

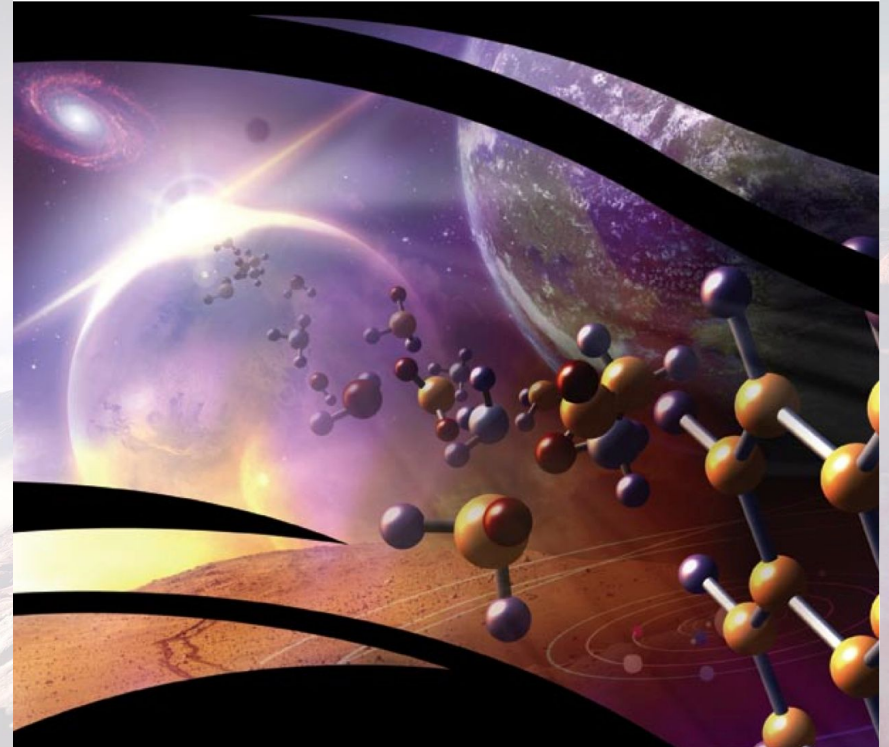
F7514 Exoplanety

10-Astrobiologie a hledání života ve Vesmíru

Marek Skarka

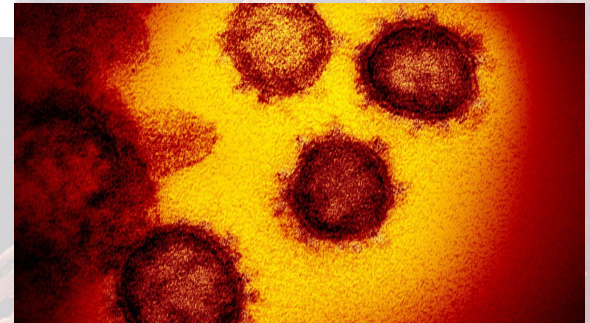
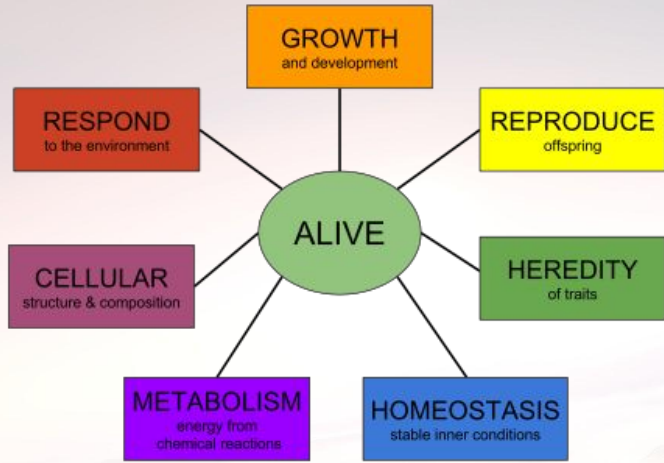
Astrobiologie a Život

Astrobiologie je komplexní věda zabývající se vznikem a vývojem života ve vesmíru, vlivem okolních podmínek na jeho vlastnosti, a jeho hledáním. Kombinuje astronomii, chemii, biologii, geologii, fyziku...



Astrobiologie a Život

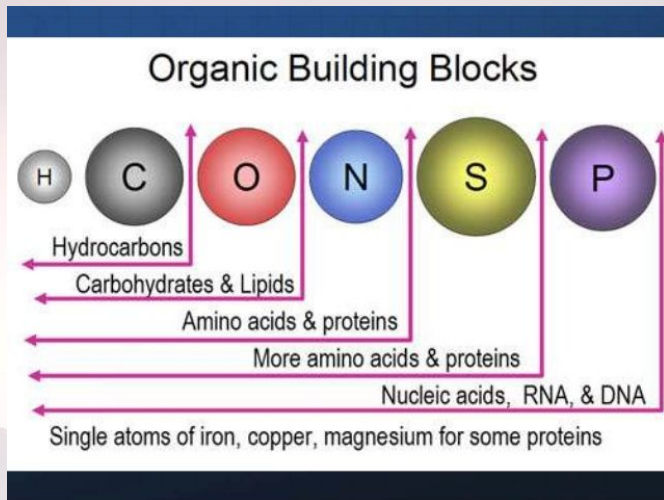
Jednotná definice **život**a neexistuje. Obecně se jedná o vysoce organizovaný systém který je schopný reagovat na své okolí, přeměňovat energii, vyměňovat si materiál s okolím, růst a rozmnožovat se.



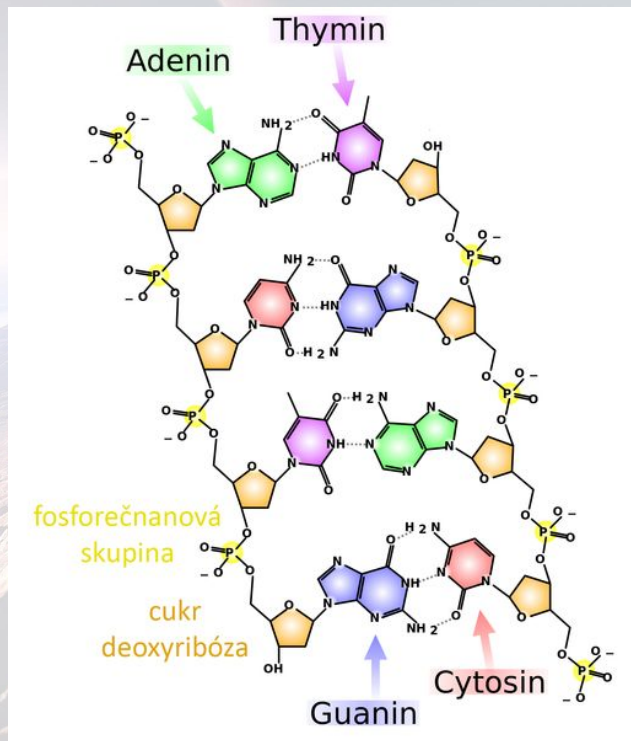
Astrobiologie a Život

Vznik života je podmíněn mnoha faktory. Zcela esenciální jsou:

- Přítomnost prvků CHNOPS - složité chemické sloučeniny, živé bytosti složeny až z 99 % z CHNOPS
- Přítomnost rozpouštědla, které umožňuje chemické reakce
- Zdroj energie

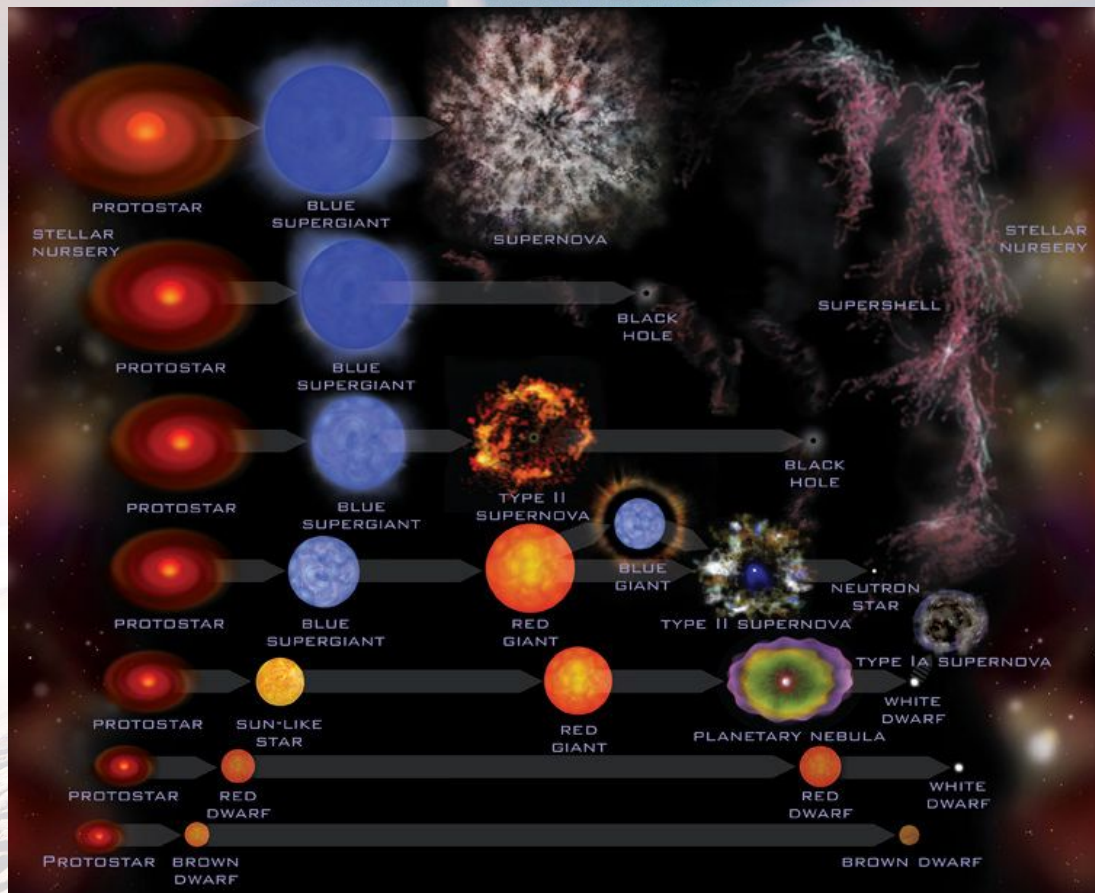
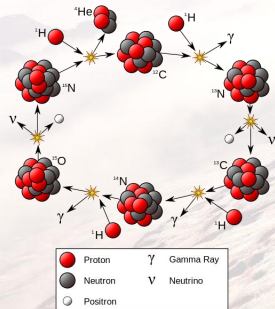
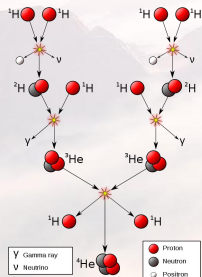
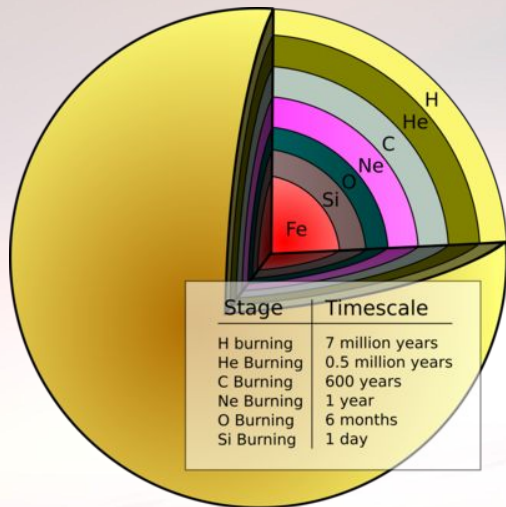


Atom	Hydrogen	Oxygen	Nitrogen	Carbon	Phosphorus	Sulfur
Valence	1	2	3	4	5	2, 6
Model						



