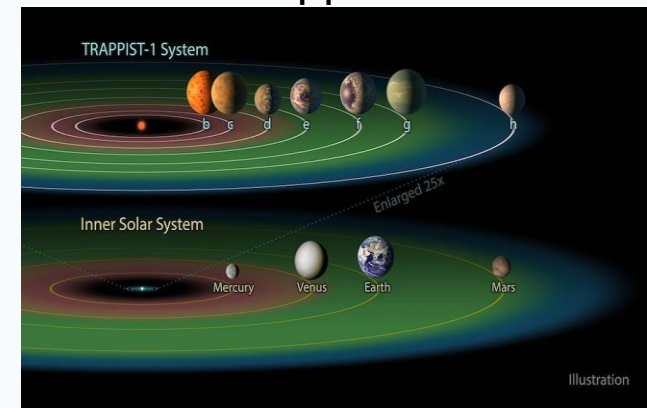
Egzoplanety w naszej galaktyce – stan na dzień dzisiejszy

- Obecnie mamy ponad 5000 potwierdzonych planet spoza układu słonecznego;
- Najwięcej odkrytych jest planet mało masywnych (porównywalnych do masy Ziemi), gęsto upakowanych i poruszających się na bardzo ciasnych orbitach wokół swoich gwiazd;
- Bardzo dużo planet o orbitach ekscentrycznych (niekołowych) – inaczej niż nasz układ Słoneczny (gdzie ekscentryczność jest bardzo mała);

Proxima Centauri

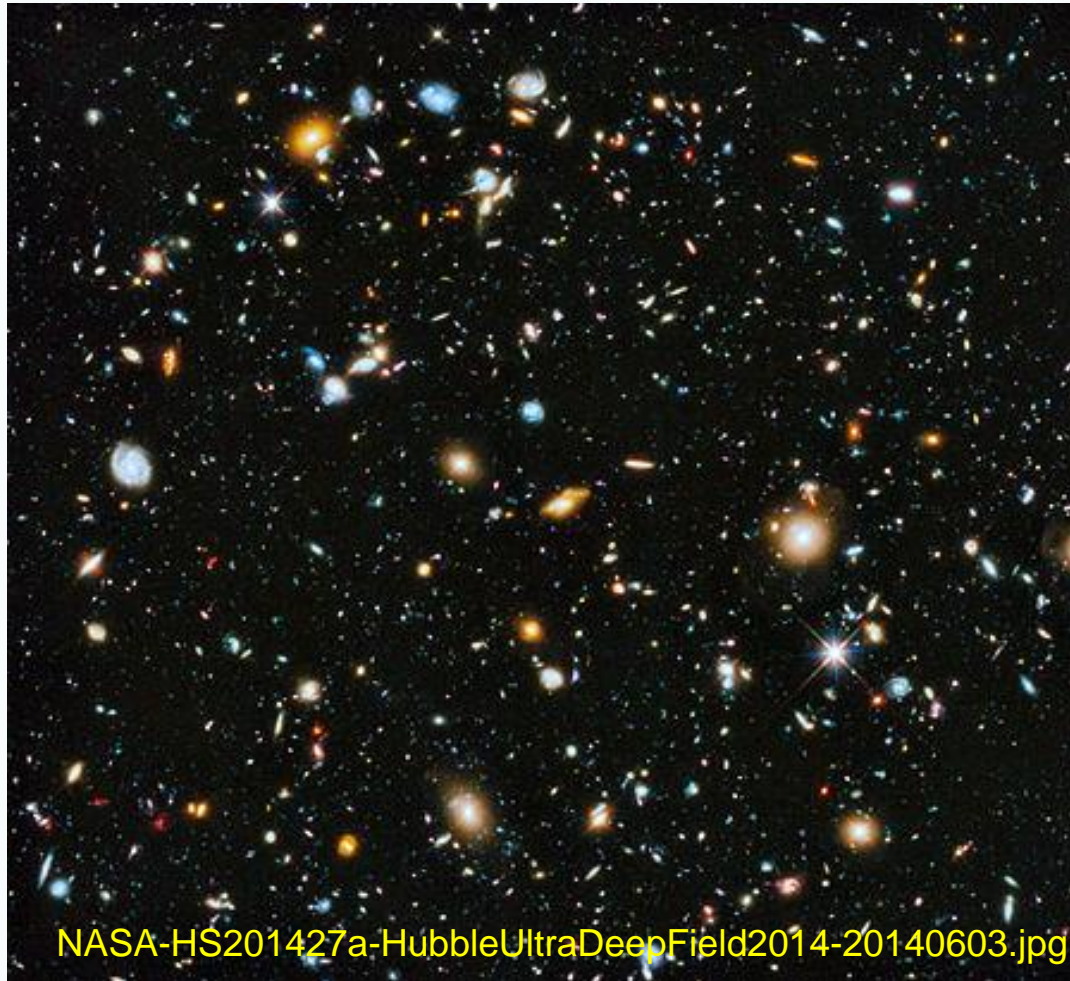


Trappist-1



siedem planet skalistych,
w tym trzy w strefie zamieszkania

Nie tylko Droga Mleczna...



NASA-HS201427a-HubbleUltraDeepField2014-20140603.jpg

Obecnie obserwujemy około 10 miliardów galaktyk w dostępnym nam Wszechświecie Galaktyki od nas uciekają: im bardziej czerwone (pozornie) tym są dalsze. Najbardziej czerwone (na tym zdjęciu), są oddalone od nas o 13 mld lat świetlnych!



ChatGPT

Life is a condition that distinguishes living organisms from inanimate objects and is characterized by various features, including growth, metabolism, adaptation, response to stimuli, and reproduction. While there is no single, universally accepted definition of life, scientists generally agree on certain criteria that help identify living things. Some key characteristics of life include:

1. **Cellular Organization:** Living organisms are typically composed of cells, which are the basic structural and functional units of life. These cells can be unicellular (made up of a single cell) or multicellular (composed of multiple cells).
2. **Metabolism:** Life involves the process of metabolism, which includes the conversion of energy from the environment into usable forms and the utilization of this energy for various cellular activities.
3. **Response to Stimuli:** Living organisms can respond to external stimuli or changes in their environment. This responsiveness allows them to adapt to different conditions and survive.
4. **Homeostasis:** Living organisms maintain internal stability through the process of homeostasis, regulating their internal environment to ensure optimal conditions for life processes.
5. **Growth and Development:** Living organisms exhibit growth, which involves an increase in size or complexity. Additionally, they undergo a process of development, progressing through various life stages.
6. **Reproduction:** Life involves the ability to reproduce, creating new individuals of the same or similar kind. Reproduction ensures the continuity of a species.
7. **Evolution:** Living organisms can evolve over time, exhibiting changes in their genetic makeup through natural selection and adaptation to their environment.

The study of life and living organisms is known as biology, and the understanding of life is a complex and dynamic field that encompasses a wide range of scientific disciplines. While these characteristics provide a general framework for identifying life, the search for life beyond Earth and the exploration of extremophiles on Earth challenge our conventional definitions and expand our understanding of the potential forms life could take.



Czym jest życie?

Życie to stan odróżniający organizmy żywe od obiektów nieożywionych i charakteryzujący się różnymi cechami, w tym wzrostem, metabolizmem, adaptacją, reakcją na bodźce i rozmnażaniem.

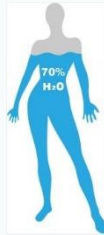
Woda

– życiodajna substancja

Poszukując w kosmosie życia podobnego do naszego
- poszukujemy wody na innych planetach.

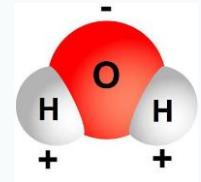


główny składnik krwi,
transport tlenu i
składników odżywczych,
regulacja temperatury



stanowi 70%
naszego ciała

jest cząsteczką polarną



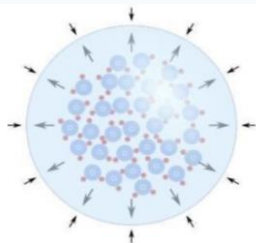
jest dobrym
rozpuszczalnikiem



anomalna
rozszerzalność



fotosynteza



wypełnia komórki
nadając im kształt

według teorii życie na Ziemi rozwinęło się
małych i ciepłych zbiornikach wodnych

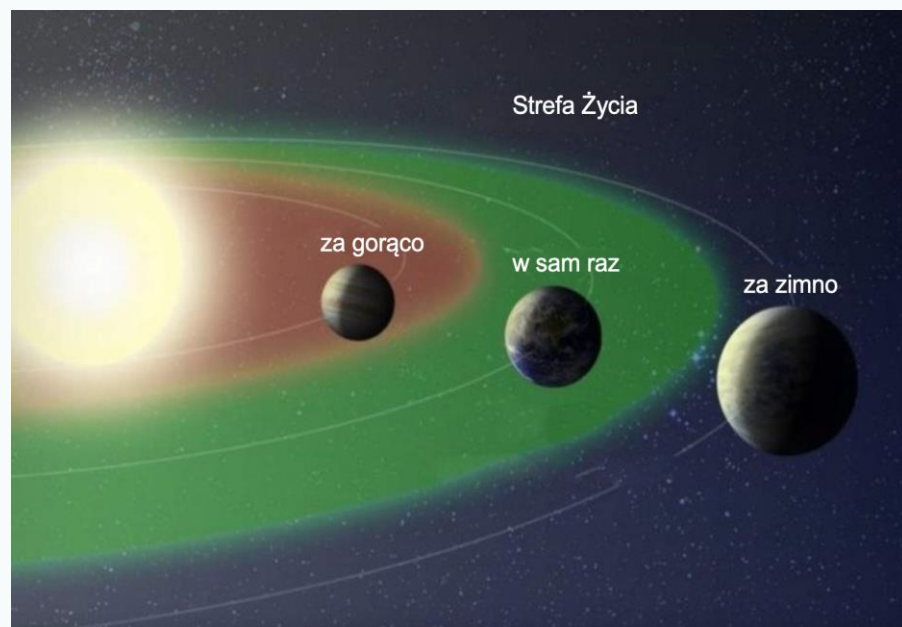


Strefa życia wokół gwiazdy (ekostrefa, strefa Żłotowłosej)

Strefa życia to zakres orbit wokół gwiazdy, w którym powierzchnia planety może utrzymywać wodę w stanie ciekłym.



