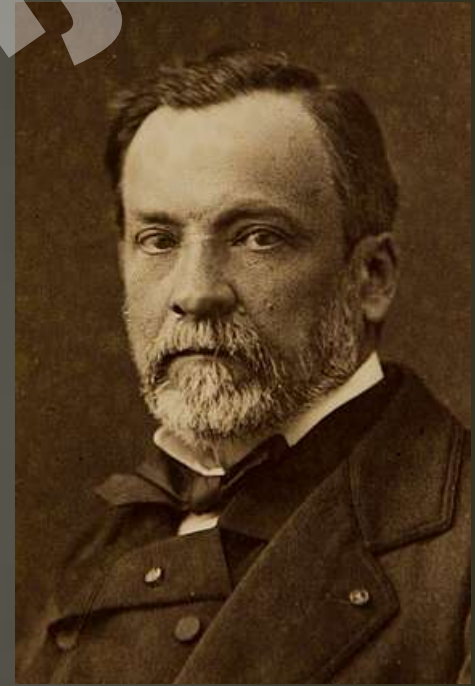


Panspermija?

15. 03. 2013.

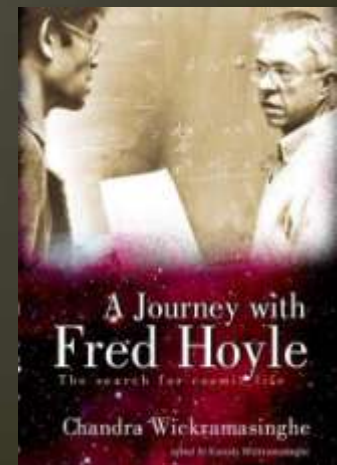
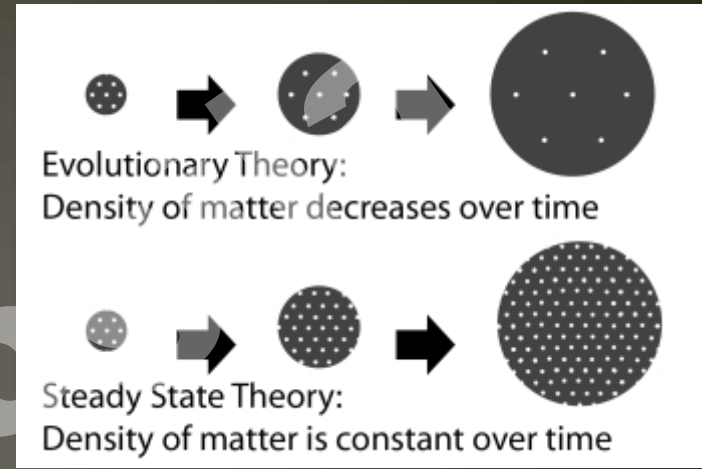
Podsetnik: nema spontane generacije...

- Aristotel: spontana generacija žive iz nežive materije...
- Paster (1859-1864): precizni eksperimenti demantuju spontanu generaciju
- *Omne vivum ex vivo!*
- Ironično: kako je onda nastao život na Zemlji??? (Pasterovi protivnici)
- Jedini jasan odgovor: **došao je sa drugog mesta!**
- Pasterovi ogledi dali snažan podstrek panspermiji u 19. veku



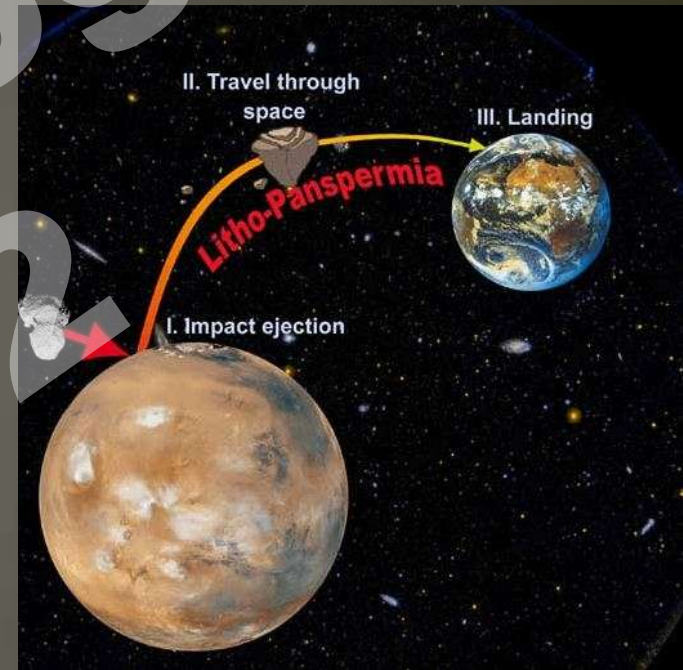
Koegzistencija?