Nukleosyntéza a chemické sloučeniny

Těžší prvky vznikají ve hvězdách

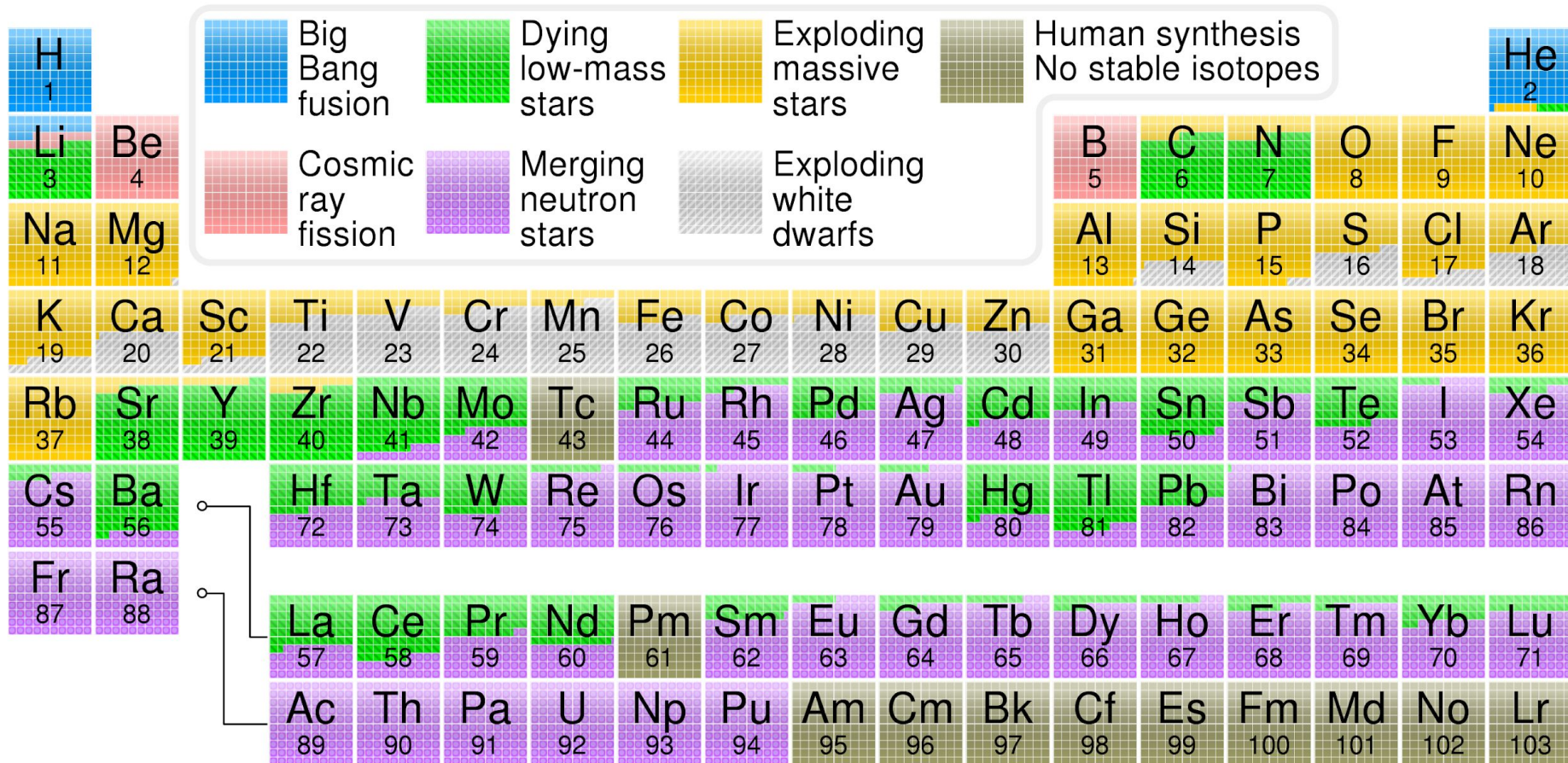


γ Gamma ray
 ν Neutrino

\bullet Proton
 \circ Neutron
 \oplus Positron

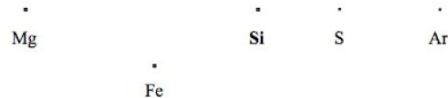
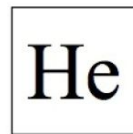
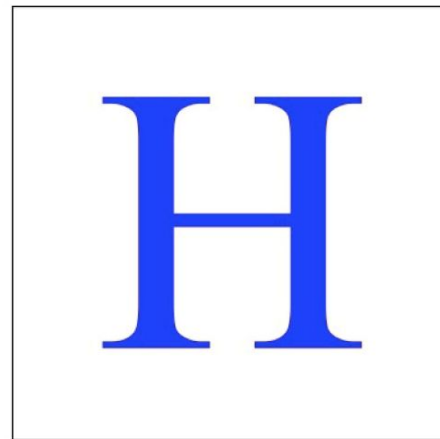
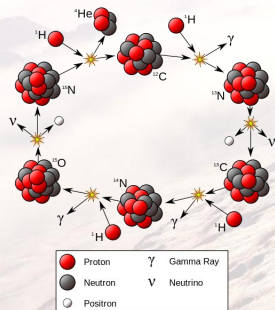
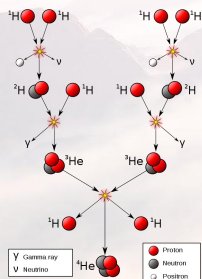
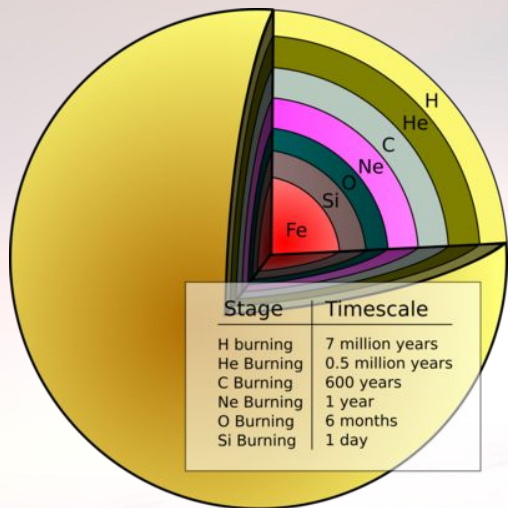
\bullet Proton
 \circ Neutron
 \oplus Positron
 γ Gamma Ray
 ν Neutrino

Nukleosyntéza a chemické sloučeniny



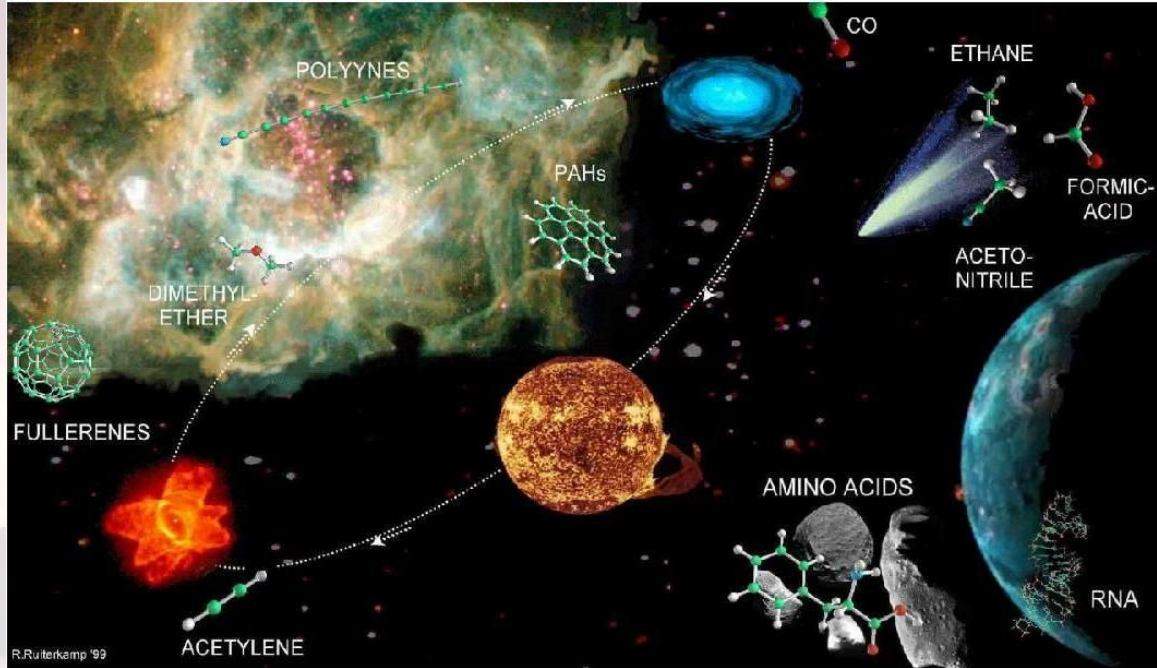
Nukleosyntéza a chemické sloučeniny

Těžší prvky vznikají ve hvězdách



Nukleosyntéza a chemické sloučeniny

Ve vesmíru bylo detekováno velké množství organických molekul



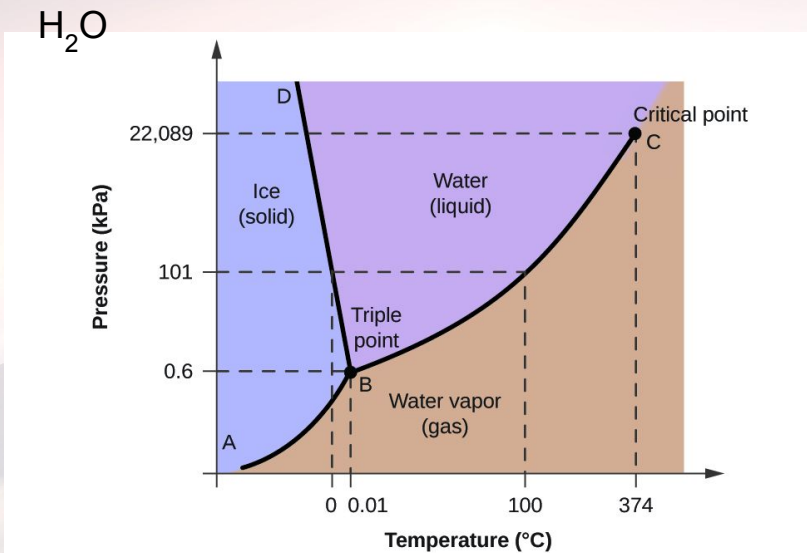
https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_interstellar_and_circumstellar_molecules

Astrobiologie a Život

Vznik života je podmíněn mnoha faktory. Zcela esenciální jsou:

- Přítomnost prvků CHNOPS - složité chemické sloučeniny, živé bytosti složeny až z 99 % z CHNOPS
- Přítomnost rozpouštědla, které umožňuje chemické reakce
- Zdroj energie

Voda: velká měrná tepelná kapacita, velké skupenské teplo vypařování, hustota ledu menší než vody, velké rozmezí teplot v kapalném skupenství

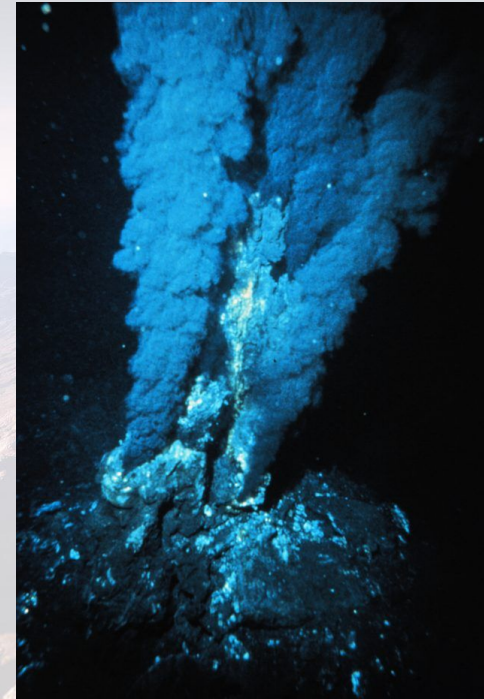
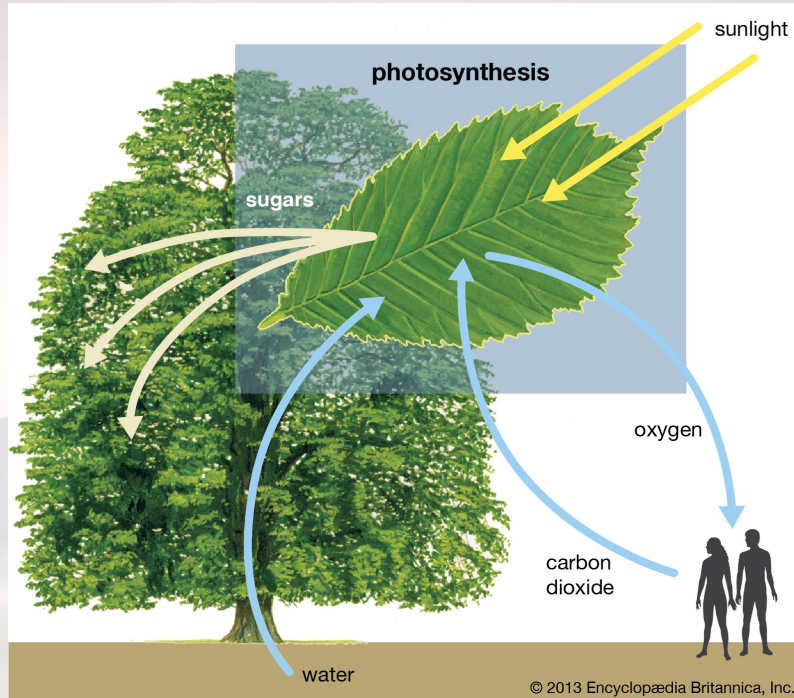


Látka	T_{kapalina} (K)	c (J.kg ⁻¹ K ⁻¹)	l_v (J.kg ⁻¹)
H ₂ O	273-373	4180	2260
NH ₃	195-240	2200	1370
CH ₄	91-112	1710	480

Astrobiologie a Život

Vznik života je podmíněn mnoha faktory. Zcela esenciální jsou:

- Přítomnost prvků CHNOPS - složité chemické sloučeniny, živé bytosti složeny až z 99 % z CHNOPS
- Přítomnost rozpouštědla, které umožňuje chemické reakce
- Zdroj energie

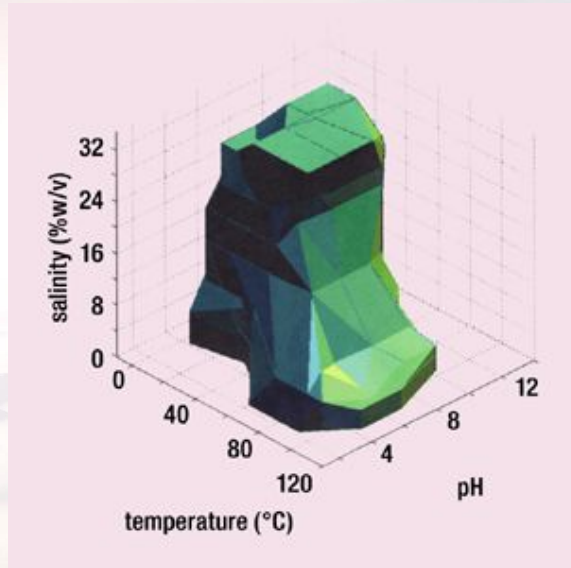


Život na Zemi

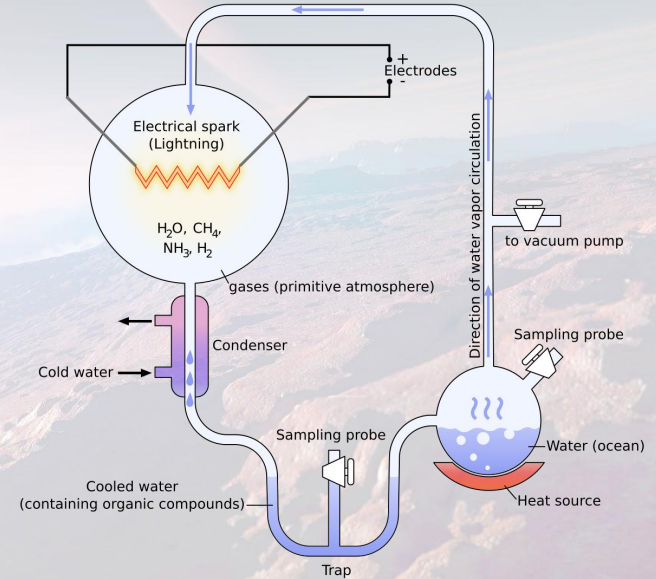
Vznik složitějších sloučenin (panspermie?) => jednobuněčný život (panspermie?) => složitý život

Dlouhodobé vhodné podmínky:

1. Teplota
2. Tlak
3. Salinita
4. Radiace
5. Kyselost






Millerův-Ureyův experiment (1952)