żłotowłosa i trzy niedźwiadki

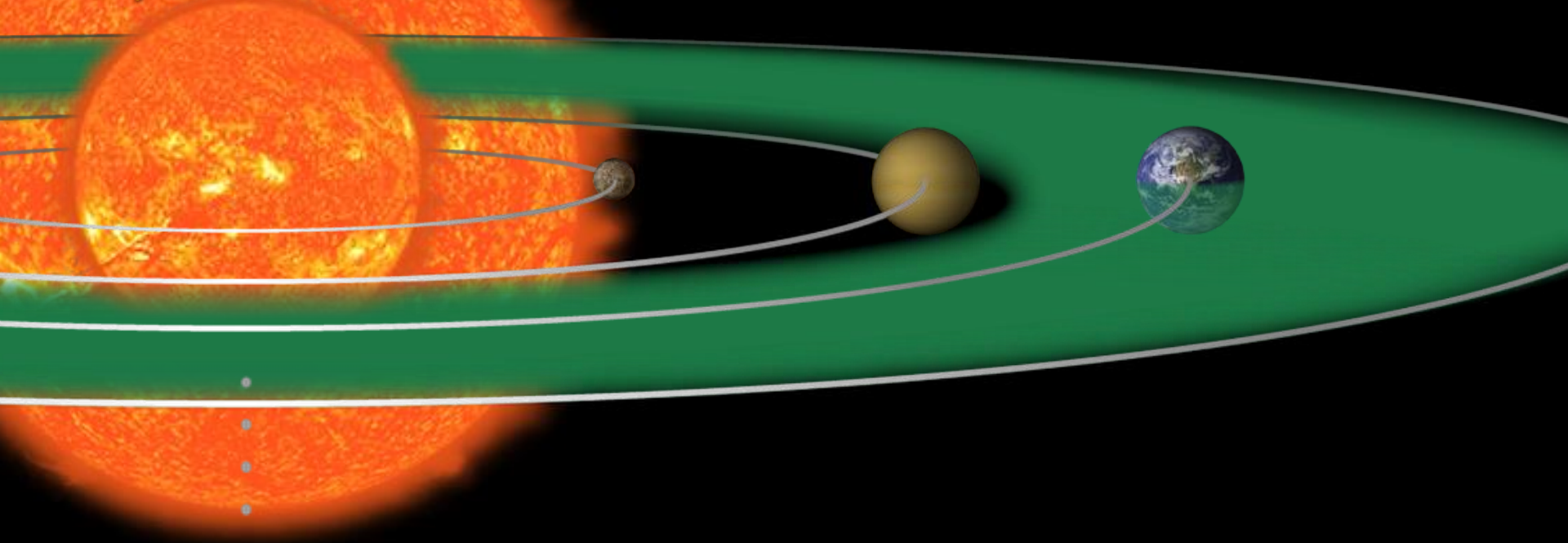


Za zimno – eksperymenty z ciekłym azotem

Porównanie wielkości stref życia wokół gwiazd o różnych rozmiarach

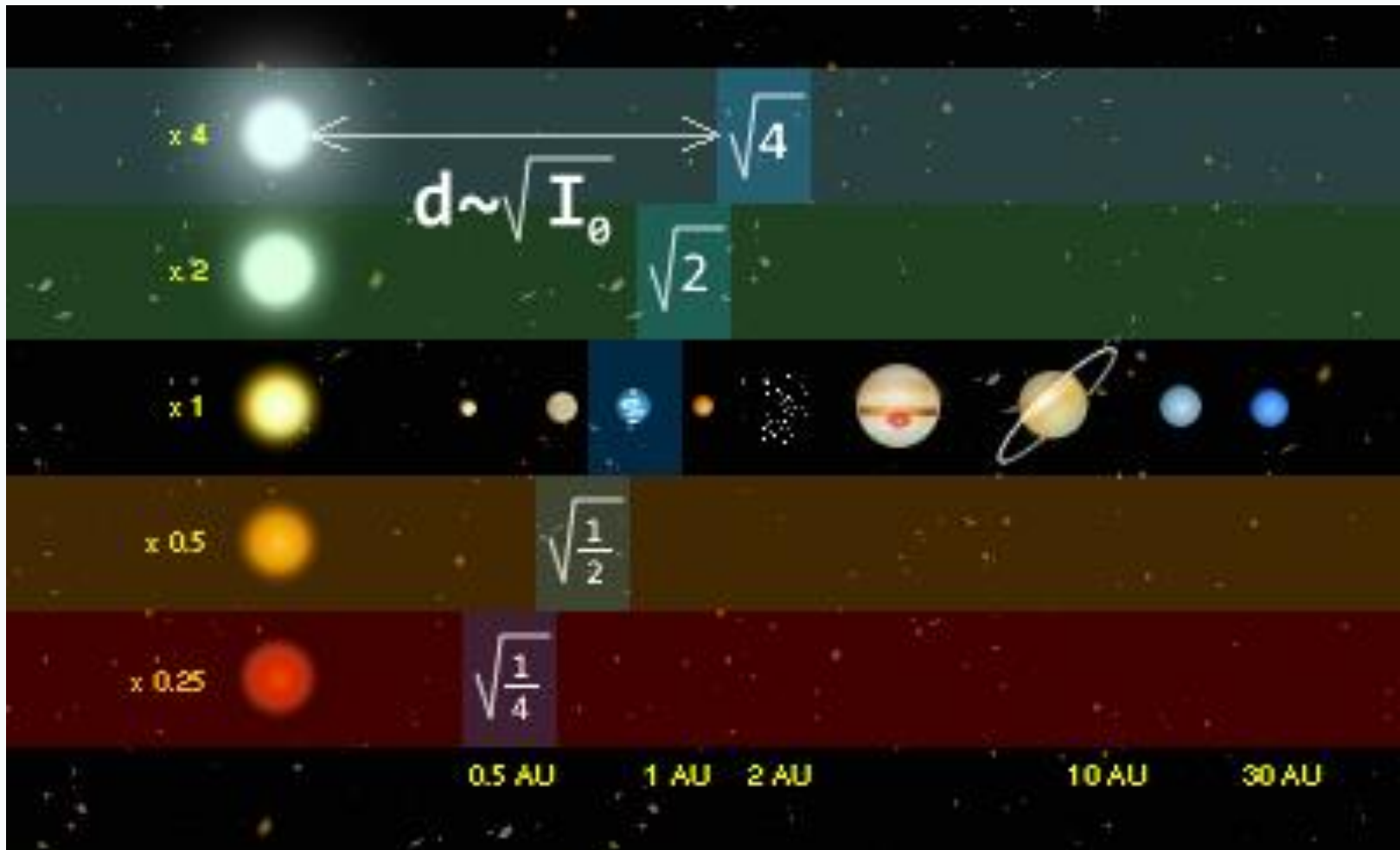
Gwiazda dwukrotnie
większa od Słońca

Gwiazda dwukrotnie
mniejsza od Słońca



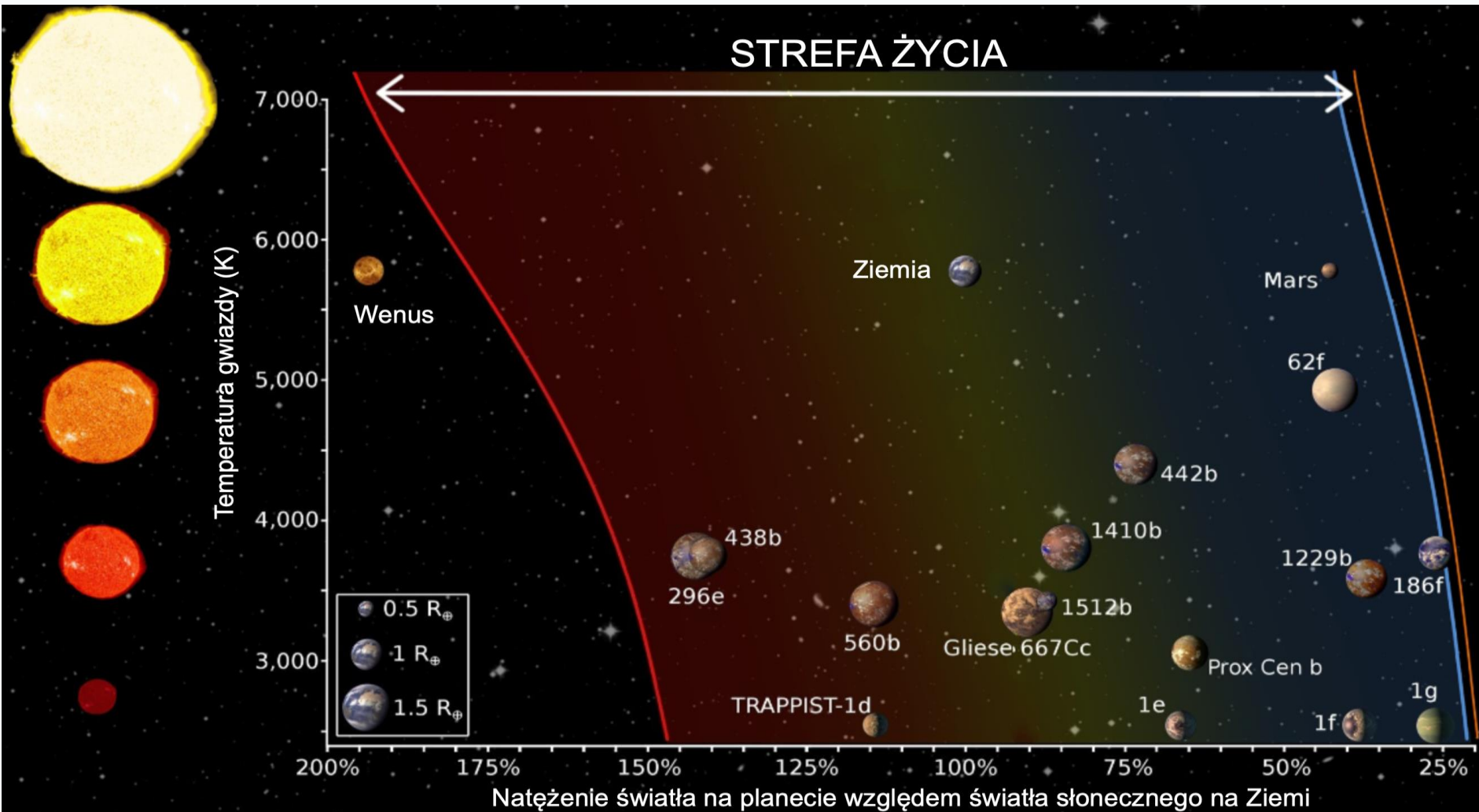
Strefa życia wokół gwiazdy

Położenie strefy życia zależy od jasności i koloru gwiazdy.



Strefa życia wokół gwiazdy

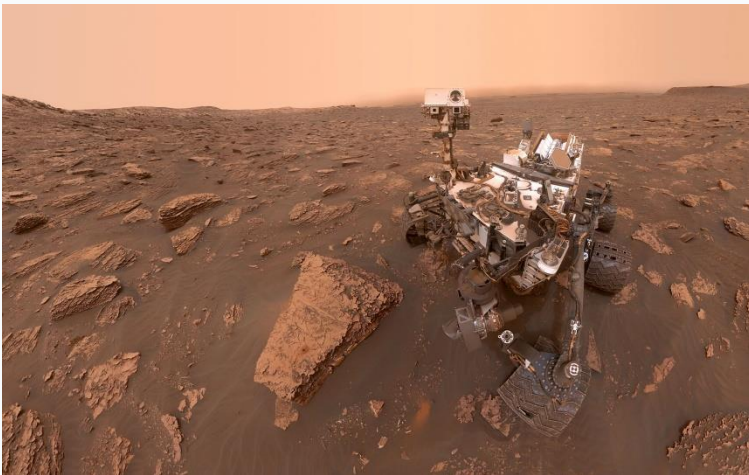
Wokół różnych typów gwiazd odkryto planety skaliste, na których może istnieć woda w stanie ciekłym (i być może dogodne warunki do powstania na nich życia podobnego do naszego).