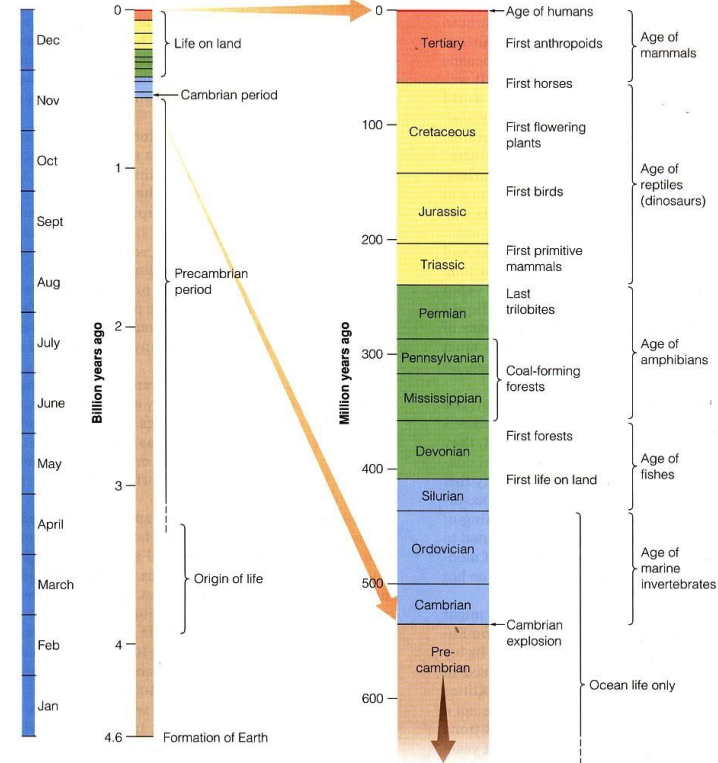
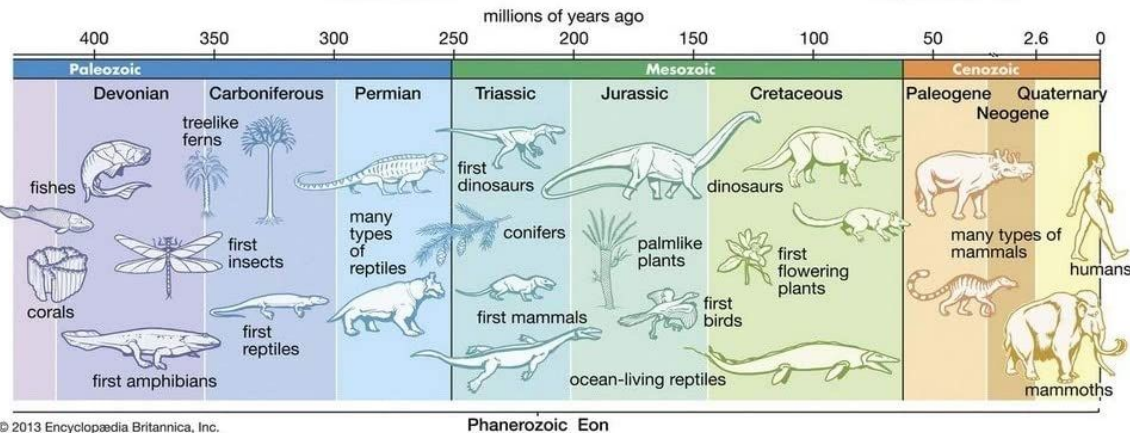
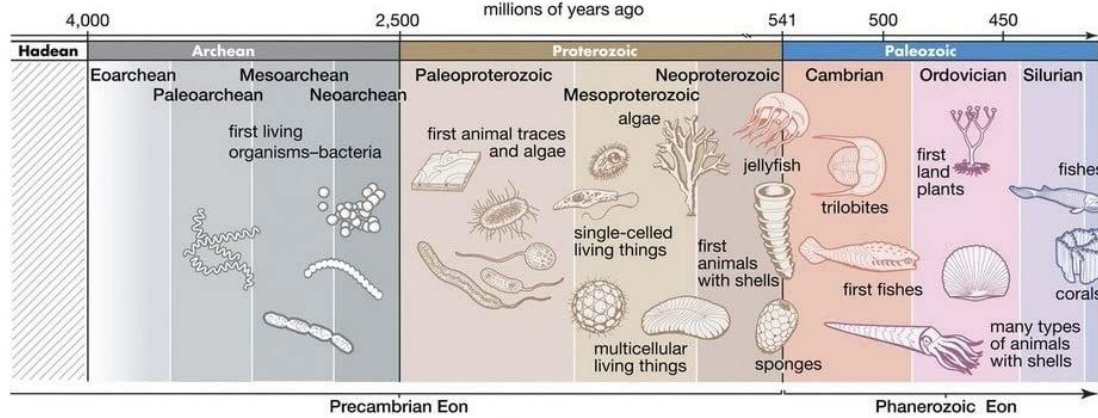
Detekovali vznik aminokyselin

Extremofilní organizmy

Strain	Domain	Extremophile type	Isolation ecosystem	Temperature (°C)	pH	Pressure (MPa)	Salinity (%)	References
<i>Acidianus infernus</i> So4a	Archaea	Acidothermophile	Solfatara crater	65–96 (90)	1–5.5 (2)	na	0.2 (na)	Segerer et al., 1986
<i>Colwellia piezophila</i> ATCC BAA-637	Bacteria	Piezopsychrophile	Deep-sea	4–15 (10)	7 (na)	40–80 (60)	na (3)	Nogi et al., 2004
<i>Halomonas campisalis</i> MCM B-365	Bacteria	Hyperalkaliphile	Soda lake	4–50 (30)	6–12 (9.5)	na	1.1–26.3 (8.9)	Aston and Peyton, 2007
<i>Oceanobacillus iheyensis</i> HTE831	Bacteria	Alkaliphile, piezotolerant, and halotolerant	Deep-sea (mud)	15–42 (30)	6.5–10 (7–9.5)	0.1–30	0–21 (3)	Lu et al., 2001
<i>Anoxybacillus pushchinensis</i> K1	Bacteria	Alkalithermophile	Manure	37–66 (62)	8–10.5 (9.5)		<3 (na)	Pikuta et al., 2000
<i>Actinopolyspora righensis</i> H23	Bacteria	Halophile	Saline soil	20–40 (28–32)	5–8 (6–7)		10–30 (15–25)	Meklat et al., 2013
" <i>Geothermobacterium ferrireducens</i> " FW-1a	Bacteria	Hyperthermophile	Obsidian Pool, Yellowstone National Park	65–100 (85)	na		0 (na)	Kashefi et al., 2002
<i>Shewanella piezotolerans</i> WP3	Bacteria	Piezophile	Deep-sea	0–28 (15–20)	6–8 (7)	0.1–50 (20)	1–7.2 (3–4)	Xiao et al., 2007
<i>Colwellia</i> sp. MT-41	Bacteria	Piezopsychrophile	Deep-sea	2 (na)	6.8 (na)	51.8–103.5 (69)	na	Yayanos et al., 1981
<i>Pedobacter arcticus</i> A12	Bacteria	Psychrophile	Tundra (soil)	4–25 (18)	6–9 (7)	na	0–2 (0)	Zhou et al., 2012
<i>Thermococcus gammatolerans</i> EJ3	Archaea	Thermophile and radiation-tolerant	Hydrothermal vent (chimney)	55–95 (88)	na (5.5–6.5)	na	(20)	Jolivet et al., 2003
<i>Deinococcus radiodurans</i> R1		Vacuum- and radiation-tolerant	Spoiled canned meat					Mars-like conditions, vacuum, UV and space radiation De Vera et al., 2012
<i>Cryomyces antarcticus</i> MA5682	Fungi	Vacuum- and radiation-tolerant	Antarctica					Mars-like conditions, vacuum, UV and space radiation
<i>Deinococcus geothermalis</i> DSM 11300	Bacteria	Xerotolerant	Hot spring	30–55 (47)	5–8 (6.5)	na	na	
<i>Halobacterium salinarum</i> NRC-1	Archaea	Xerotolerant, vacuum- and radiation-tolerant	Bore core from a salt mine	42 (na)	na	na	25	

Život na Zemi

Vznik složitějších sloučenin (panspermie?) => jednobuněčný život (panspermie?) => složitý život



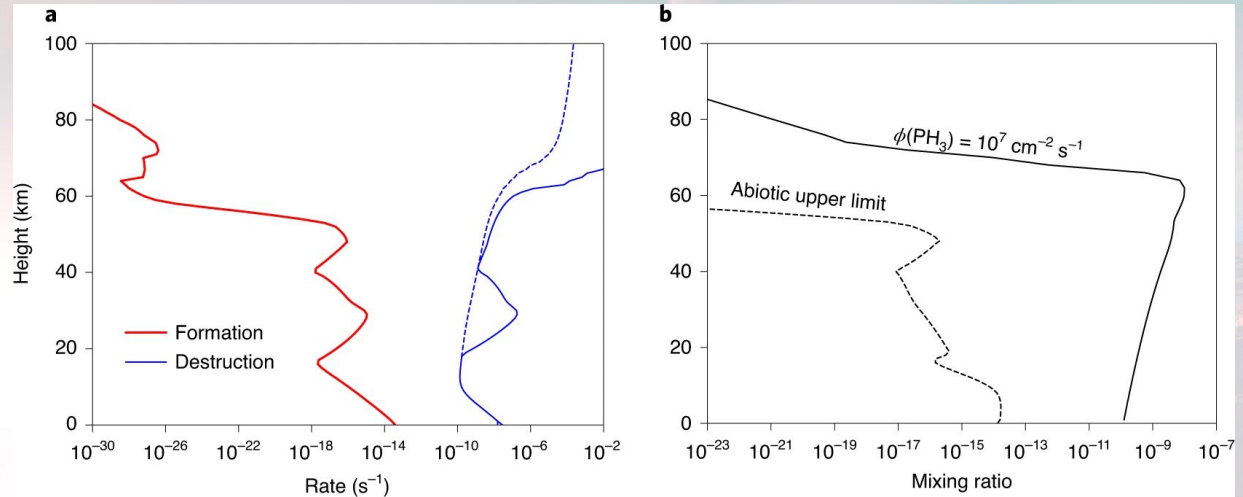
Život na Zemi

Vznik složitějších sloučenin (panspermie?) => jednobuněčný život (panspermie?) => složitý život

Země je jediné místo ve Vesmíru, kde známe
(inteligentní) život



Život ve Sluneční soustavě?



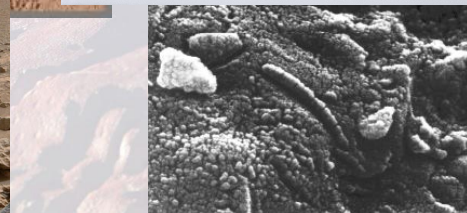
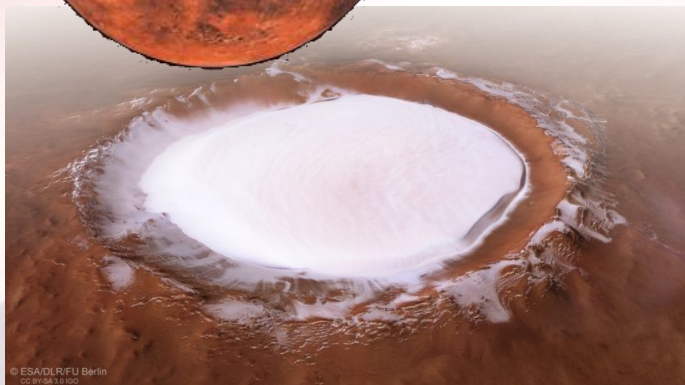
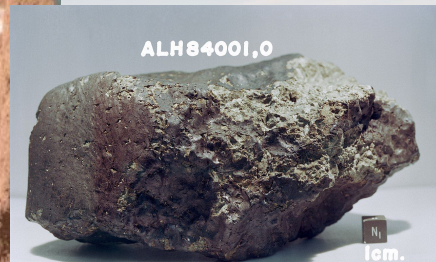
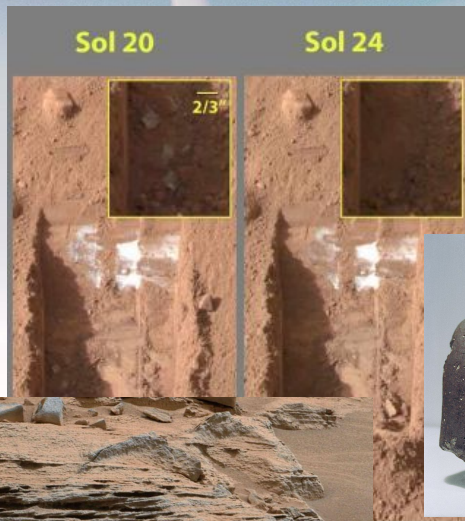
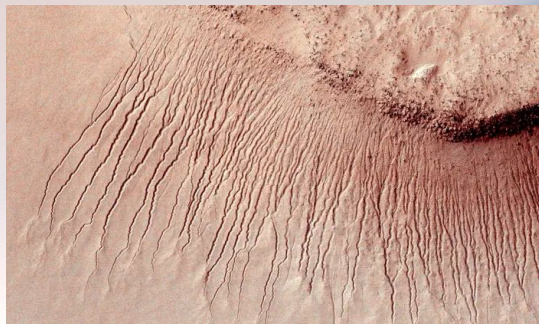
Greaves et al. 2020, Nature Astronomy, 234

Detekce fosfanu (PH₃) v atmosféře Venuše

- neznáme jiný než biogenní proces, který by v daných podmínkách mohl vést ke vzniku fosfanu.

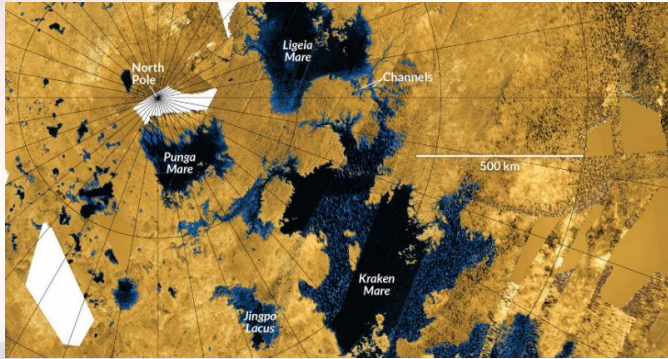
-bakterie syntetizující sloučeniny síry?

Život ve Sluneční soustavě?

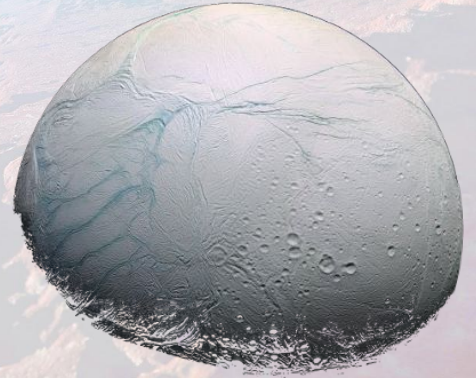
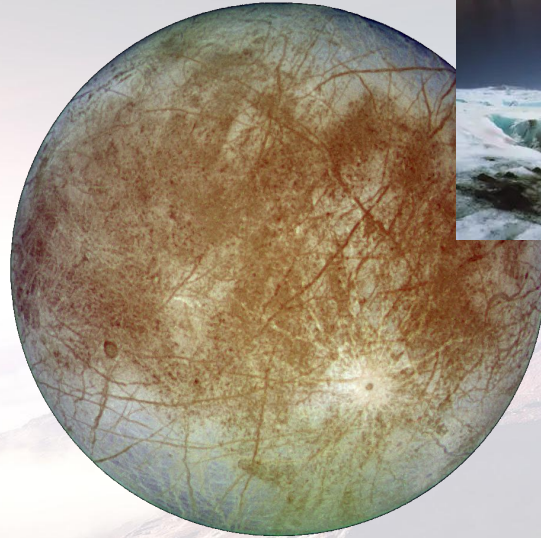


Mars má příliš řídkou atmosféru, aby udržela vodu v kapalném skupenství. V minulosti se tekutá voda na Marsu zřejmě vyskytovala, v současnosti pouze v podobě ledu v povrchových a podpovrchových vrstvách.

Život ve Sluneční soustavě?



Uhlovodíky na Titanu



Předpoklad oceánů pod ledovou krustou na Europě a Enceladu

Život ve Sluneční soustavě?

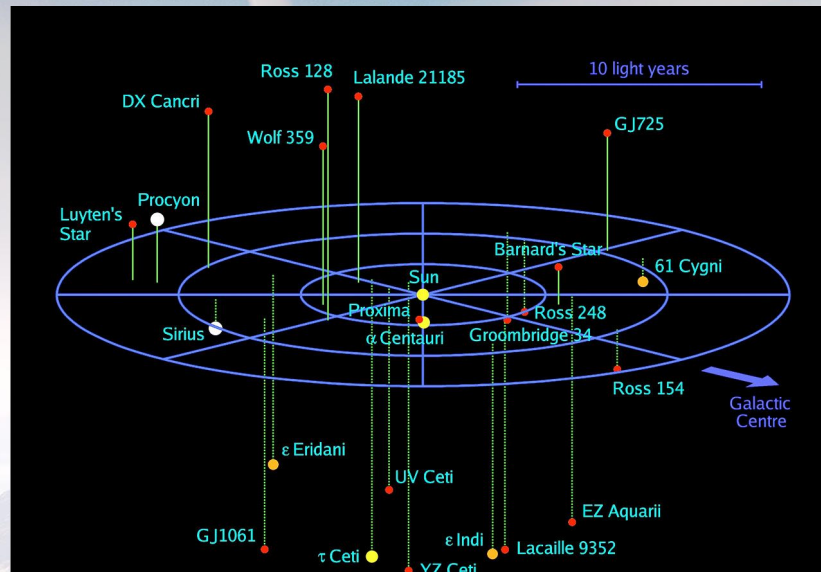
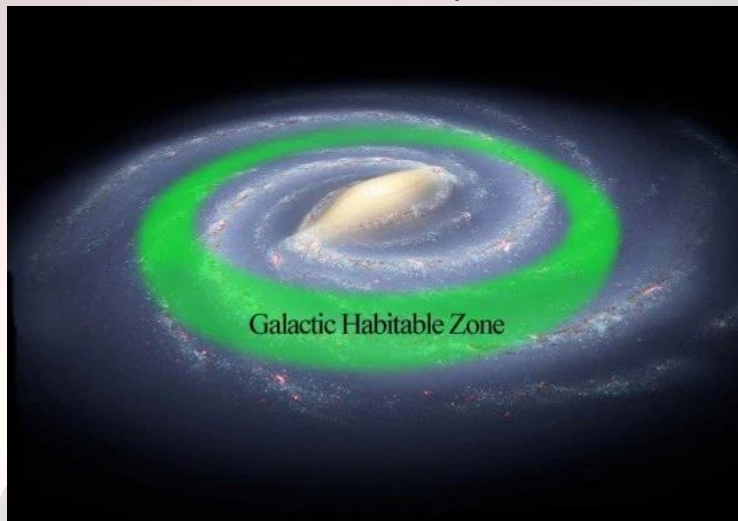


Saganovi plavci a lovci v atmosféře Jupiteru?

Co umožnilo vznik života na Zemi

1. Poloha v Galaxii

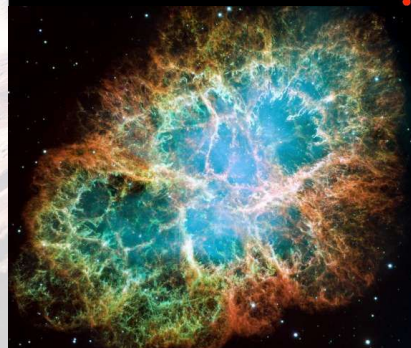
- Minimální vliv okolních hvězd
- Dostatek těžších prvků



Vznik života v kulových hvězdokupách?

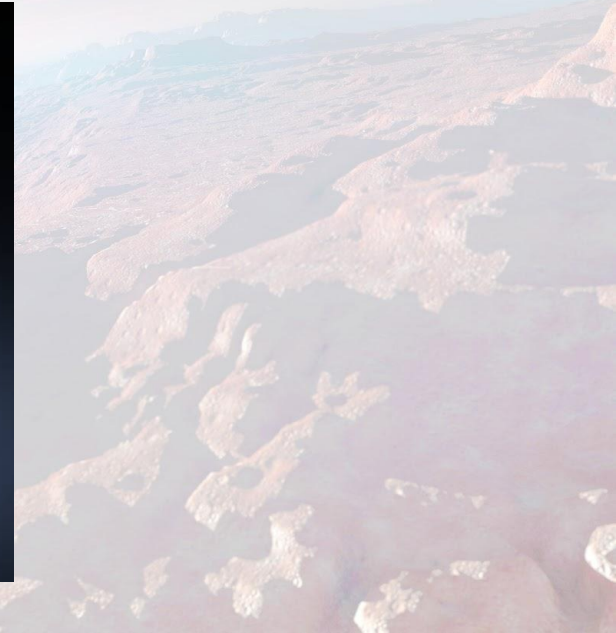
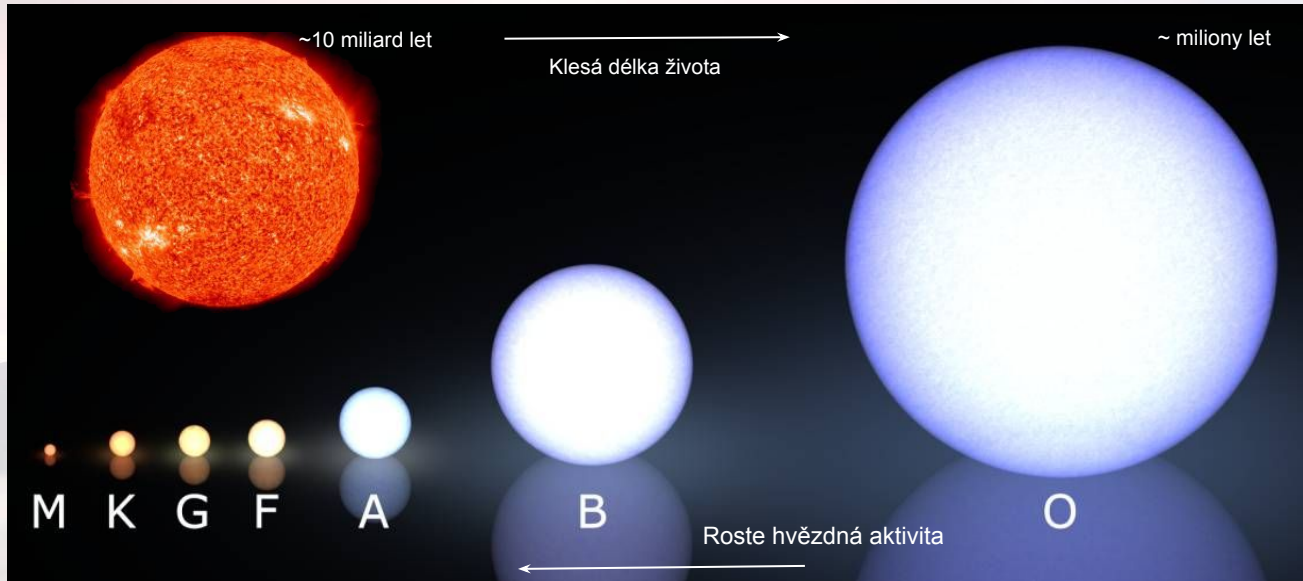
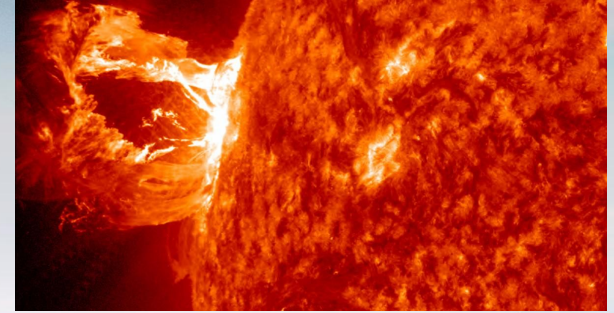


Větší pravděpodobnost života v eliptických galaxiích?



Co umožnilo vznik života na Zemi

1. Poloha v Galaxii
2. Vlastnosti Slunce
 - a. Klidná, nepříliš aktivní hvězda
 - b. Dlouhodobě stabilní
 - c. Ideální stáří

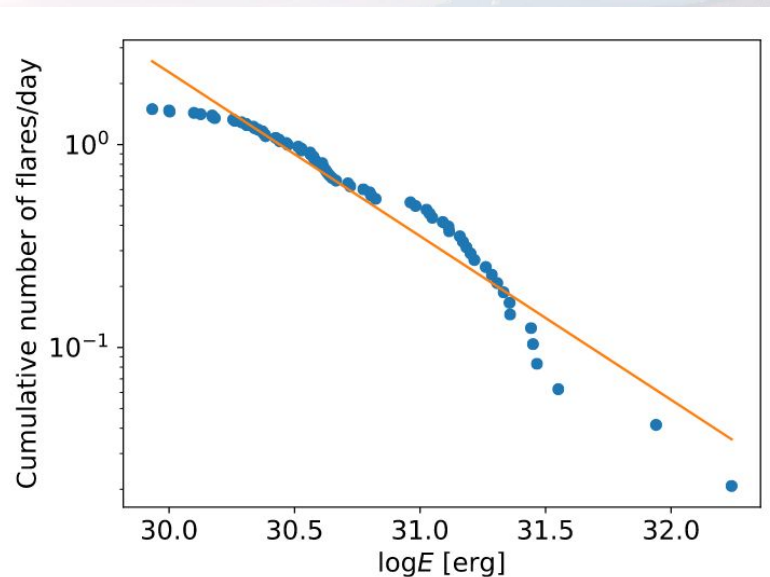
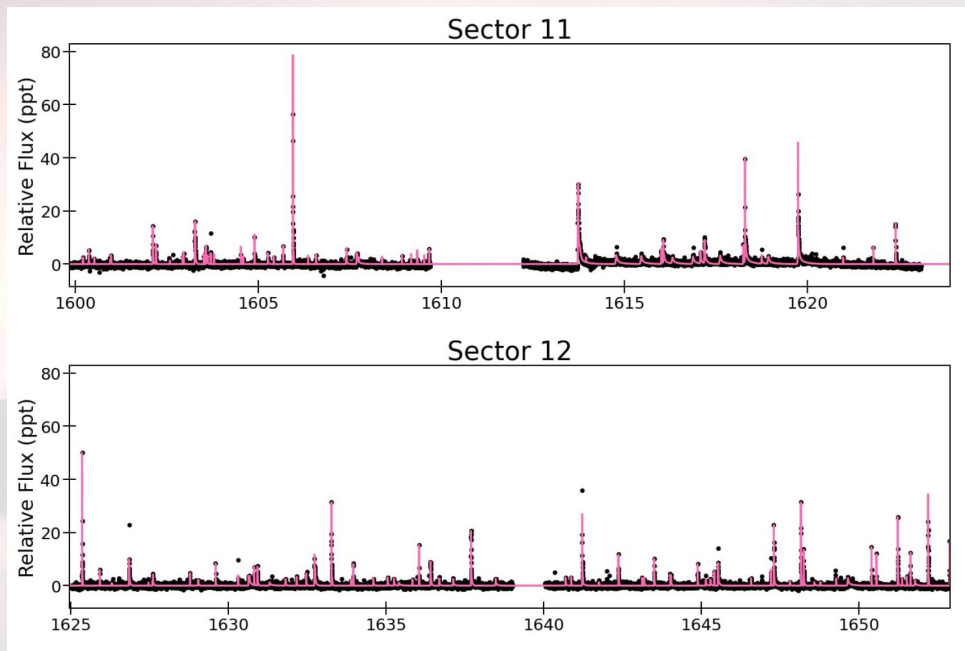


Co umožnilo vznik života na Zemi

1. Poloha v Galaxii
2. Vlastnosti Slunce
 - a. Klidná, nepříliš aktivní hvězda
 - b. Dlouhodobě stabilní
 - c. Ideální stáří

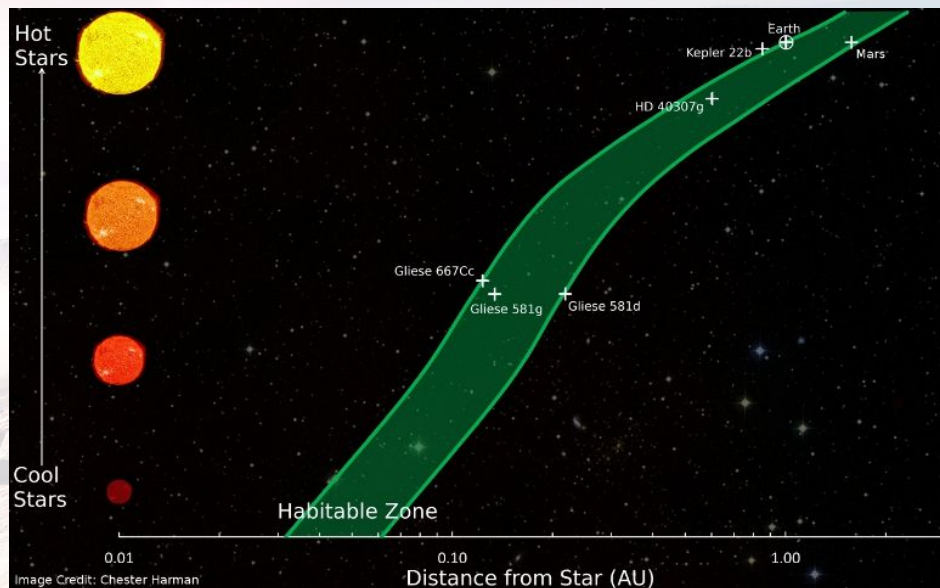
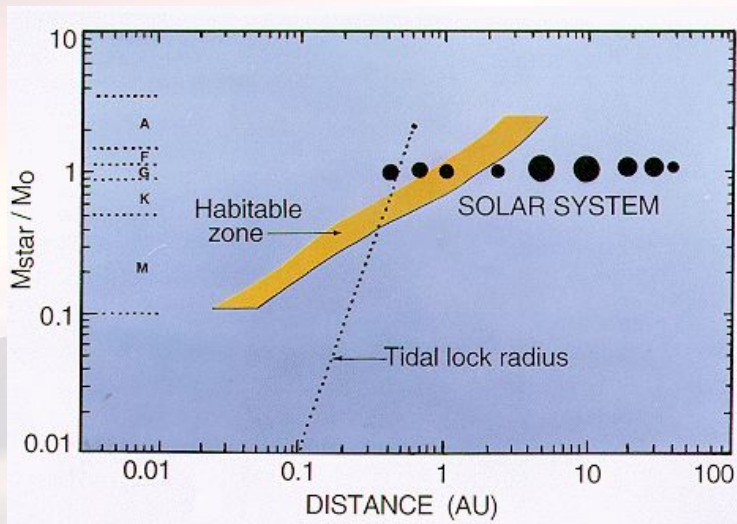
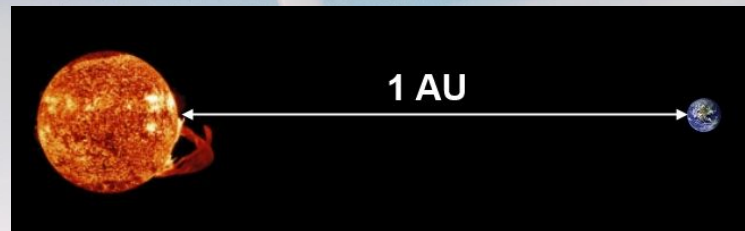
Gilbert et al. 2021, [arXiv:2110.10702](https://arxiv.org/abs/2110.10702) -
Nedetekce tranzitu u Proximy Cen b