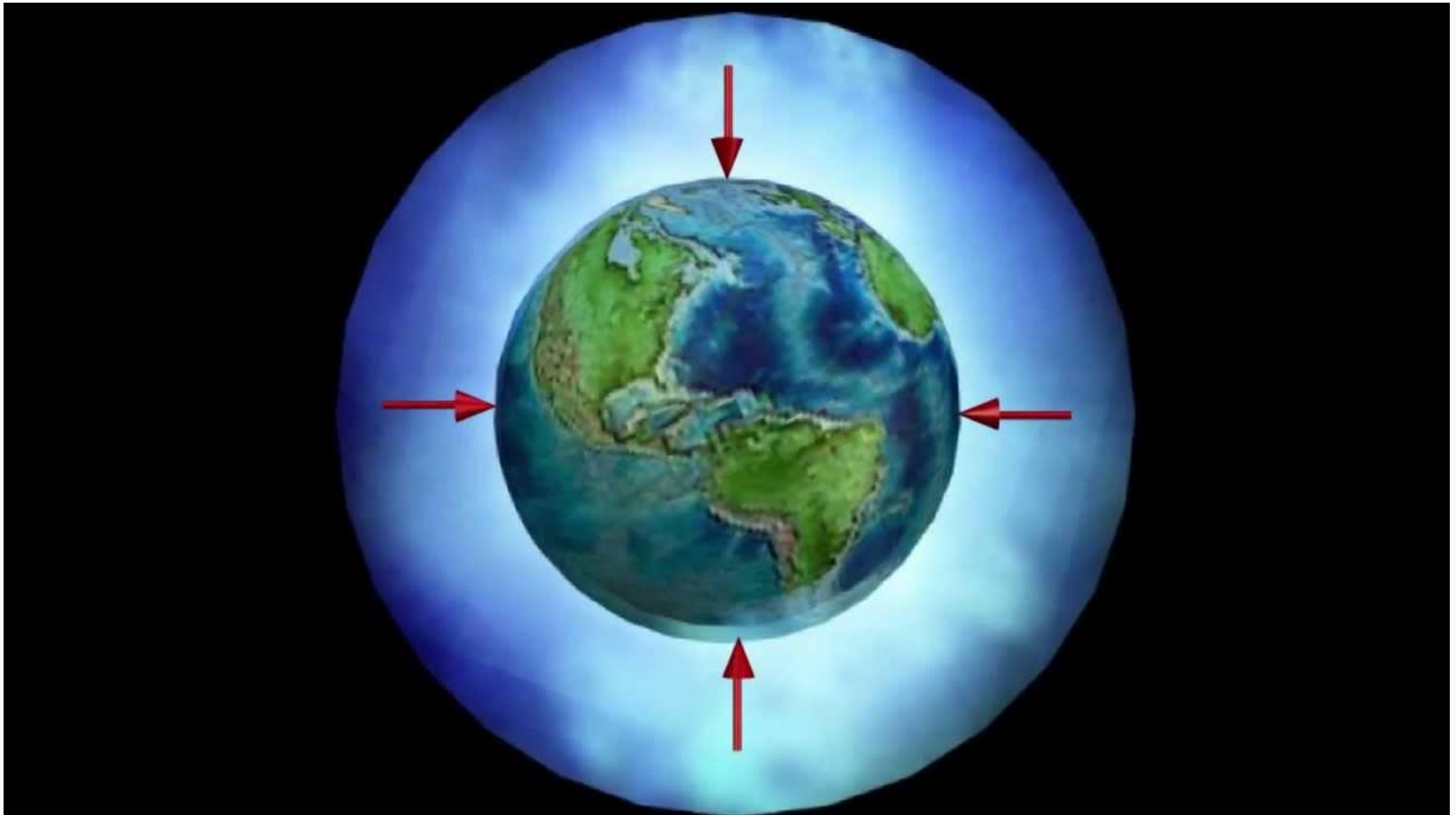
Strefa życia wokół gwiazdy

W naszym układzie planetarnym, oprócz Ziemi tylko Mars znajduje się w strefie życia, ale na jej granicy. Tylko w najniższych położonych obszarach Marsa (poniżej 30% powierzchni planety) ciśnienie atmosferyczne i temperatura są wystarczające, aby woda istniała przez krótkie okresy w postaci płynnej.

Obecnie w większości Mars to piaszczysta pustynia:



**Nie tylko odległość
od gwiazdy ma znaczenie dla życia...
Atmosfera i jej ciśnienie**



08/06/2018 Życie na Marsie?

SHARE

REPORT



0



0

Organic matter preserved in 3-billion-year-old mudstones at Gale crater, Mars

Jennifer L. Eigenbrode^{1,*}, Roger E. Summons², Andrew Steele³, Caroline Freissinet^{1,†}, Maëva Millan^{4,‡}, Rafael Navarro-Gon...

+ See all authors and affiliations

Science 08 Jun 2018:
Vol. 360, Issue 6393, pp. 1096-1101
DOI: 10.1126/science.1259185

<http://science.sciencemag.org/content/360/6393/1096.full>

Po kilku latach jeżdżenia po kraterze Gale, łazik Curiosity wreszcie odkrył w sposób bezsprzeczny występowanie na Marsie cząsteczek organicznych, m.in. tiofenów. Znalazł je w błotnych osadach sprzed 3 miliardów lat.

Mars jest mniejszy od Ziemi i nieco dalej od Słońca, więc szybciej ostygł i wcześniej zaistniały na nim warunki takie, jak w czasie powstawania na Ziemi pierwszych stromalotytów – piaskowców sklejonych śluzem prymitywnych „glonów” (*archeonów*).

Cross Sections for Electron Collisions with H₂O

Cite as: J. Phys. Chem. Ref. Data **50**, 023103 (2021); <https://doi.org/10.1063/5.0035315>
Submitted: 27 October 2020 . Accepted: 31 March 2021 . Published Online: 12 May 2021

 Mi-Young Song,  Hyuck Cho,  Grzegorz P. Karwasz,  Viatcheslav Kokoouline,  Yoshiharu Nakamura,  Jonathan Tennyson,  Alexandre Faure,  Nigel J. Mason, and Yukikazu Itikawa



View Online



Export Citation



CrossMark

ARTICLES YOU MAY BE INTERESTED IN

[Fifty Years of Reference Data](#)

Journal of Physical and Chemical Reference Data **50**, 010401 (2021); <https://doi.org/10.1063/5.0040316>

[Recommended Cross Sections for Electron-Indium Scattering](#)

Journal of Physical and Chemical Reference Data **50**, 013101 (2021); <https://doi.org/10.1063/5.0035218>

[New Equations of State for Binary Hydrogen Mixtures Containing Methane, Nitrogen, Carbon Monoxide, and Carbon Dioxide](#)

Journal of Physical and Chemical Reference Data **50**, 013102 (2021); <https://doi.org/10.1063/5.0040533>

Water vapour in the atmosphere of the habitable-zone eight-Earth-mass planet K2-18 b

Angelos Tsiaras ^{*}, Ingo P. Waldmann ^{*}, Giovanna Tinetti , Jonathan Tennyson and Sergey N. Yurchenko

In the past decade, observations from space and the ground have found water to be the most abundant molecular species, after hydrogen, in the atmospheres of hot, gaseous extrasolar planets^{1–5}. Being the main molecular carrier of oxygen, water is a tracer of the origin and the evolution mechanisms of planets. For temperate, terrestrial planets, the presence of water is of great importance as an indicator of habitable conditions. Being small and relatively cold, these planets and their atmospheres are the most challenging to observe, and therefore no atmospheric spectral signatures have so far been detected⁶. Super-Earths—planets lighter than ten Earth masses—around

planet within the star's habitable zone (~ 0.12 – 0.25 AU) (ref. ²⁰), with effective temperature between 200 K and 320 K, depending on the albedo and the emissivity of its surface and/or its atmosphere. This crude estimate accounts for neither possible tidal energy sources²¹ nor atmospheric heat redistribution^{11,13}, which might be relevant for this planet. Measurements of the mass and the radius of K2-18 b (planetary mass $M_p = 7.96 \pm 1.91$ Earth masses (M_\oplus) (ref. ²²), planetary radius $R_p = 2.279 \pm 0.0026 R_\oplus$ (ref. ¹⁹)) yield a bulk density of $3.3 \pm 1.2 \text{ g cm}^{-3}$ (ref. ²²), suggesting either a silicate planet with an extended atmosphere or an interior composition with a water (H_2O) mass fraction lower than 50% (refs. ^{22–24}).

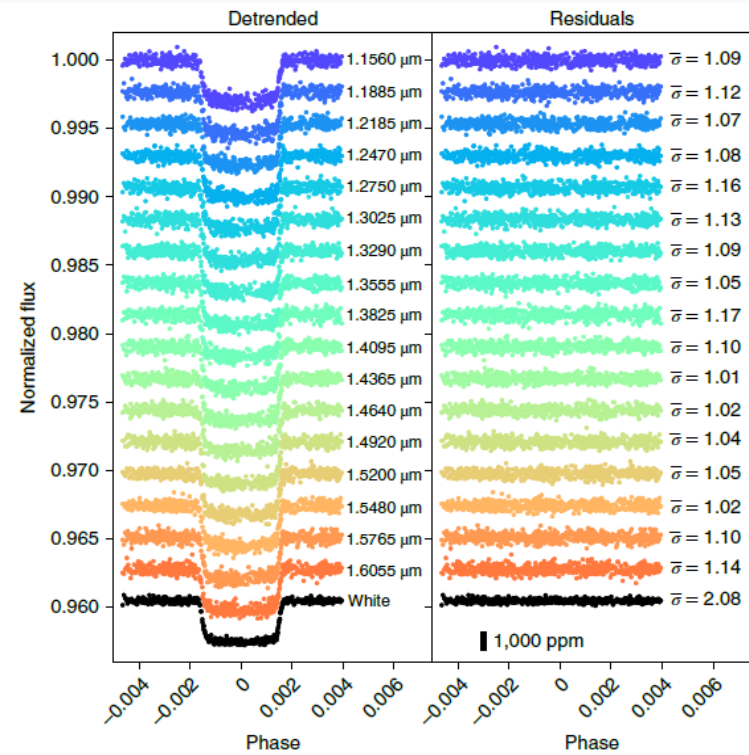


Fig. 1 | Analysis of the K2-18 b white and spectral light curves, plotted with an offset for clarity. Left: overplotted detrended white (black points) and spectral (coloured points) light curves. Right: overplotted fitted residuals, where $\bar{\sigma}$ indicates the ratio between the standard deviation of the residuals and the photon noise (see Methods for more details). The black vertical bar indicates the 1,000 ppm scatter level.

Nagroda Noble, 2031

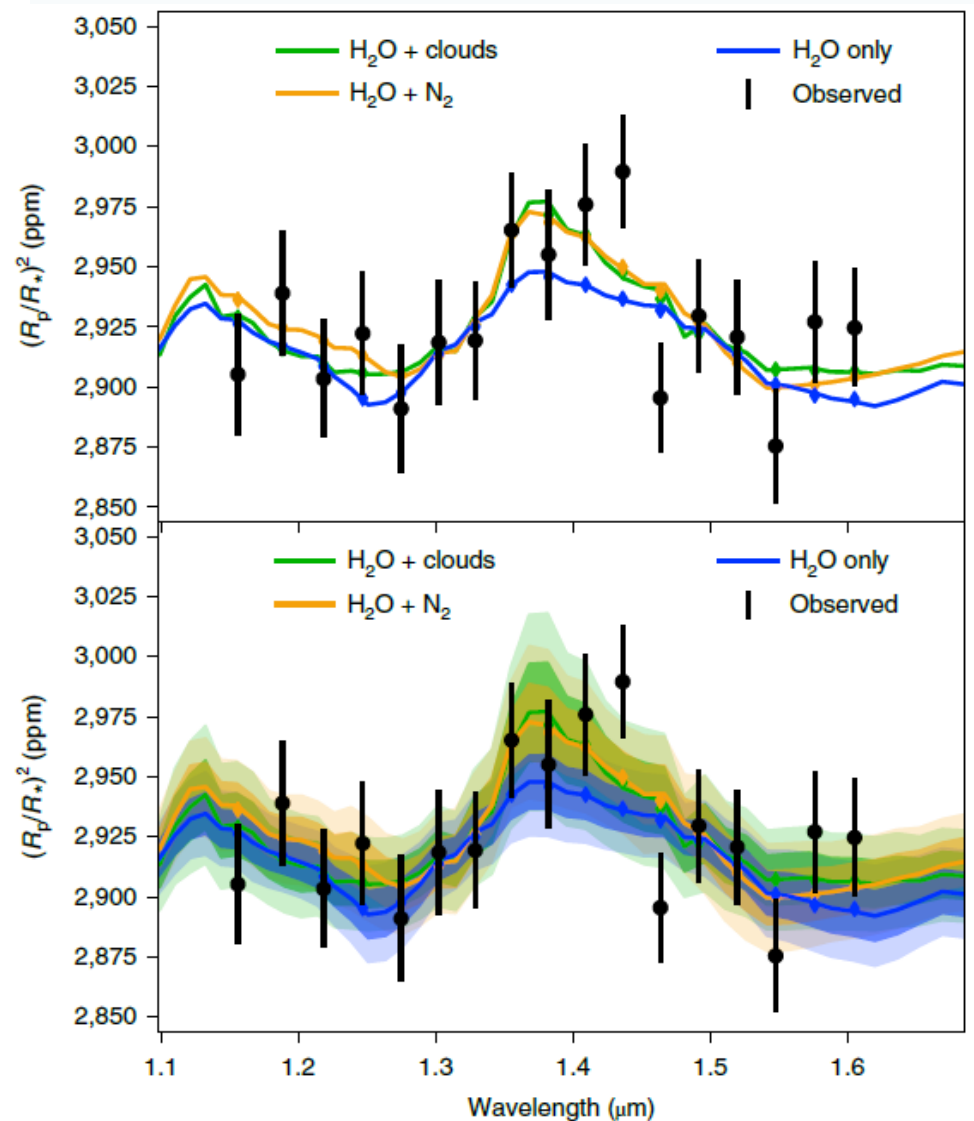
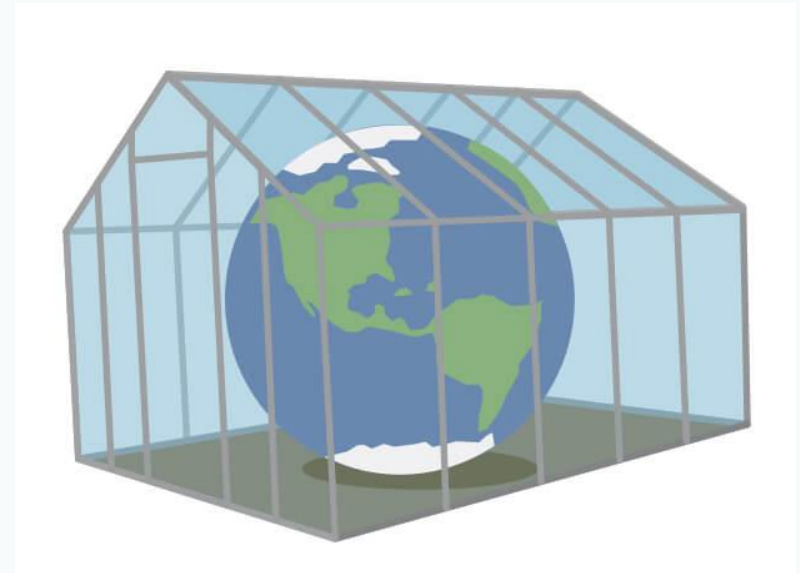
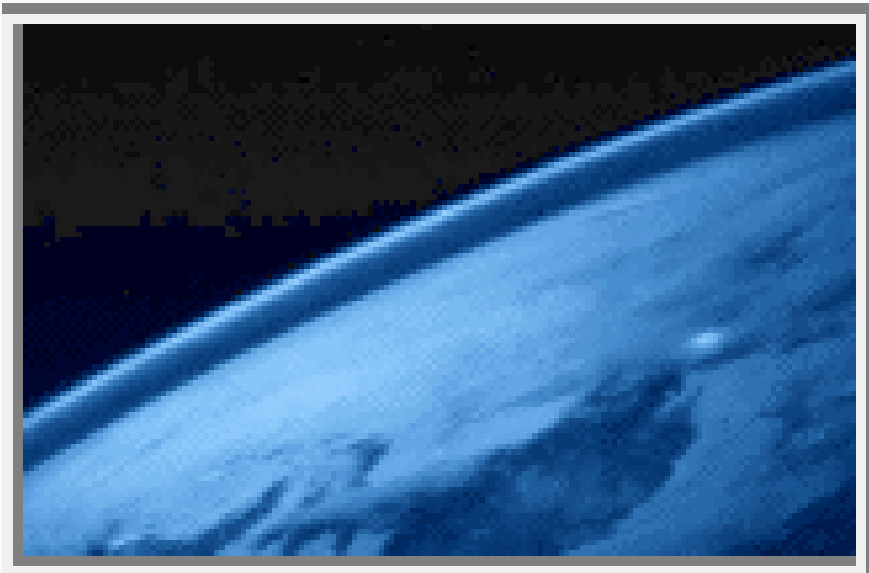
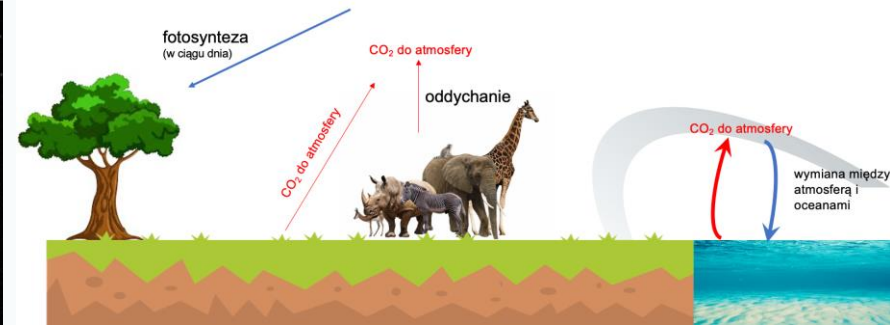


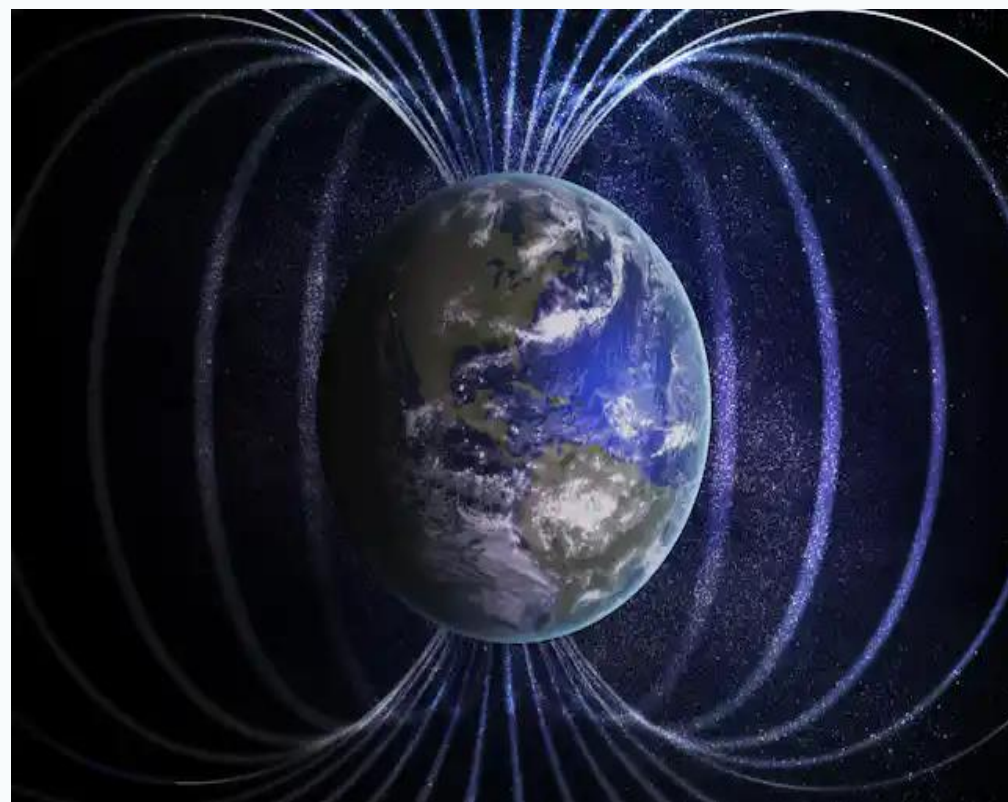
Fig. 2 | Best-fit models for the three different scenarios tested. A cloud-free atmosphere containing only H₂O and H₂-He (blue), a cloud-free atmosphere containing H₂O, H₂-He and N₂ (orange) and a cloudy atmosphere containing only H₂O and H₂-He (green). Top: best-fit models only. Bottom: 1 σ and 2 σ uncertainty ranges.

Nie tylko odległość od gwiazdy ma znaczenie dla życia... Atmosfera i "pozytywny" efekt cieplarniany



Nie tylko odległość od gwiazdy ma znaczenie dla życia...

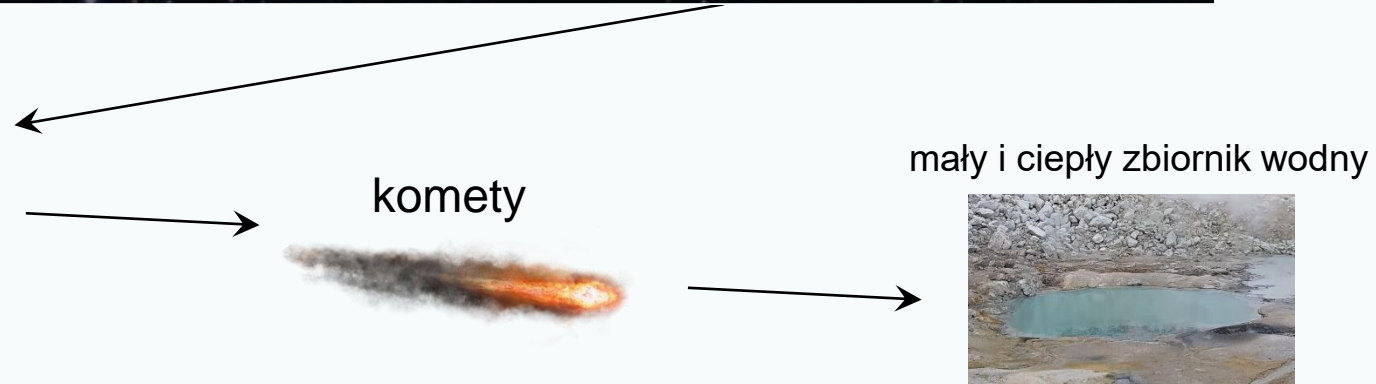
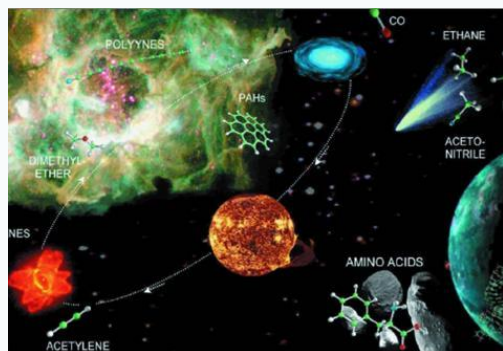
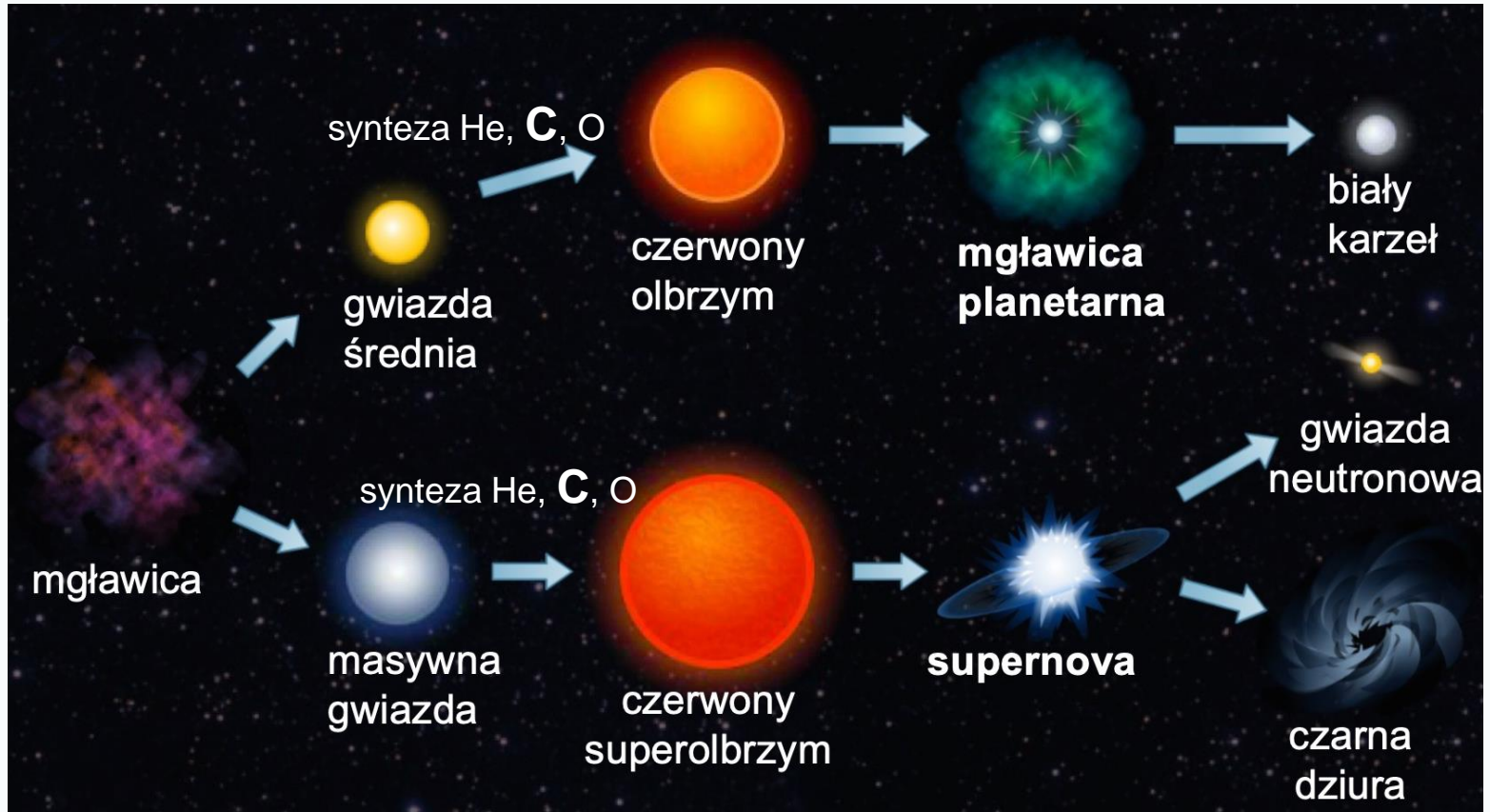
Pole magnetyczne planety



Zorze polarne. Naładowane cząstki z promieniowania kosmicznego (głównie protony) zderzają się cząstkami powietrza zmuszając je do świecenia.