Vida et al. 2019, ApJ, 884, 160, erupce po
7 % času, energie 10^{30-32} erg



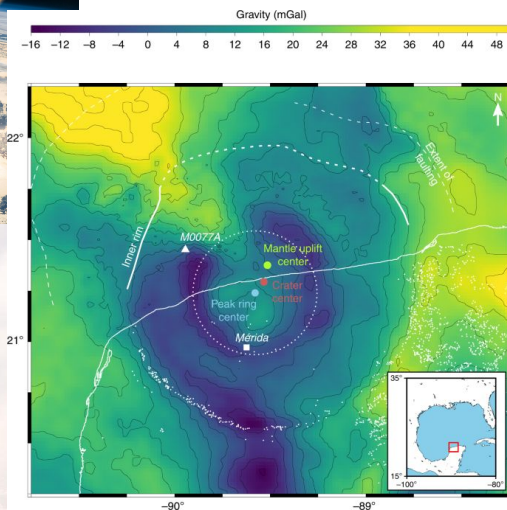
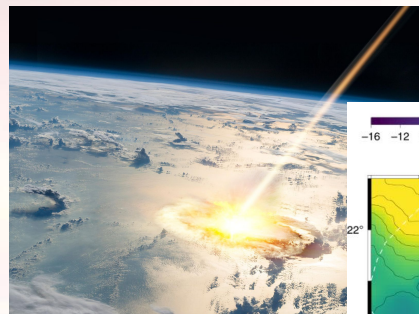
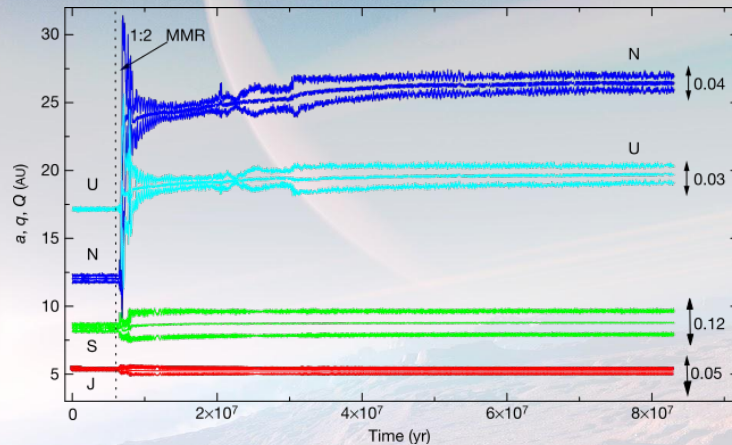
Co umožnilo vznik života na Zemi

1. Poloha v Galaxii
2. Vlastnosti Slunce
3. Vhodný systém
 - a. Vzdálenost od Slunce a kruhovost dráhy
 - i. Voda v kapalném skupenství
 - ii. Nevázaná rotace



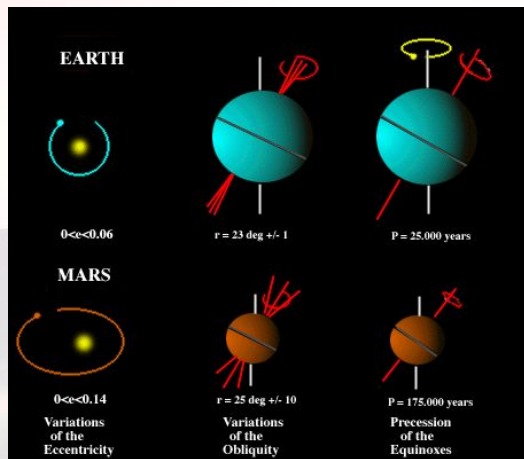
Co umožnilo vznik života na Zemi

1. Poloha v Galaxii
2. Vlastnosti Slunce
3. Vhodný systém
 - a. Vzdálenost od Slunce a kruhovost dráhy
 - b. Přítomnost velkých planet
 - i. Vyčištění prostoru
 - ii. Destabilizace kometárních jader



Co umožnilo vznik života na Zemi

1. Poloha v Galaxii
2. Vlastnosti Slunce
3. Vhodný systém
 - a. Vzdálenost od Slunce a kruhovost dráhy
 - b. Přítomnost velkých planet
 - c. Přítomnost Měsíce
 - i. Stabilizace rotační osy

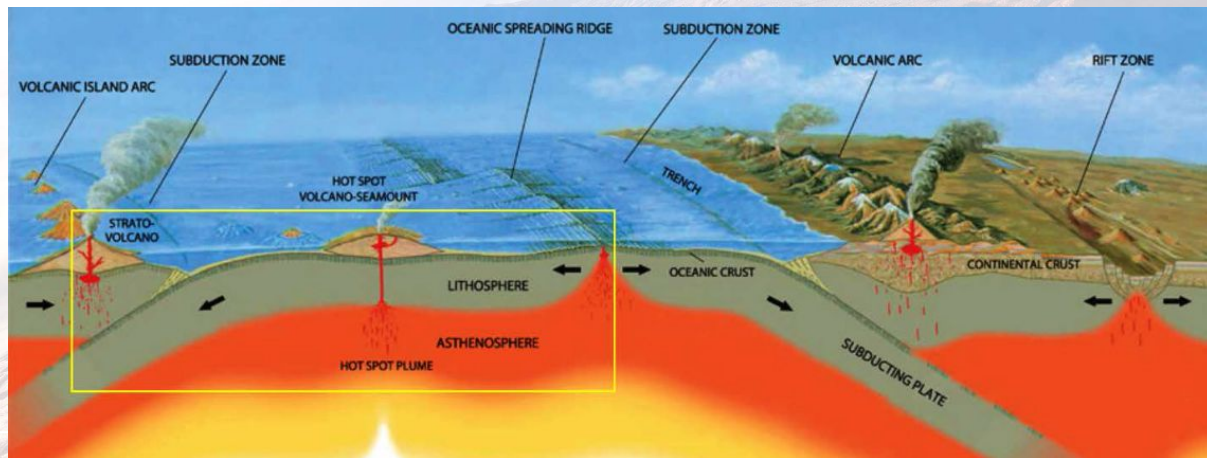
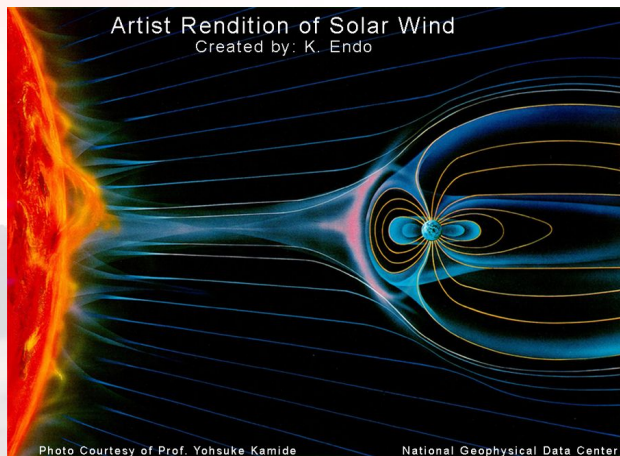
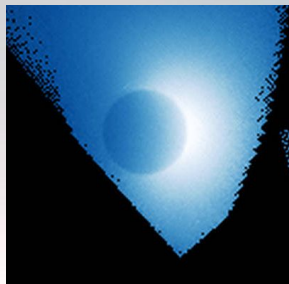


Náraz tělesa velikosti Marsu před 4.5 mld lety



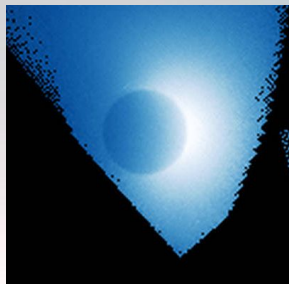
Co umožnilo vznik života na Zemi

1. Poloha v Galaxii
2. Vlastnosti Slunce
3. Vhodný systém
4. Vlastnosti Země
 - a. Velikost
 - b. Vlastnosti atmosféry
 - c. Přítomnost magnetického pole
 - d. Desková tektonika



Co umožnilo vznik života na Zemi

1. Poloha v Galaxii
2. Vlastnosti Slunce
3. Vhodný systém
4. Vlastnosti Země
 - a. Velikost
 - b. Vlastnosti atmosféry
 - c. Přítomnost magnetického pole
 - d. Desková tektonika
5. Přítomnost vody



Artist Rendition of Solar Wind
Created by: K. Endo

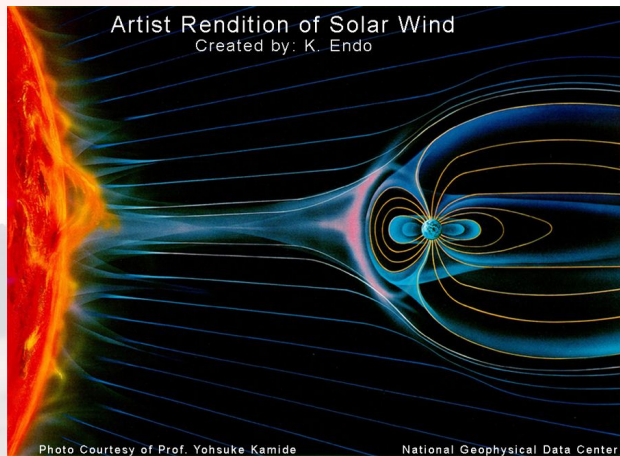
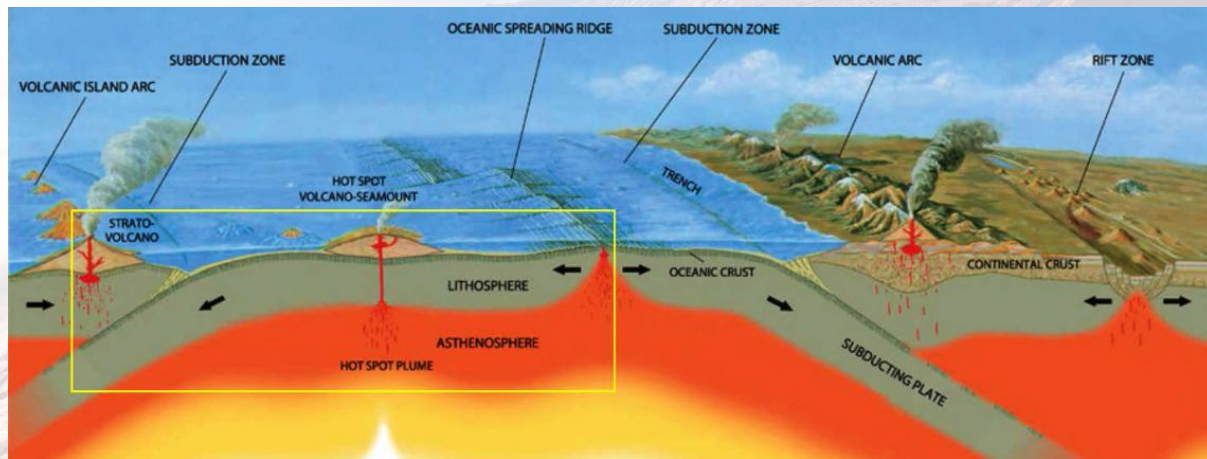


Photo Courtesy of Prof. Yohsuke Kamide

National Geophysical Data Center



Exoplanety a život

Kde očekáváme a hledáme život?

1. Hvězdy podobné Slunci (spektrální typ F-K)
2. Planety velikostně srovnatelné se Zemí obíhající v obyvatelných zónách bez vázané rotace
3. Planety na kruhových drahách
4. Planety mající atmosféry

Direct Imaging

H ₂ O	HR 8799b (144), HR 8799c (129), HR 8799d (143), HR 8799e (143), κ And b (262), 51 Eri b (222), Gl 570D (152), HD 3651B (152), β Pic (54), ULAS 1416 (149)
CH ₄	HR 8799b (14), 51 Eri b (222), GJ 504 (114), GJ 758 B (115), Gl 570D (152), HD 3651B (152), ULAS 1416 (149)
NH ₃	Gl 570D (152), HD 3651B (152), ULAS 1416 (149)
CO	HR 8799b (144), HR 8799c (129)

High-resolution Doppler Spectroscopy

H ₂ O	51 Peg b (25), HD 179949 b (39), HD 189733b (24), HD 209458b (101)
CO	τ Bootis b (37), HD 209458b (251), 51 Peg b (38), HD 179949 b (39), HD 189733b (219, 40)
TiO	WASP-33b (196)
HCN	HD 209458b (101), HD 189733b (47)
Ti, Fe, Ti+	KELT-9b (106)

Emission Spectra (Secondary Eclipse)

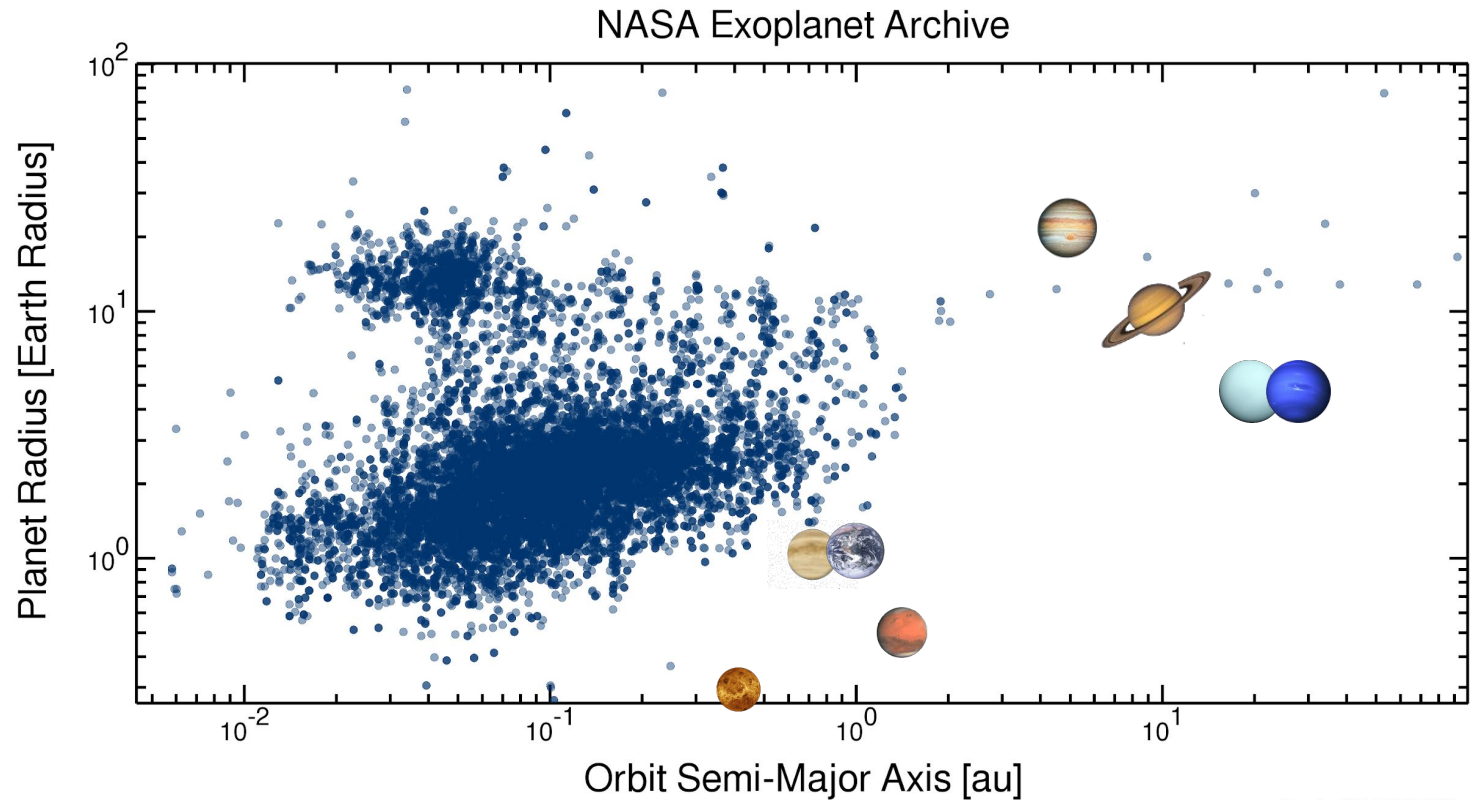
H ₂ O	WASP-43b (132), HD 209458b (151), HD 189733b (59), WASP-121b (76), Kepler-13Ab (20), WASP-33b (102)
CO	WASP-18b (236)
VO	WASP-121b (76)
TiO	WASP-33b (102)
HCN	HD 209458b (101)

Biomarkery:

CH₄, O₂, pozitivní (infra)červený exces (>700 nm - vegetace)...