Na czerwono i na zielono świeci tlen, natomiast azot świeci w kolorach purpury i bordo.

Życie przychodzi z gwiazd



Komety – przybysze z dalekiego kosmosu

Przeloty komet od stuleci wywoływały wśród ludzi wielkie poruszenie.

Niespodziewanie w ciągu paru dni pojawiała się nowa „gwiazda” i przemierzała co noc kolejne połacie nieba. Dawniej wierzono, że komety sprowadzają na Ziemię nieszczęścia. Dziś zastanawiamy się jednak, czy nie przyniosły one na naszą planetę życia.

Kometarne warkocz

Te międzyplanetarne podróżniczki przemierzają ogromne przestrzenie w kosmosie. Nadlatują w kierunku Słońca spoza najdalszych planet. Gnieźdzą się ich tam miliony i nigdy nie wiadomo, kiedy któraś z nich rozpocznie lot w kierunku Ziemi. Daleko od Słońca **komet**a jest zimnym kawałkiem lodu i skał. Gdy nadlatuje bliżej i rozgrzewa się w promieniach słonecznych, zaczyna parować i tworzą się dwa „warkocz”. Jeden, zbudowany z pyłu, jest szeroki i jasny, a drugi – stworzony z pary wodnej i gazów – zwiewny i niebieskawy. Oba skierowane są zawsze w odwrotną stronę niż Słońce.



W 1997 roku świeciła na niebie kometa Hale’a-Boppa (nazwana tak od nazwisk jej odkrywców). Była to jedna z najjaśniejszych i najpiękniejszych komet w XX wieku.

Komet

Powracające komety

Wiele komet powraca. Niektóre po dziesiątkach, setkach, inne po tysiącach lat. Włoski artysta, Giotto (czytaj: dziotto), na fresku w kaplicy w Padwie uwiecznił kometę przelatującą w 1301 roku. Przedstawił ją jednak lecącą nad betlejemskim żłóbkiem. Nie wiedział, że 400 lat później zostanie

nazwana kometą Halleya i że wraca w pobliże Słońca co 76 lat. Ostatni raz zdarzyło się to w 1986 roku.

Jak zbadać komety?

Naukowcy wymyślają różne sposoby badania komet. Już w 1986 roku wysłano w pobliże komety Halleya sondę Giotto, która sfotografowała **jąd**ro (sprawdź termin w „Słowniczku”, s. 123) tej komety. Wówczas okazało się, że jest po prostu nieco większą stertą brudnego śniegu, pełną bruzd i zasp. W 2005 roku inna sonda odpała w kierunku kolejnej komety ciężki metalowy pocisk. Zderzenie wydrążyło dziurę szeroką na 50 metrów. W pióropuszu powstałego kurzu znaleziono różne gazy – parę wodną, dwutlenek węgla, ale również metan, czyli gaz używany w naszych kuchenkach. W 2015 roku europejska sonda Rosetta doleciała do małej komety i osadziła tam lądownik. Działał on krótko, bo zakotwiczył na zacienionej stronie komety. Rosetta znalazła inne ciekawe gazy, na przykład siarkowodór, śmierdzący w zepsutych jajkach, oraz amoniak, który „pachnie” w niektórych francuskich serach.

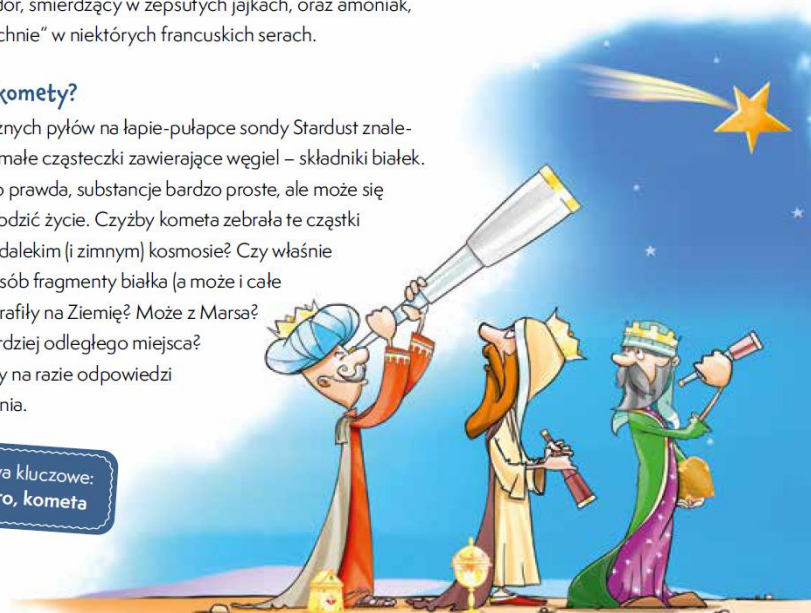
Życie z komety?

Wśród różnych pyłów na łapie-pułapce sondy Stardust znaleziono też małe cząsteczki zawierające węgiel – składniki białek. Były to, co prawda, substancje bardzo proste, ale może się z nich narodzić życie. Czyżby kometa zebrała te cząstki gdzieś w dalekim (i zimnym) kosmosie? Czy właśnie w taki sposób fragmenty białka (a może i całe bakterie) trafiły na Ziemię? Może z Marsa? Albo z bardziej odległego miejsca? Nie znamy na razie odpowiedzi na te pytania.

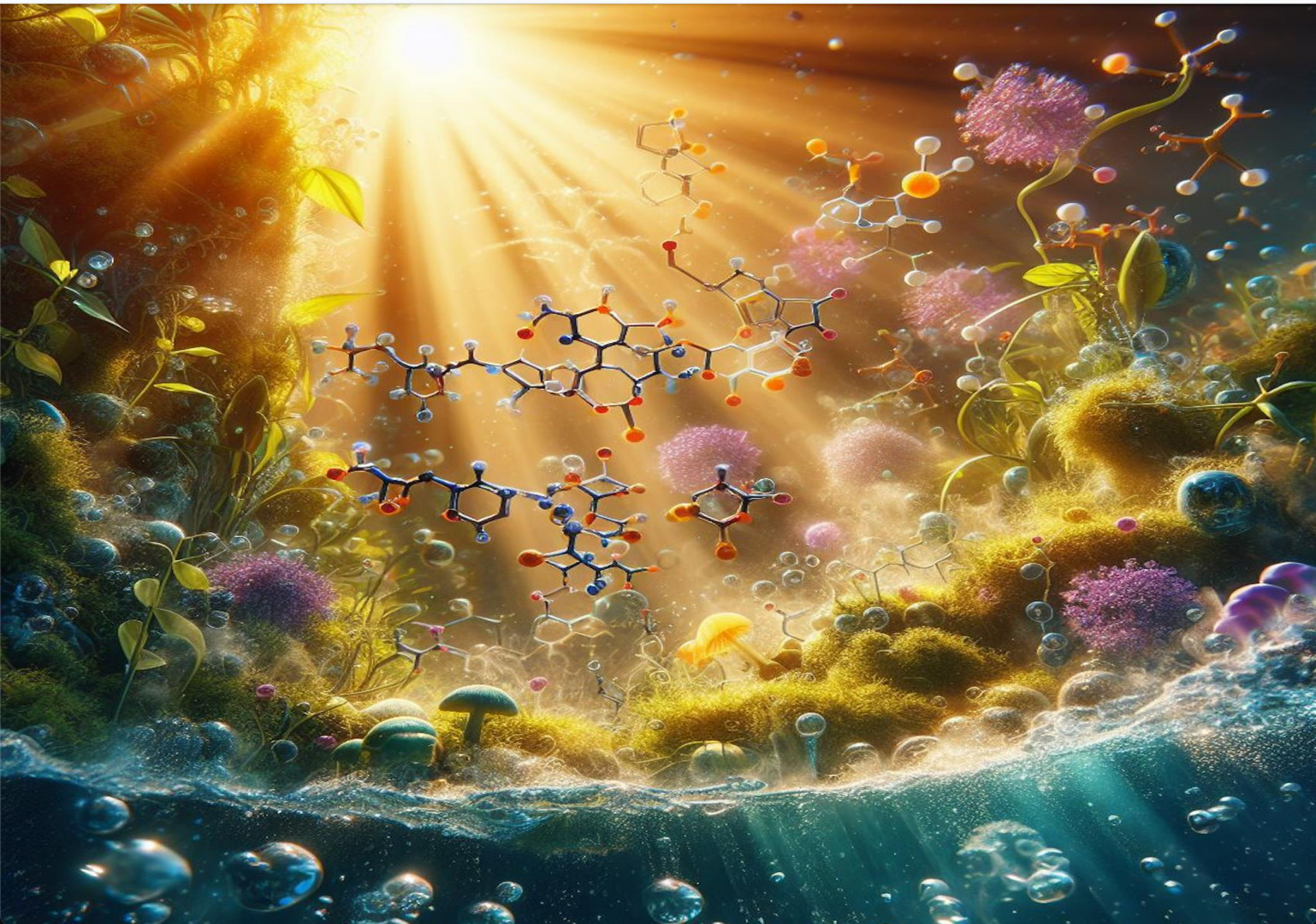
słowa kluczowe:
jądro, komet

★ WARTO WIEDZIEĆ ★

W 2004 roku w pobliżu jednej z komet przeleciała sonda Stardust (ang. gwiazdny pył) – wyciągnęła ona łapę przypominającą kształtem raketę do tenisa i zaopatrzoną w rodzaj pułapki na kometarny pył. W 2006 roku sonda powróciła w pobliże Ziemi i zrzuciła na spadochronie tę łapę oblepioną pyłem z warkocza komety. Znaleziono w nim bardzo dziwne substancje: zielony piasek jak na Hawajach i rzadkie, lekkie metale. Wydaje się, że komety są jakby latającymi koszami, które zbierają drobne śmieci z kosmosu.



związki węgla + woda + światło = życie



Projekt SETI

(Search for Extraterrestrial Intelligence)

Projekt ten polega na monitorowaniu fal elektromagnetycznych, takich jak radio, światło czy mikrofałe, w poszukiwaniu sygnałów sztucznie wytworzonych, pochodzących z przestrzeni kosmicznej, a niebędących dziełem człowieka.

W sierpniu 1977 roku astronom **Jerry R. Ehman** pracujący przy projekcie **SETI** na Uniwersytecie Ohio State odkrył niezwykły sygnał radiowy. Sygnał ten trwał zaledwie **72 sekundy** i pochodził z obszaru w pobliżu gwiazdy **Chi Sagittarii**. Ehman był tak zaskoczony, że w marginesie swojego raportu napisał słowo "Wow!" – stąd nazwa.



Był to **silny, wąski impuls radiowy** o częstotliwości **1420 MHz**, która jest charakterystyczną częstotliwością promieniowania emitowaną przez wodór – pierwiastka powszechnie występującego we wszechświecie.

Mimo wielu lat badań, nie udało się zidentyfikować źródła sygnału.

astronomowie odkryli wiele planetek podobnych do Plutona, między innymi Haumeę, Makemake, Eris (przeczytasz o nich w rozdziale „Nie tylko Pluton”, s. 59). Ustalili więc, że lepiej wykreślić Plutona z rodziny planet, a dla niego i pozostałych zrobić nową klasę – **planet karłowatych**. Tak więc dzisiaj zaliczymy do planet Układu Słonecznego: osiem ciał niebieskich, cztery skaliste i cztery gazowo-lodowe.