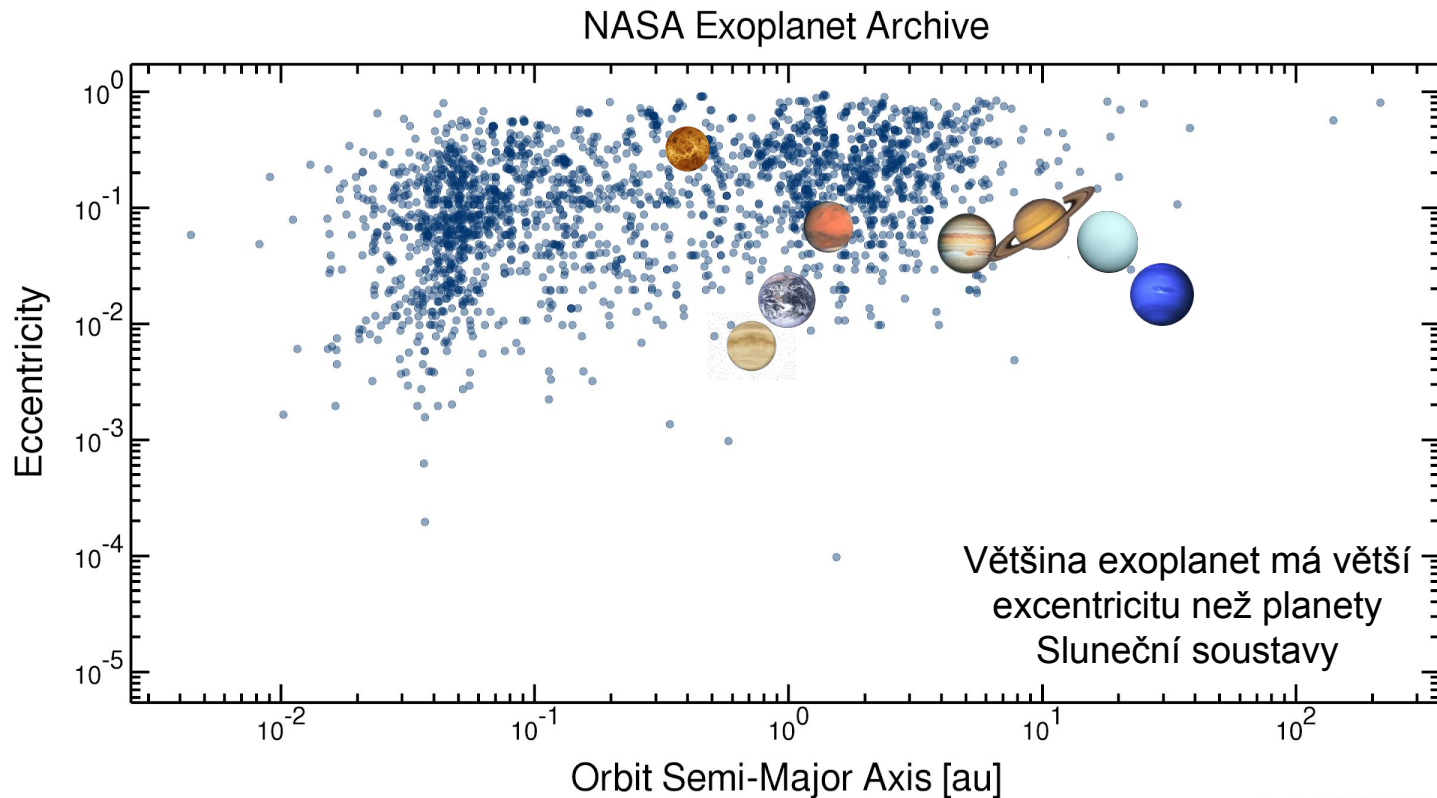
K	WASP-6b (192), WASP-31b (247), WASP-39b (244), WASP-127b (53), HAT-P-12b (244), XO-2b (243), HD 80606b (55)
TiO	WASP-19b (232)
AlO	WASP-33b (273)
H	HD 189733b (116, 33), HD 209458b (272, 116), GJ 436b (71)
He	WASP-107b (253)
C	HD 209458b (270)
O	HD 209458b (270)
Li	WASP-127b (53)
Ca	HD 209458b (8)
Sc	HD 209458b (8)
Mg	WASP-107b (271), WASP-12b (83)
Si	HD 209458b (223)
Transmission Spectra (Primary Eclipse)	
Chemical Species	Planet (References)
H ₂ O	HD 189733b (178), HD 209458b (63), WASP-12b (133), WASP-17b (171), WASP-19b (112), WASP-39b (276), WASP-43b (132), WASP-52b (266), WASP-63b (123), WASP-69b (266), WASP-76b (266), WASP-121b (77), HAT-P-1b (275), HAT-P-11b (84), HAT-P-18b (266), HAT-P-26b (277), HAT-P-32b (60), HAT-P-41b (266), XO-1b (63)
Na	HD 189733b (214), HD 209458b (50), WASP-17b (244), WASP-39b (194), WASP-52b (52), WASP-69b (48), WASP-96b (193), WASP-127b (53), HAT-P-1b (195), XO-2b (245)

Exoplanety a život



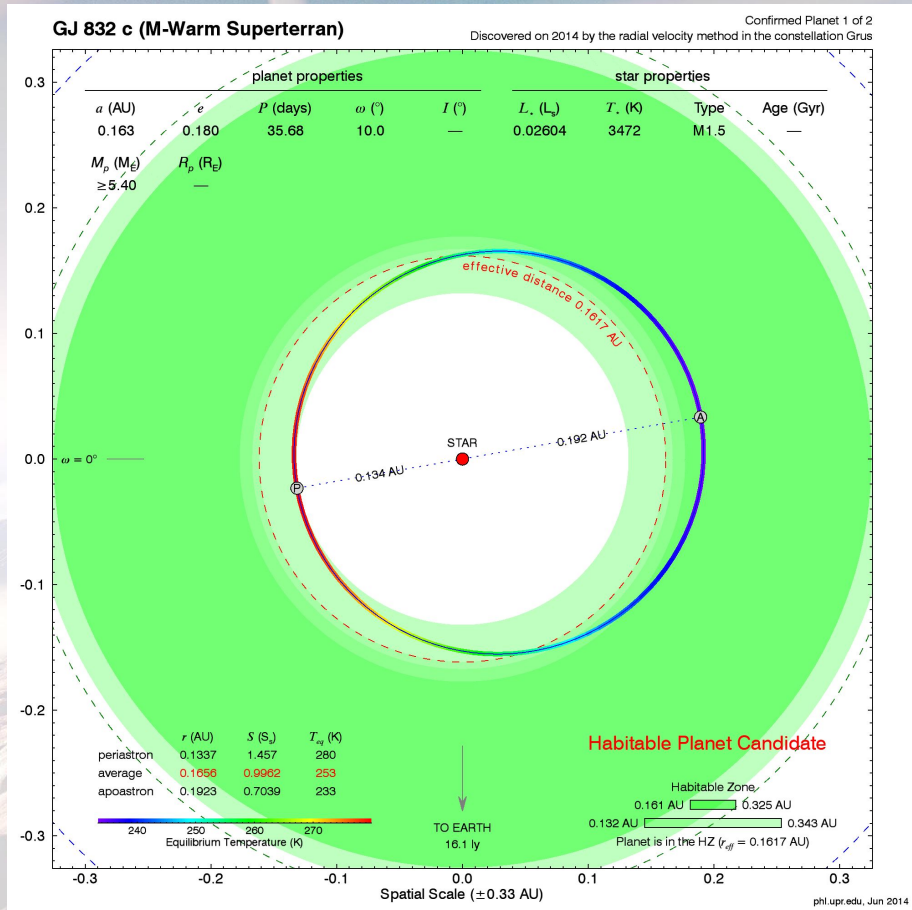
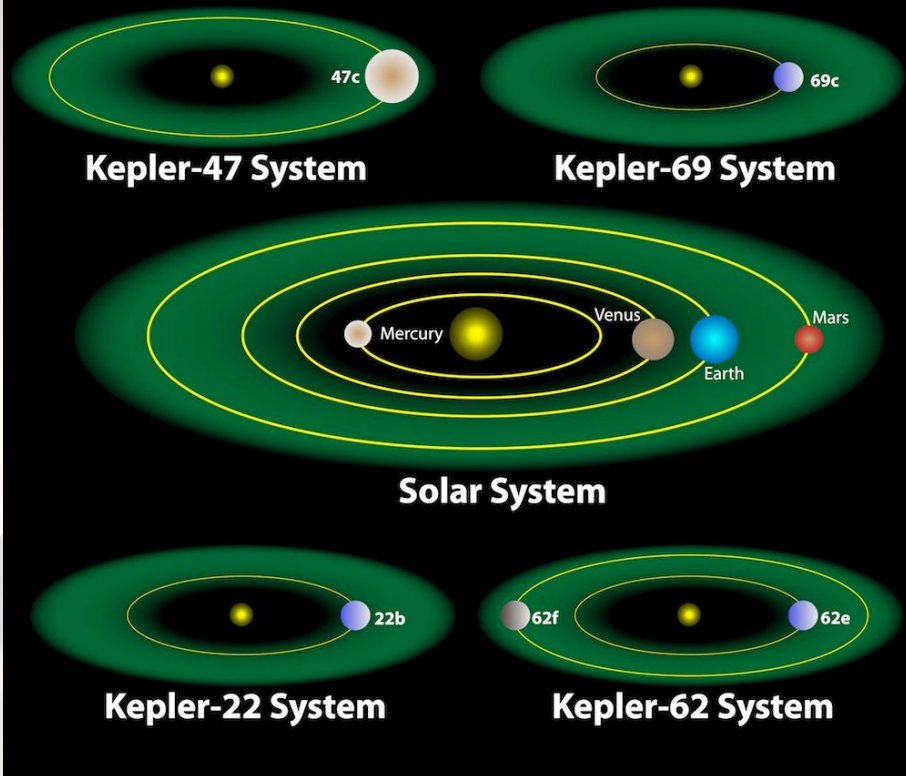
Tue Oct 13 04:13:37 2020

Exoplanety a život



Exoplanety a život

Habitable Zone

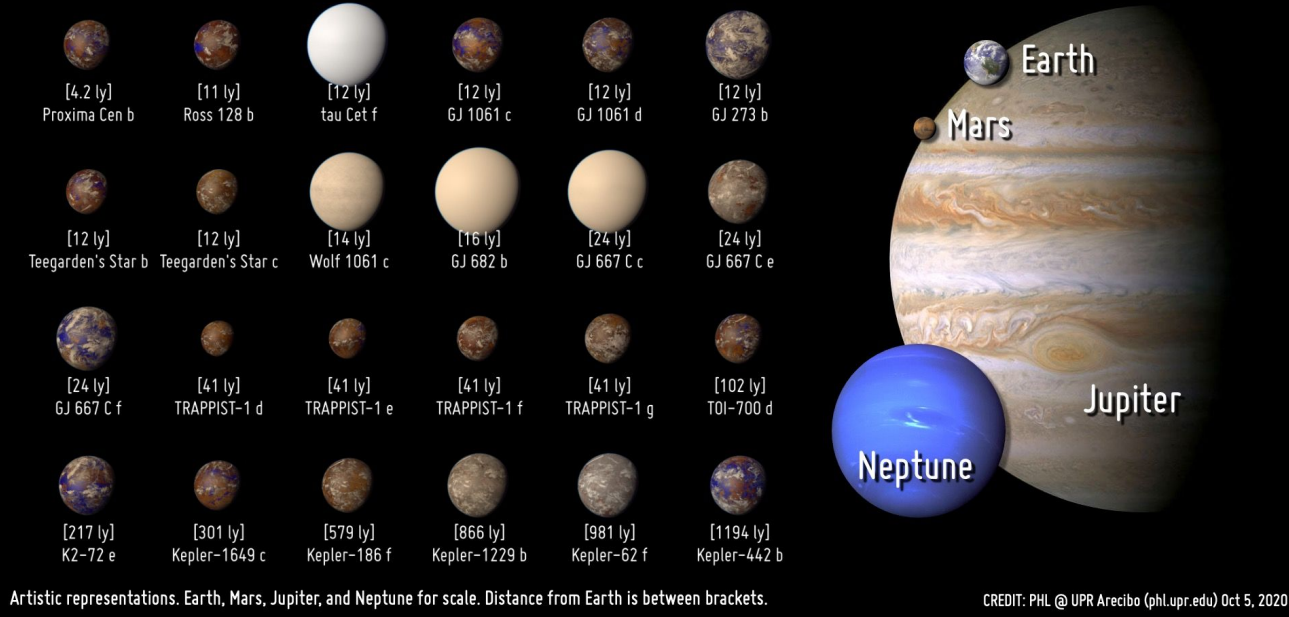


Exoplanety a život

Potentially Habitable Exoplanets



Ranked by Distance from Earth (light years)

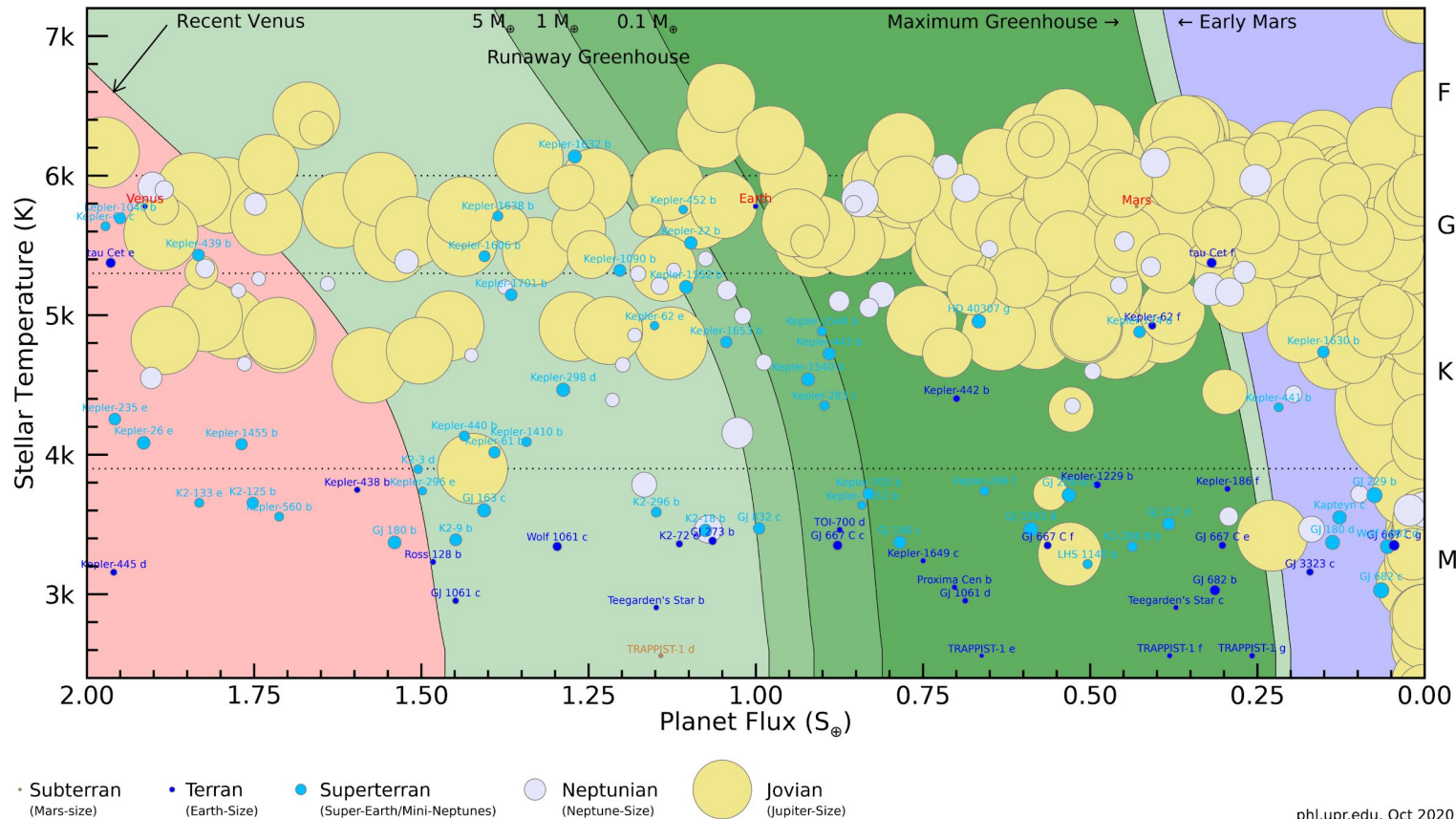


Subterranean (Mars-size)	Terran (Earth-size)	Superterran (Super-Earths or Mini-Neptunes)	Total
1	23	36	60

subterranean = 0.1 – 0.5 M_E or 0.4 – 0.8 R_E, terran = 0.5 – 5 M_E or 0.8 – 1.5 R_E, superterran = 5 – 10 M_E or 1.5 – 2.5 R_E, M_E = Earth masses,

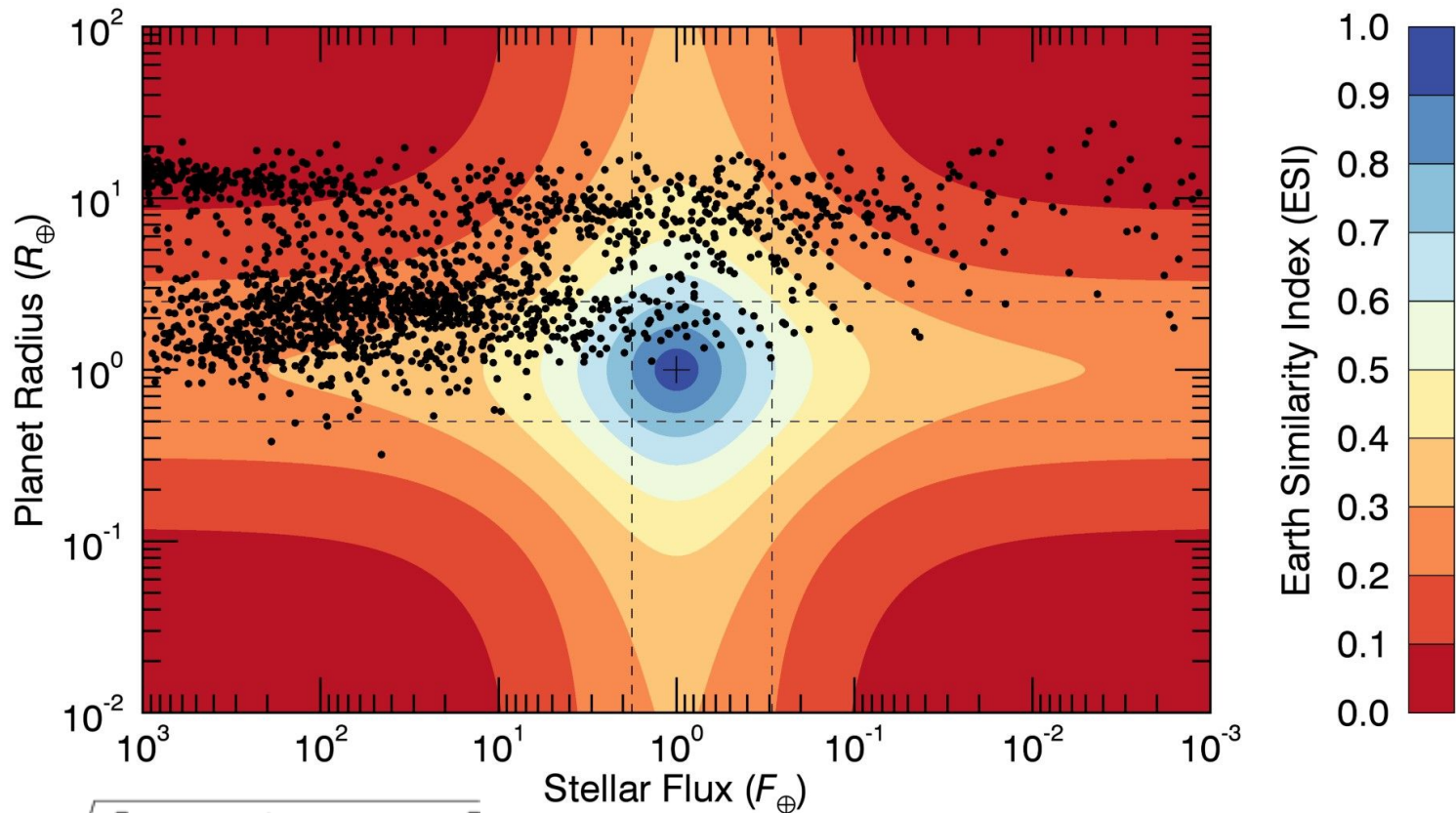
<http://phl.upr.edu/projects/habitable-exoplanets-catalog>

Exoplanety a život



phl.upr.edu, Oct 2020

Exoplanety a život



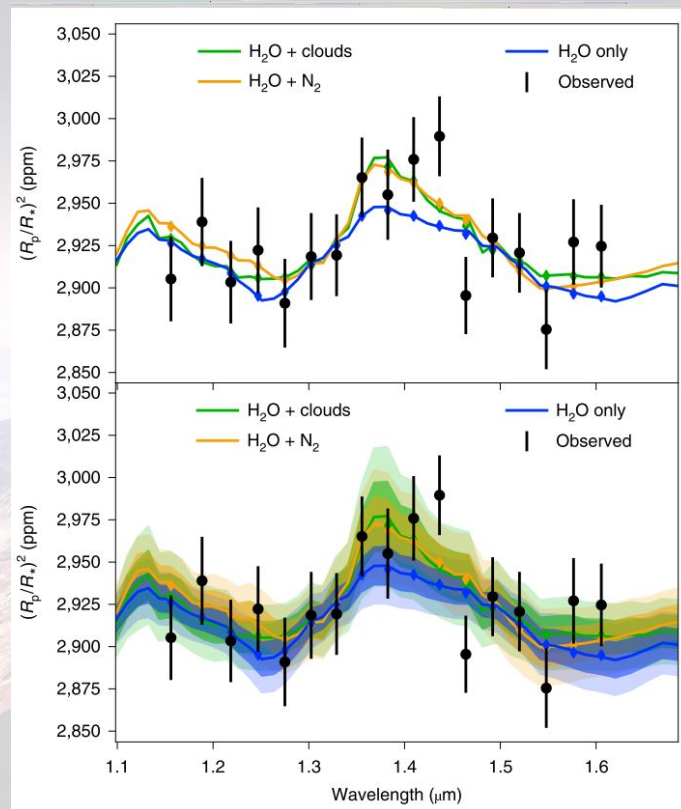
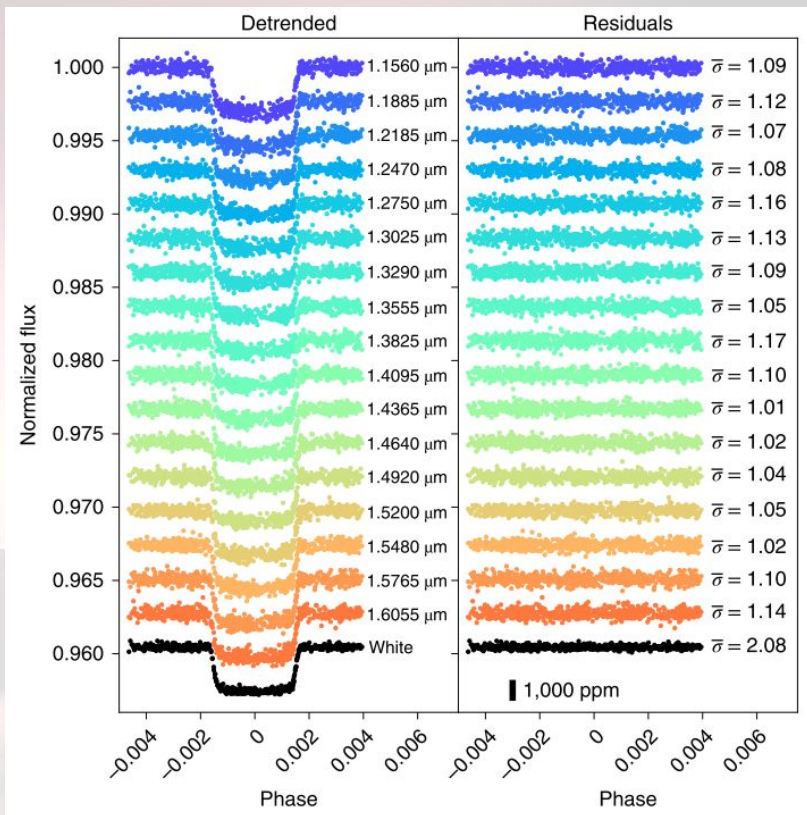
$$ESI(S, R) = 1 - \sqrt{\frac{1}{2} \left[\left(\frac{S - S_{\oplus}}{S + S_{\oplus}} \right)^2 + \left(\frac{R - R_{\oplus}}{R + R_{\oplus}} \right)^2 \right]}$$

Index podobnosti Zemi

Exoplanety a život

K2-18b; $R_p = 2.279 \pm 0.0026 R_{\oplus}$ $M_p = 7.96 \pm 1.91 M_{\oplus}$

Tsiaras et al. 2019, Nature Astronomy, 3, 1086



Hledání mimozemského života

Odhady naznačují, že až 1.8 % hvězd slunečního typu má planetu o velikosti 0.75-1.5 R_z , která obíhá v obyvatelné zóně (Kunimoto&Matthews, 2020, AJ, 159, 6)

V Galaxii je přibližně 400 miliard hvězd, zhruba 8 % z toho jsou spektrálního typu G



Hledání mimozemského života

Odhady naznačují, že až 1.8 % hvězd slunečního typu má planetu o velikosti 0.75-1.5 R_z , která obíhá v obyvatelné zóně (Kunimoto&Matthews, 2020, AJ, 159, 6)

V Galaxii je přibližně 400 miliard hvězd, zhruba 8 % z toho jsou spektrálního typu G



Nejméně 580 miliónů druhých Zemí v Galaxii!!!

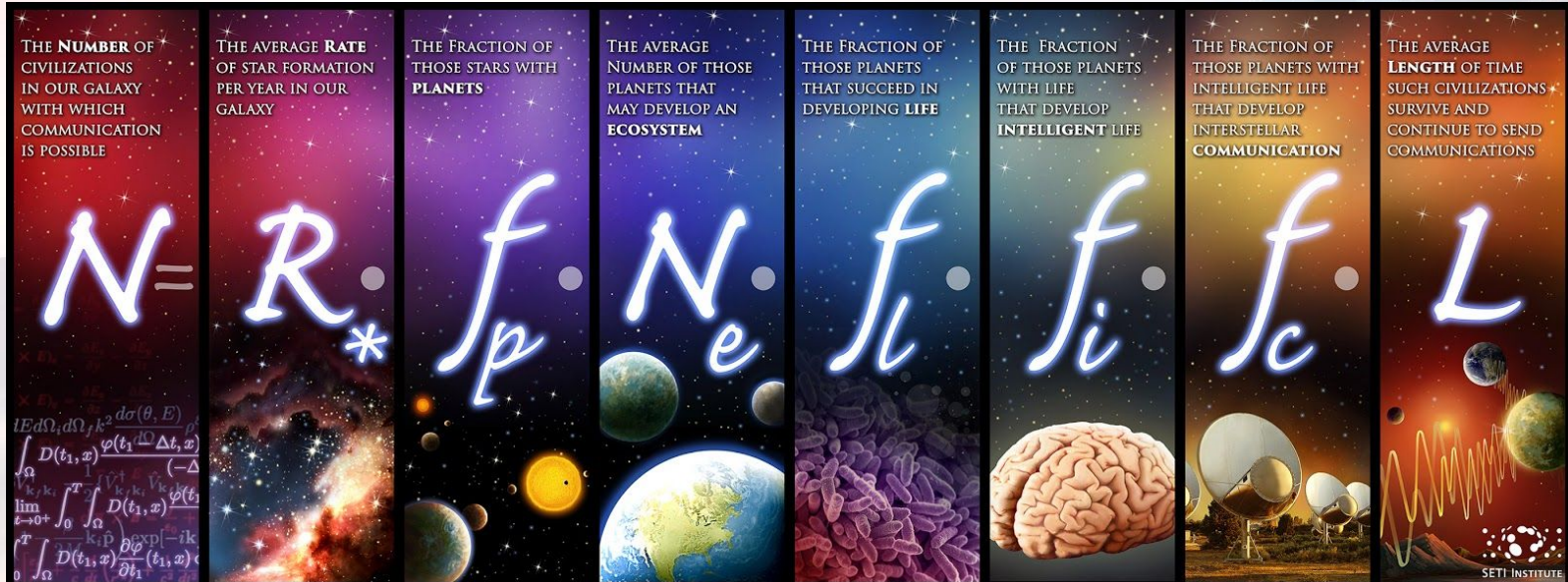
Ve viditelném Vesmíru $\sim 10^{20}$ terestrických planet