Planety do zamieszkania

Tylko dwie planety oprócz Ziemi mogą się nadawać do życia dla ludzi: Wenus i Mars. Jest na nich wystarczająco ciepło, rok trwa dostatecznie długo, dociera dosyć promieni słonecznych, by mogły rosnąć rośliny. Na Merkury m panuje zbyt wielki upał, Jowisz i Saturn to kule z gazu, a na Plutonie jest zdecydowanie za ciemno i za zimno. Najlepsze warunki dla rozwoju życia panują na Ziemi. Nie tylko leży ona w odpowiedniej odległości od Słońca, ale ma właściwą atmosferę – nie za gęstą, nie za rzadką i zawierającą niezbędny tlen.



Badacze planet

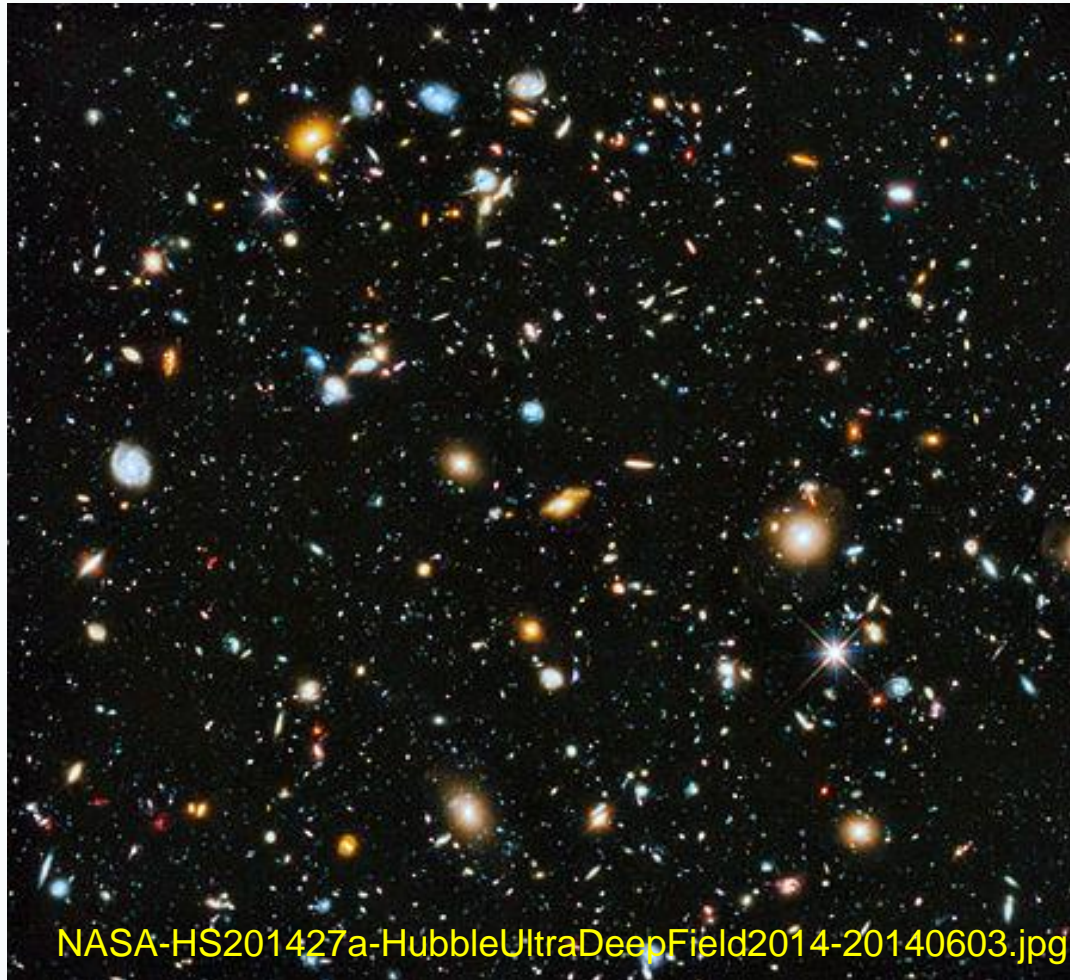
Chociaż mamy silne teleskopy i wysyłamy sondy kosmiczne, bardzo wielu rzeczy o planetach jeszcze nie wiemy. Potrzebni są więc specjaliści z różnych dziedzin nauki: astronomowie, fizycy, chemicy, geolodzy. Ale najbardziej inżynierowie, żeby budowali statki kosmiczne i sondy, oraz matematycy którzy zaprojektują komputery dla tych pojazdów. A jeśli odkryjemy inne cywilizacje, to zapewne przydadzą się również specjaliści od obcych języków, choć nie wiemy jakich.

Inhabitant's Space "T"



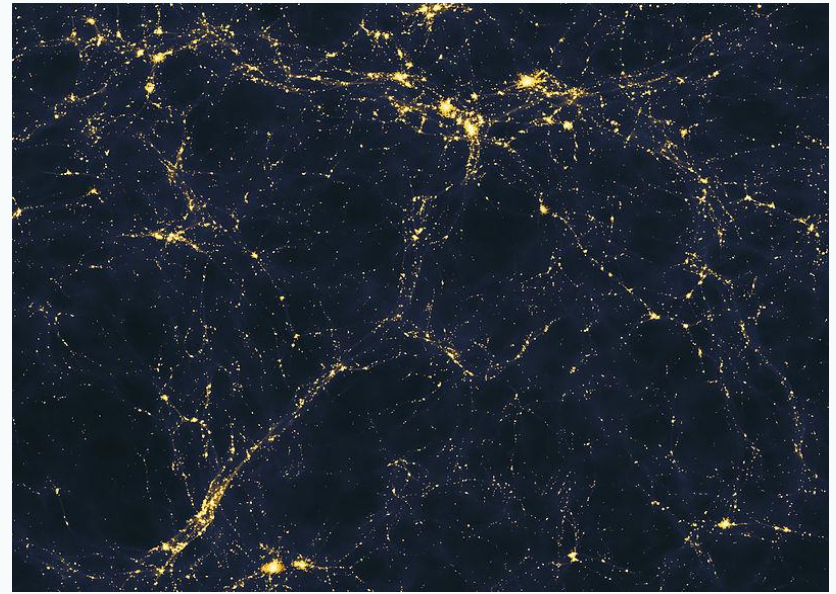
Gee Yan, Inhabitant's Space "T" (2023), MART Rovereto 2024

Ile jest tych galaktyk?



Okolo 10 miliardów w dostępnym nam Wszechświecie
Galaktyki od nas uciekają: im bardziej czerwone (pozornie) tym są dalsze.
Najbardziej czerwone (na tym zdjęciu), są od nas o 13 mld lat świetlnych!

Wiki: „Fingers of God” (=Galaxy filaments)



Któryś z autorów wikipedii w języku angielskim, kilka lat temu umieścił hasło (i rysunek) „Palce Pana Boga”. Miał ten rysunek ilustrować niezrozumiałe rozmieszczenie galaktyk we Wszechświecie, przypominające rozmazaną pajęczynę. Dziś (2018) hasło Fingers of God przekierowuje pod inny adres.

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

https://en.wikipedia.org/wiki/Redshift-space_distortions

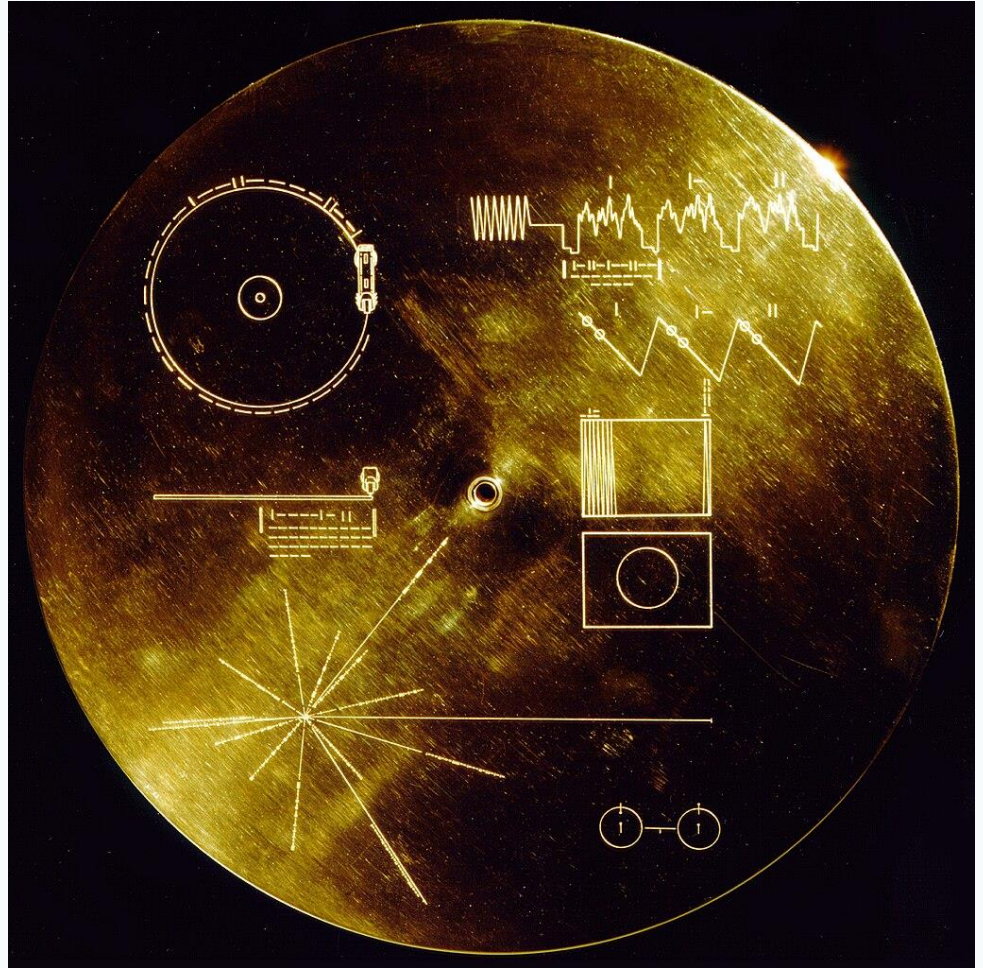
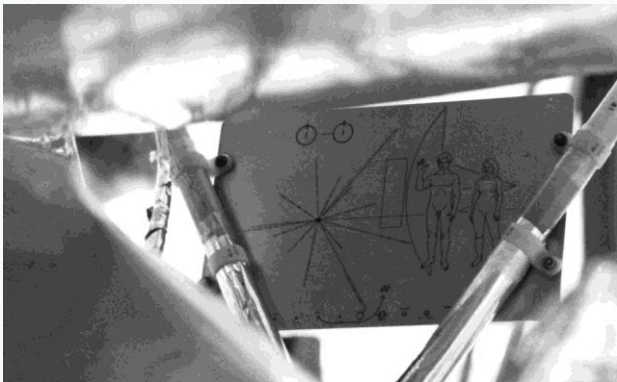
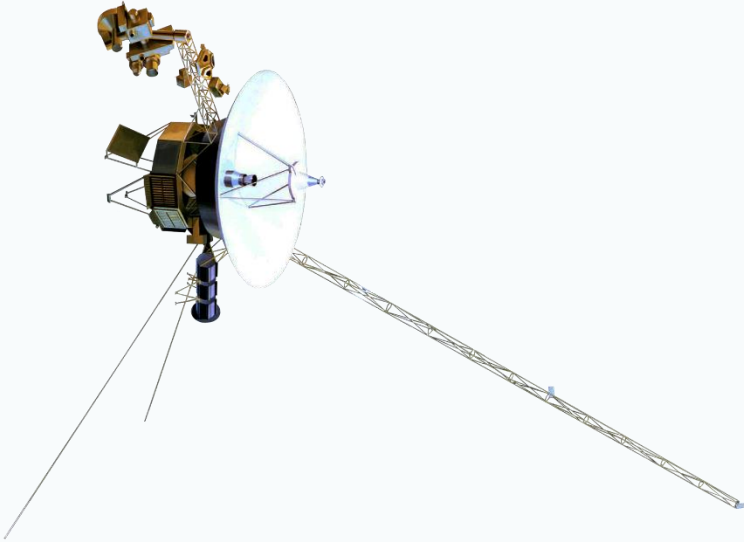
Porządek sfer niebieskich

Odnaleźliśmy zatem w tym porządku zadziwiający ład świata i ustalony, zharmonizowany związek między ruchem a wielkością sfer, jakiego w inny sposób odkryć niepodobna.

Bo o tym, że nawet od najwyższej z planet, to jest od Saturna, jest jeszcze ogromnie daleko do sfery gwiazd stałych, przekonują nas ich migoczące światła. Tą cechą najbardziej się one odróżniają od planet i ona też – jak być powinno – stanowi największą różnicę pomiędzy ciałami poruszającymi się a nieruchomymi.

Tak zaprawdę jest to boskie arcydzieło Istoty Najlepszej i Największej! (s.23)

Wiadomości z Ziemi



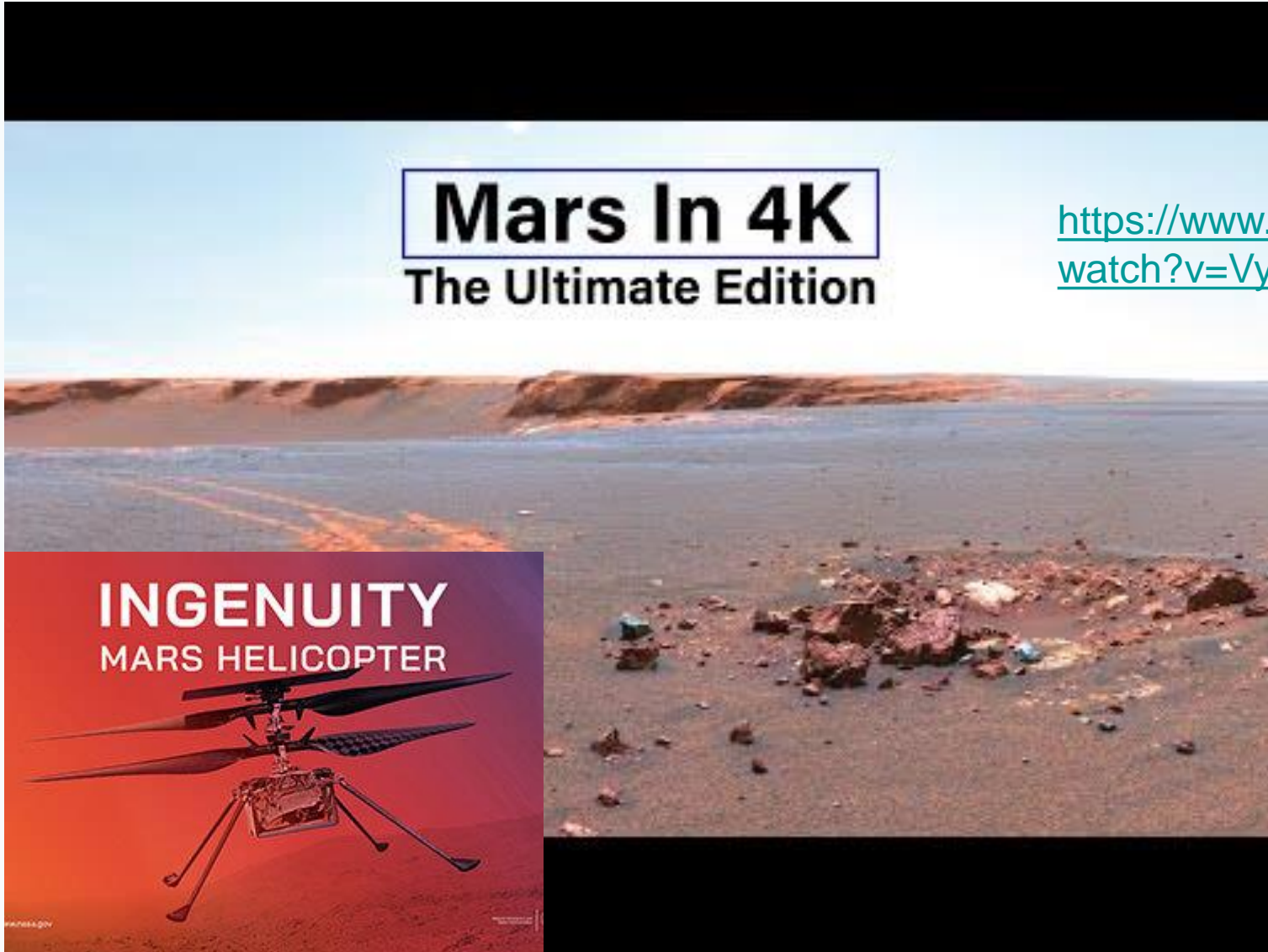
<https://voyager.jpl.nasa.gov/mission/status/>