Hledání mimozemského života



Frank Drake 1961: **Drakeova rovnice**

Odhad množství civilizací, které jsou právě v tento moment schopny komunikovat a snaží se o kontakt



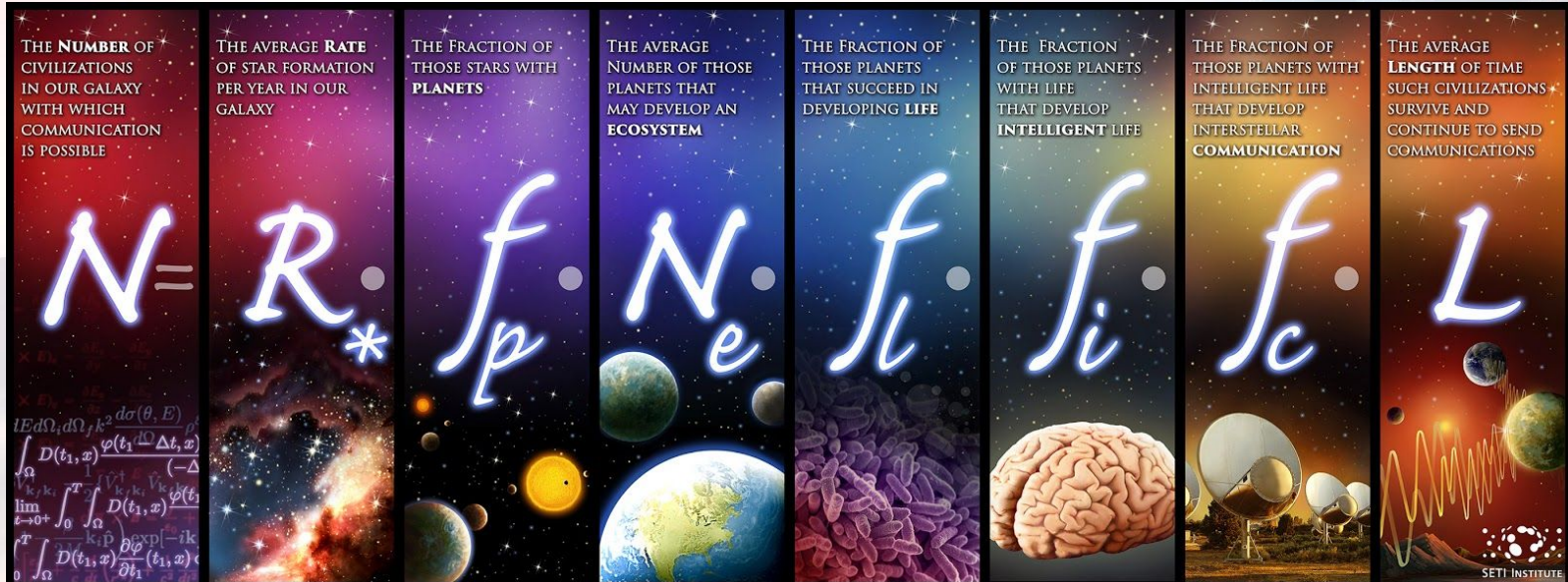
Hledání mimozemského života



Frank Drake 1961: **Drakeova rovnice**

Odhad množství civilizací, které jsou právě v tento moment schopny komunikovat a snaží se o kontakt

Westby&Conselice 2020, ApJ, 896 1:
36 civilizací v naší Galaxii



Hledání mimozemského života

V naší galaxii existuje podle vědců 36 mimozemských civilizací

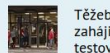
Aktualizace: 16.06.2020 11:10 Vydáno: 16.06.2020, 11:10



Mléčná dráha na noční

Londýn - V naší c mimozemských c

PRÁVĚ ZVEŘEJ



Těžeb zahájí testov



Japon použij



Češi p nákup než pi

V naší galaxii existuje 36 mimozemských civilizací. Spočítali to vědci vylepšením klasické rovnice

GLOSA: V galaxii má být 36 dalších civilizací. Proč ne 35, 42, či tisíc?

17. června 2020 17:02

V naší galaxii by podle nově zveřejněného odhadu mohly být v tuto chvíli desítky civilizací na podobné úrovni vývoje, jako je ta pozemská. Ale má smysl se vůbec takovým výsledkem zabývat?



Antény v institutu SETI (Search for Extraterrestrial Intelligence) | foto: SETI Institute

Novinky.cz

Novinky.cz » Věda a školy » V naší Galaxii existuje 36 civilizací, tvrdí astrofyzici

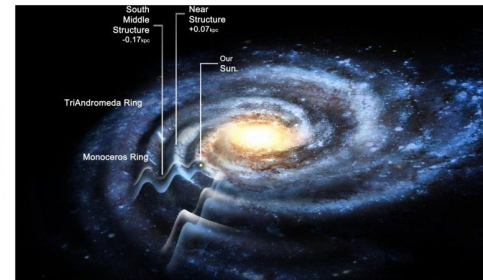
KORONAVIRUS: DOVOLENÁ. KAM A KDY?

MAPA AKTIVNÍCH PŘÍPADA

V naší Galaxii existuje 36 civilizací, tvrdí astrofyzici

16. 6. 2020, 13:57 - Londýn - ČTK

V naší domovské Galaxii Mléčná dráha existuje 36 inteligentních mimozemských civilizací, které jsou schopné komunikovat s ostatními. K takovému odhadu dospěli na základě výpočtů britští astrofyzici, kteří se pokusili aktualizovat teorii o možném výskytu mimozemských civilizací ve vesmíru.



Zdroj: Rensselaer Polytechnic Institute

Vesmír

Ne, v galaxii se asi neukrývá 36 mimozemských civilizací

16. června 2020 loukotska 0 Comments fermiho paradox, mimozemšťani

To se mi líbí 140 Sdílet

TLDR: Aktualizované řešení hypotetické Drakeovy rovnice přišlo s možností, že by kolem nás mohly být minimálně desítky mimozemských sousedů. O to větší je škoda, že žádné nevidíme. Studie tu.

Hledání mimozemského života

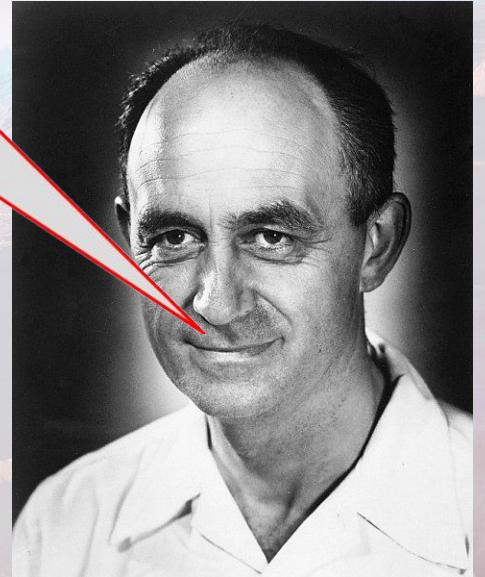


Hledání mimozemského života

Kde tedy všichni jsou?



Nejméně 580 miliónů druhých
Zemí v Galaxii!!!



Hledání mimozemského života

Wow! signál (1977)

- detekován radioteleskopem Big Ear (Ohio, USA)
- 72 sekund, 1420 MHz, tvar gaussovky
- kometa 266P/Christensen nebo 335P/Gibbs? (Paris&Davies 2017, arXiv:1706.04642, Washington Academy of Sciences)
- zdrojem 2MASS 19281982-2640123? (Caballero 2020, arXiv:2011.06090)



Wow!

1		2		1	4
1	16	1		1	
1	11	1		1	1
	1				3
1	2				31
1	E24	3	12	1	21
1	Q	1	1	2	1
1	U	3	1	3	7
2	J	3	1	3	11
5	1				1
	14	1		113	2
1	3	1		1	1
1	4			1	1
	4	1	1	1	11
1	1			1	2
1	1	1			11
1				1	1



Hledání mimozemského života

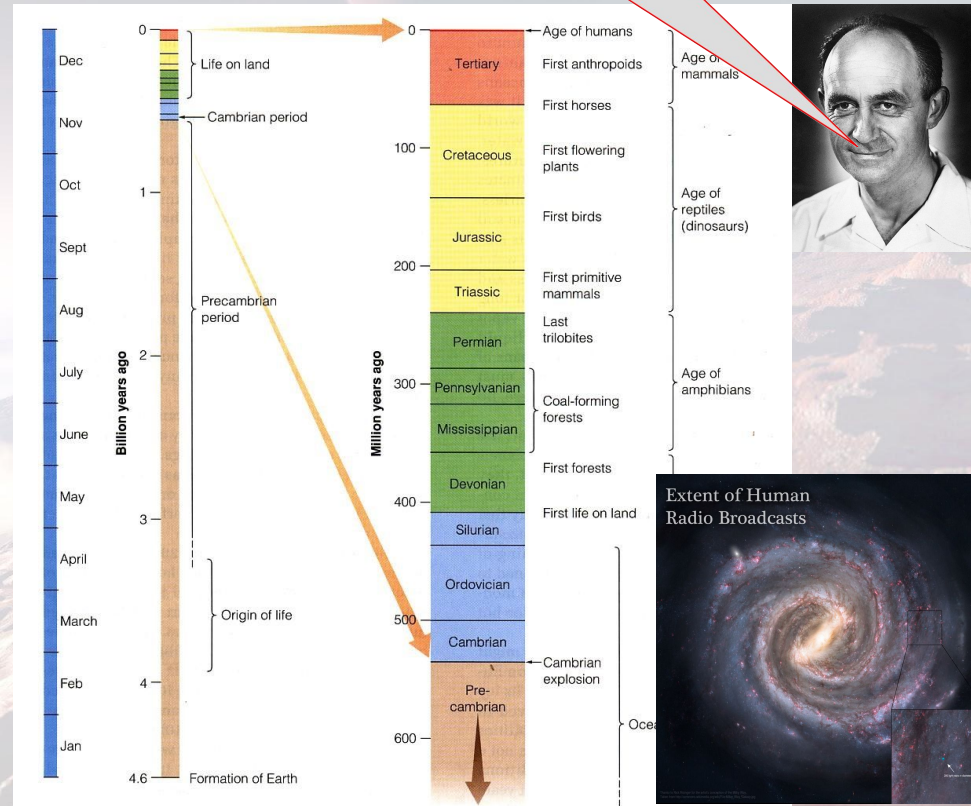
1. Neexistují (momentálně)
2. Jsou příliš daleko
3. Nemají zájem o komunikaci s námi
4. Jsou zticha pro všechny
5. Nedosáhli potřebné technologické úrovně
6. Mimoszemský život je úplně jiný než pozemský
7. Přeslechli jsme se
8. Jsou zde a jen o nich nevíme
9. ...



SETI institute's Allen telescope array

Kdo bude mluvit
za Zemi?

Kde tedy všichni jsou?



Extent of Human
Radio Broadcasts



Hledání mimozemského života

1. Neexistují (momentálně)

„nekomunistickou partu“ útočí „negro“ metodiků i přes námitky autorů jsou tady, USA a Izrael to říkají
SVĚTřinu vývoj epidemie
Echo24.CZ
Přihlásit se

svět
Reklama
KOMENTÁŘE

Vláda nás chce upokutovat

DANIEL KAISER



Chuck Yeager: Poslední muž

Jaký je ideální muž? A co ideální americký muž? Již dávno jim není zamklý osamělý kovboj, který za pomoci svého věrného koltu ztrestá bandity a ochrání bezmocné. Na jednu stranu hnutí MeToo způsobilo, že na muže je pohledeno jako na potenciální násilníky, které je potřeba vychovávat k úctě k ženám, jinak nikdy nevíte, co provedou. Na druhou stranu je jim vtoukáno, že skrývání pocitů a spoléhání se sama na sebe vede k psychickým problémům, depresím, stresu a tak dále. Silný tichý typ muže se zdá být na vymření. Po smrti Chucka Yeagera určitě.



Exšéf izraelské vesmírné bezpečnosti: Mimoszemšťané jsou tady, USA a Izrael to tají

MIMOSZEMSKÝ ŽIVOT



SETI institute's Allen telescope array

Novinky.cz

Novinky.cz » Kokejle » Mimoszemšťané jsou tady, ale lidstvo není připraveno, tvrdí exšéf izraelského vesmírného úřadu

NÁKAZA V OBCÍCH A MĚSTECH

PES - INDEX RIZIKA

KAPACITA LŮŽEK A HOSPITALIZOVANI

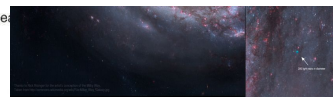
ODBĚROVÁ MÍSTA

STAV HRANIC

Mimoszemšťané jsou tady, ale lidstvo není připraveno, tvrdí exšéf izraelského vesmírného úřadu

Dnes 3:30 – Jakub Štěpánek, Novinky

Bývalý šéf izraelského programu pro bezpečnost vesmíru Chajim Ešed tvrdí, že Země je s mimoszemskými civilizacemi dávno v kontaktu. Lidstvo ale podle něj zatím není na setkání připraveno. Zneklidňující odhalení, nebo prachspřstá reklama na novou knihu?

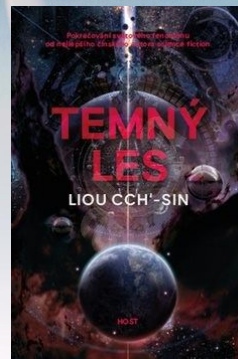
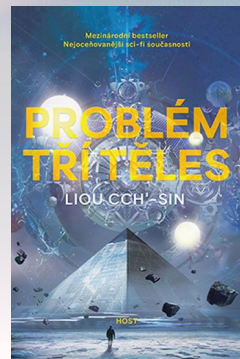


Sci-fi literatura

Liou Cch'-Sin

Vzpomínka na Zemi

Kosmické civilizace o sobě
záměrně nedávají vědět



Axiomy kosmické sociologie:

1. Přežití je primární potřeba kosmické civilizace
2. Civilizace se neustále rozvíjí a šíří, ale celková hmota ve vesmíru zůstává konstantní

Debata Ta Š' a Luo Ťi o dvou vzdálených kosmických civilizacích:

Ta Š': Mohl bych ti poslat zprávu.

Luo Ťi: Za to ale zaplatíš – prozradíš mi, že existuješ.

Ta Š': Co když to chci stejně risknout? Když budeš kámoš, začneme se spolu bavit a budeme z toho těžit oba.

Luo Ťi: I kdybych byl kámoš, jak poznám, že ty jsi kámoš? I kdybych si myslel, že jsi kámoš, nemůžu vědět, co si myslíš, že já si myslím, že ty si myslíš o mně.

Sci-fi literatura

Robert L. Forward:

Dračí vejce

Hvězdotřesení

- Civilizace na povrchu neutronové hvězdy