Wirtualna podróż po Marsie

Mars In 4K
The Ultimate Edition

https://www.youtube.com/watch?v=Vy_RPd0rbII

INGENUITY
MARS HELICOPTER



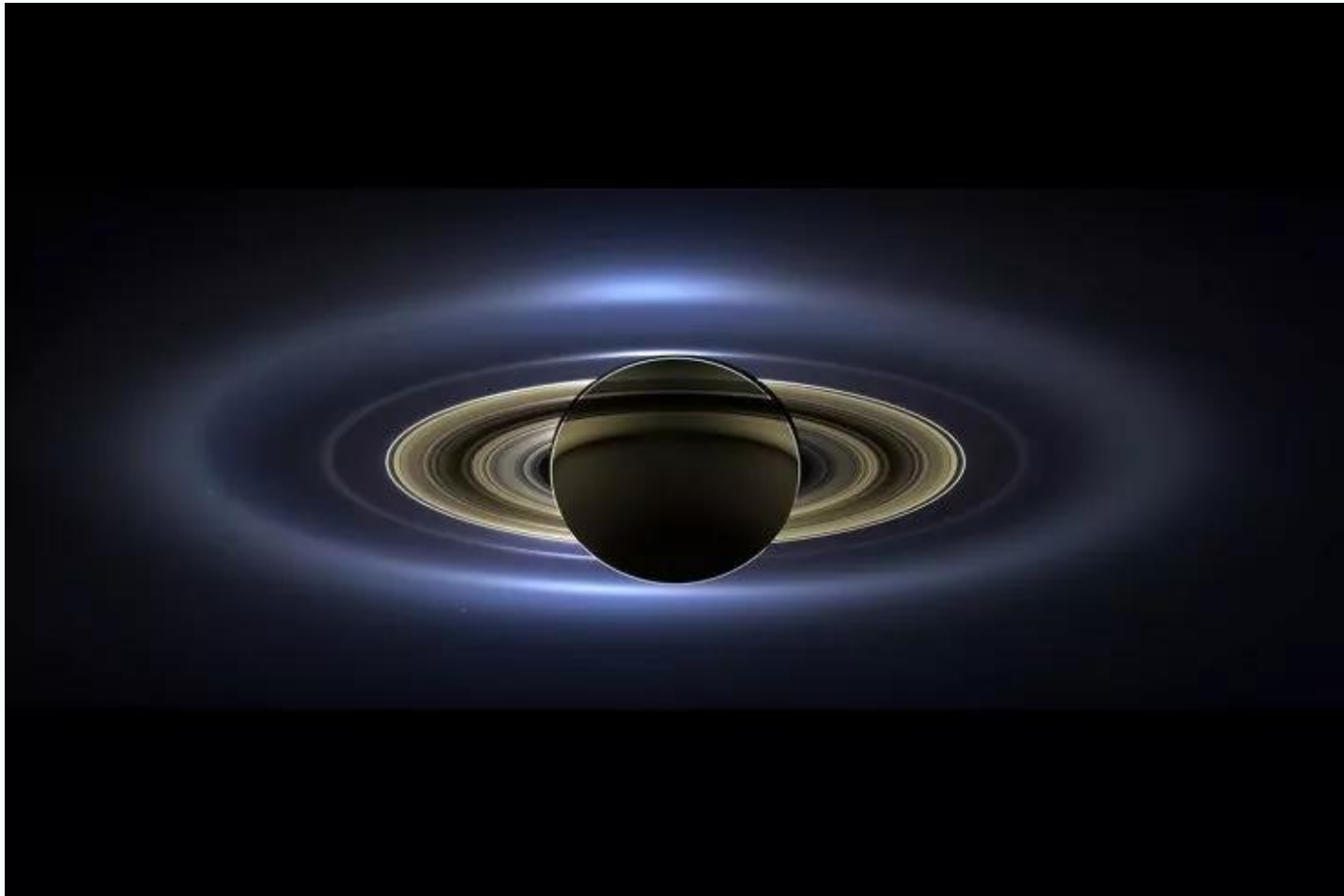
Mars w tatuażach



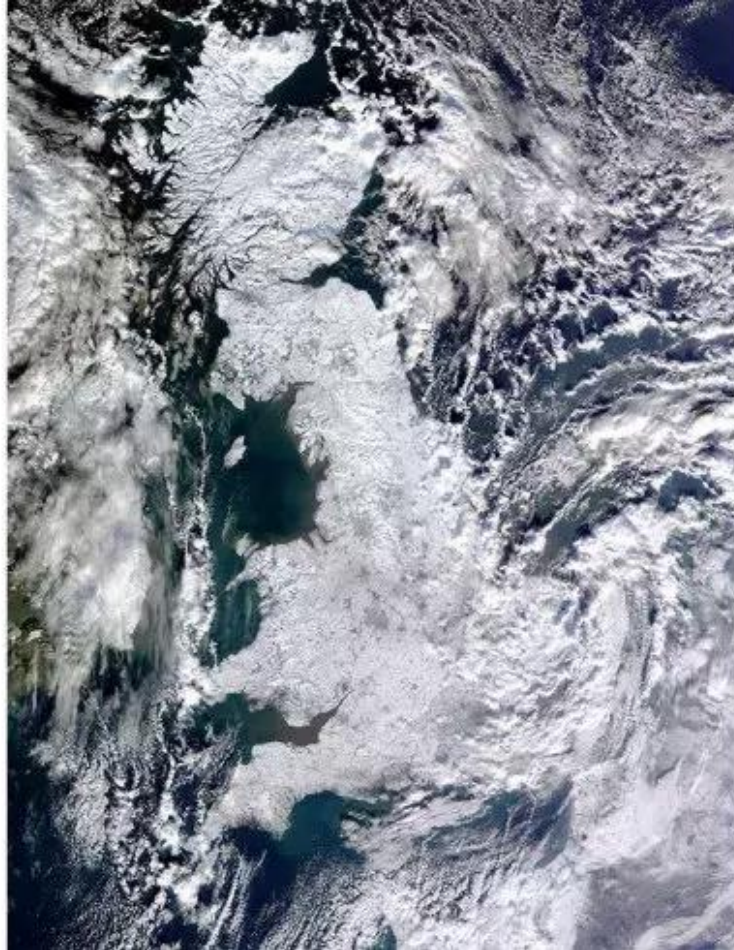
Marsjańskie tornado



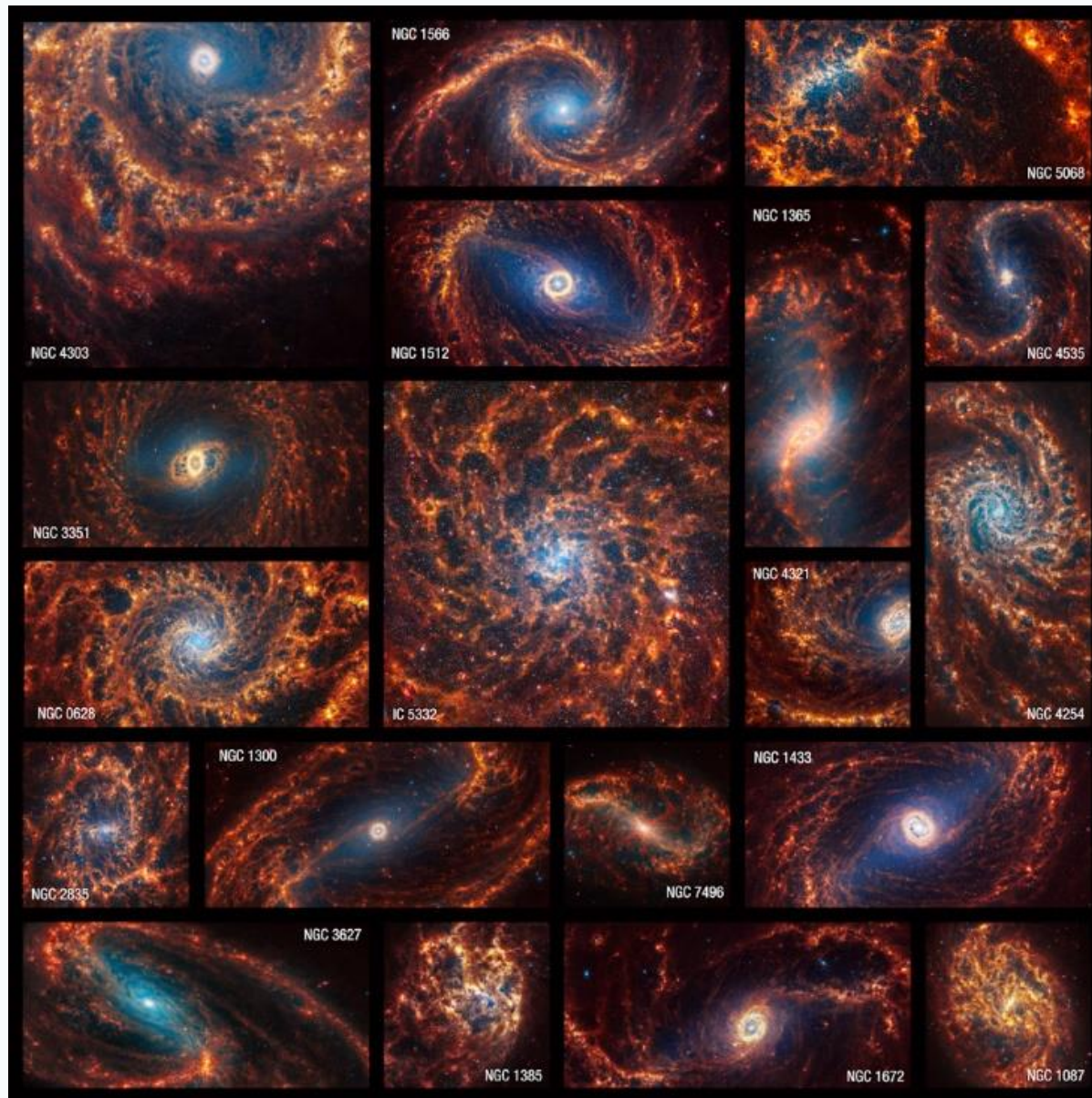
Jaka to planeta?



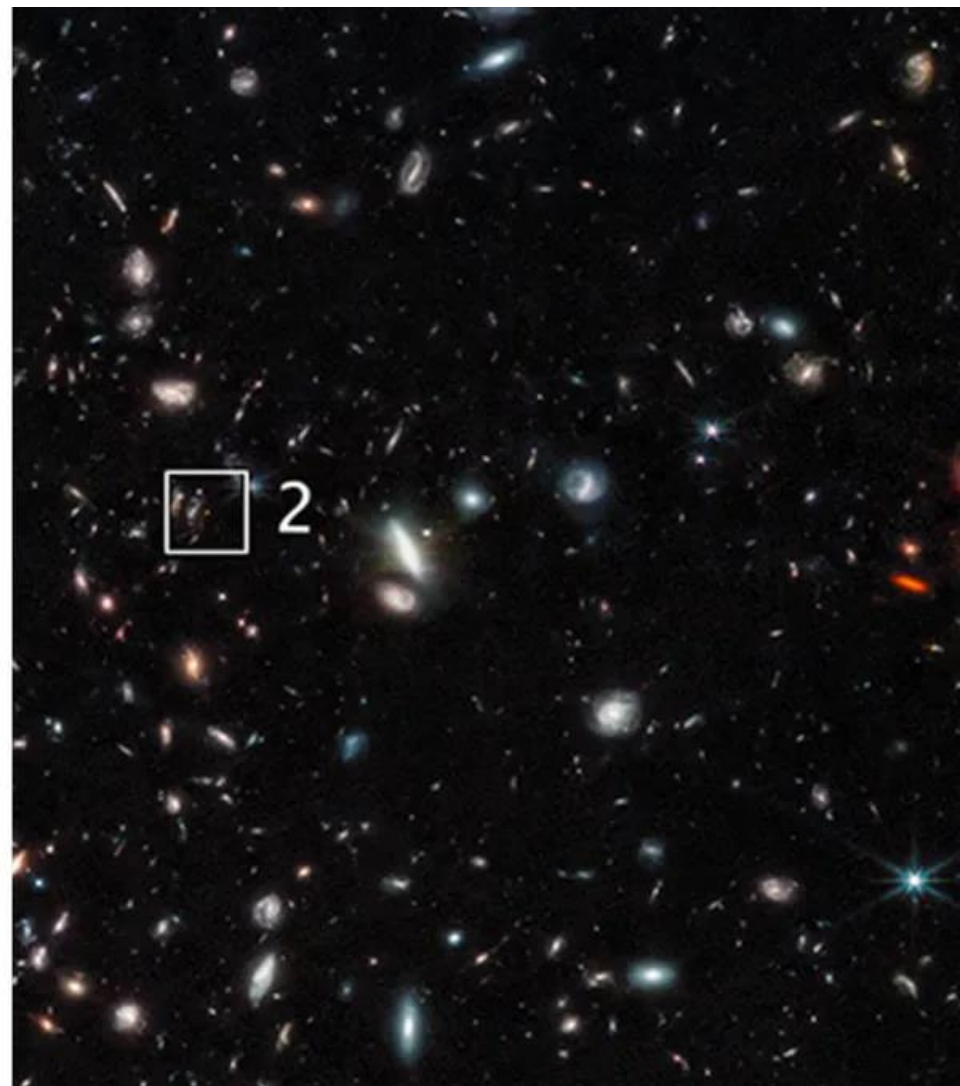
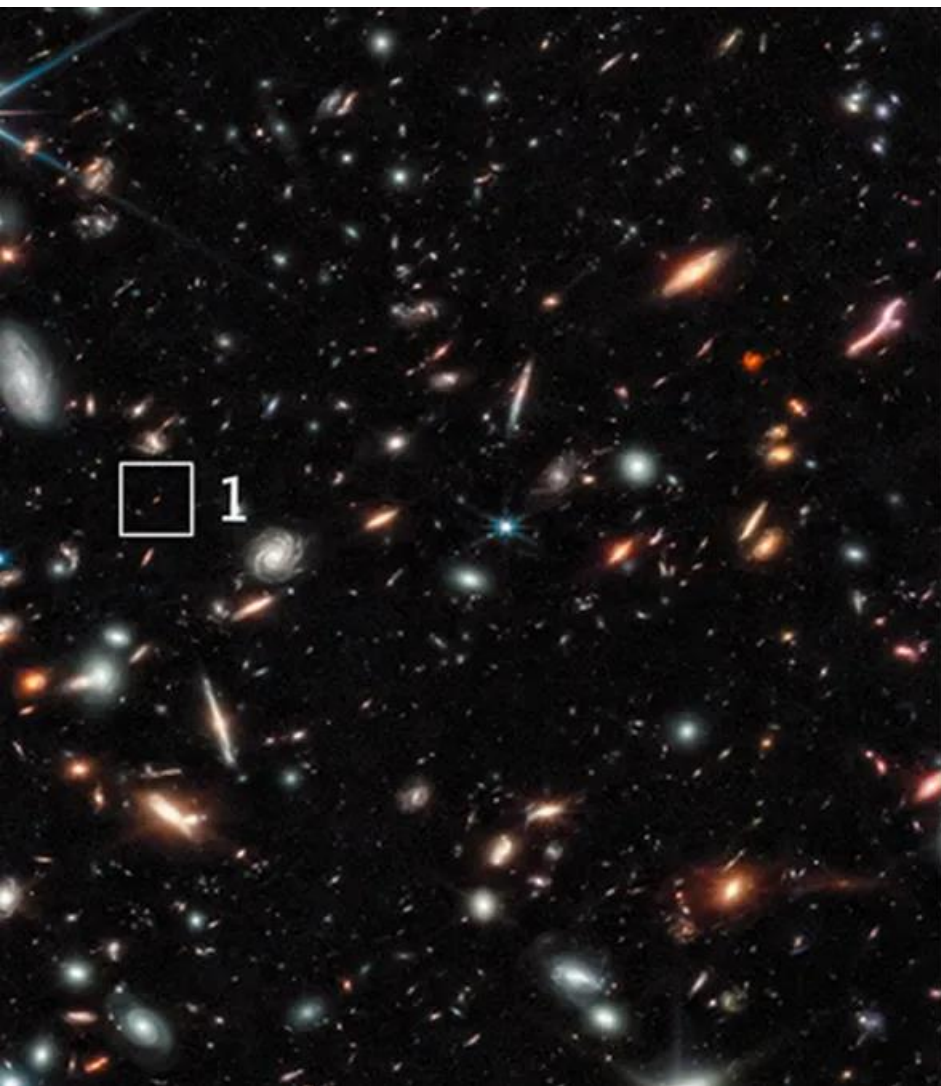
Ziemia – jaka to wyspa?



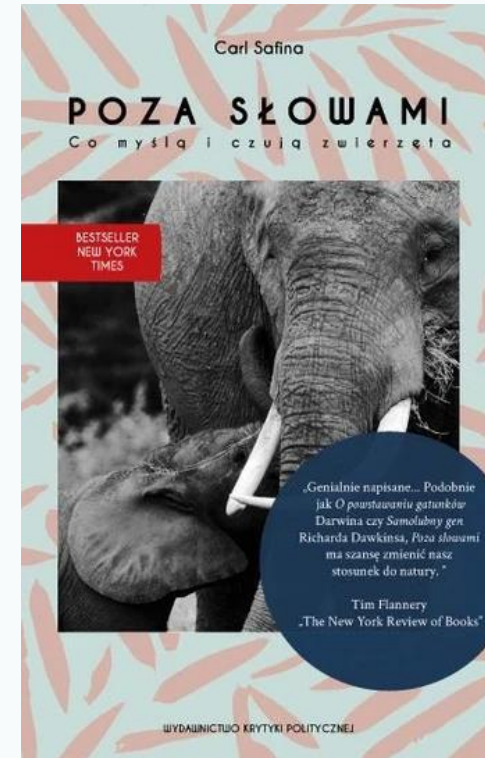
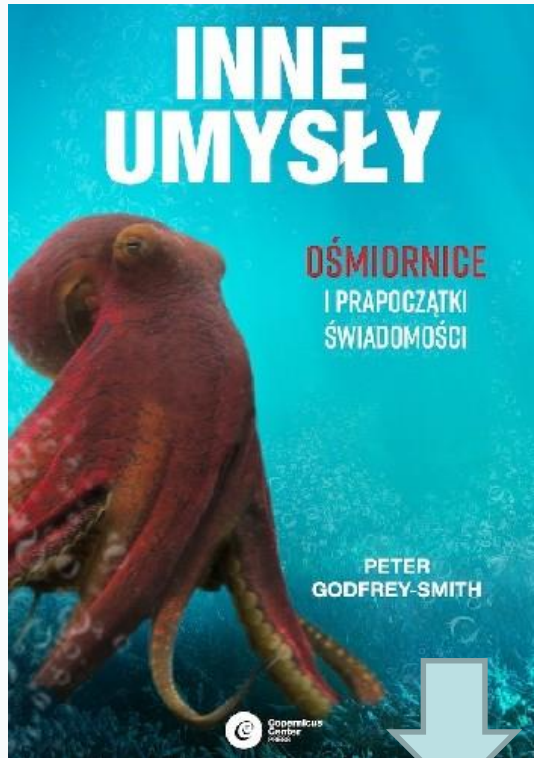
JWST – portrety galaktyk



JWST – najdalsze galaktyki



Zamiast podsumowania: kosmici są wśród nas...



*Prawdopodobnie nigdy nie będziemy bliżej
spotkania z inteligentnym obcym.*

Granice Wszechświata?



„Ziemia, jakkolwiek wielką nie byłaby bryłą, niczym jest w porównaniu z resztą Wszechświata, którego granic nie znamy, a być może w ogóle znać nie możemy”

Mikołaj Kopernik, *O obrotach ciał niebieskich* {tytuł i cytata nieco zmienione [GK]}

Dziękujemy za uwagę

i zapraszamy na kolejne wykłady
z pokazami!!!