- Kosmološke teorije sa **beskonačnom prošlošću** (od Empedokla do Večnog stanja)
- Dominantne među sekularnim misliocima 19. i početka 20. veka.
- Ako je svemir beskonačno star – ima li smisla tvrditi da je život samo konačne starosti?
- Život bi mogao biti bez početka (i kraja)...
- Nakon 1965. ove hipoteze o „večnom životu“ su postale neodržive
- Hojl (i Vikramasinge) razvijali i dalje teorije panspermije



Panspermija: bilo kakav prenos „života“ kroz svemir

- Veoma stara ideja: potiče iz pretsokratovske grčke filozofije.
- Popularna u 19. veku: Lord Kelvin, Helmholtz, itd.
- Svante Arenius (1908): prva ozbiljna teorija panspermije.
- Opadanje interesovanja sredinom 20. veka, nakon boljeg razumevanja uslova u svemiru.
- Obnova panspermije: 1990-danas, motivisana ekstremofilima, itd.



Vrste panspermije

PO MEHANIZMU TRANSPORTA

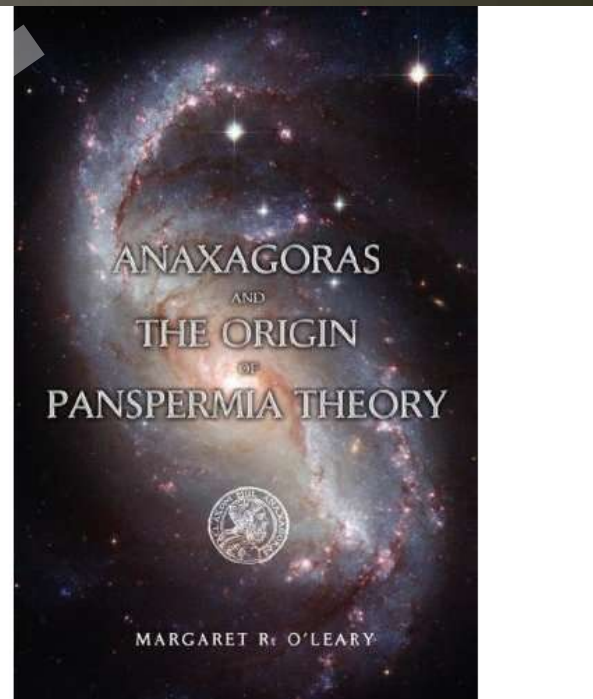
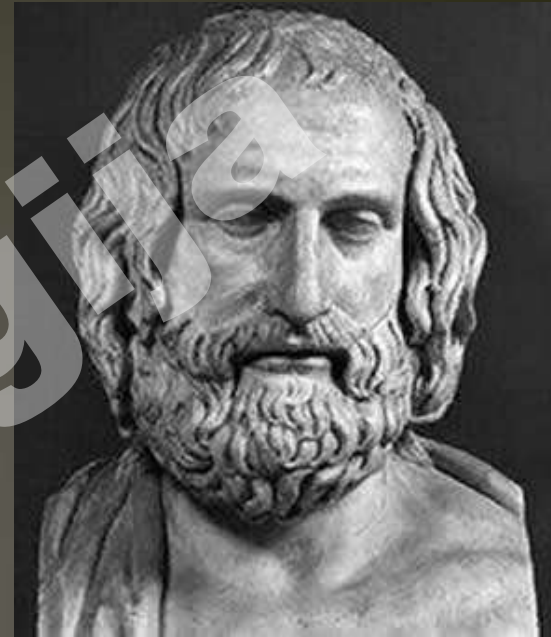
- Radiopanspermija
- Litopanspermija
- Direktna panspermija /
planetarna kontaminacija

PO PROSTORNOJ SKALI

- Međuplanetarna
- Međuzvezdana

Anaksagora iz Klazomene...

- Anaksagora (c. 510 – 428 pre n.e.) – jedan od najznačajnijih kosmoloških filozofa.
- Iz Jonije, učio u Atini do oko 445. – politički problemi...
- Zagovornik prve “fraktalne” kosmologije: sve se sastoji u svemu.
- „Spermata“ (semena) svih struktura, uklj. živa bića.
- Interesantno: zagovornik konačne starosti svemira: „prvi pokret“.



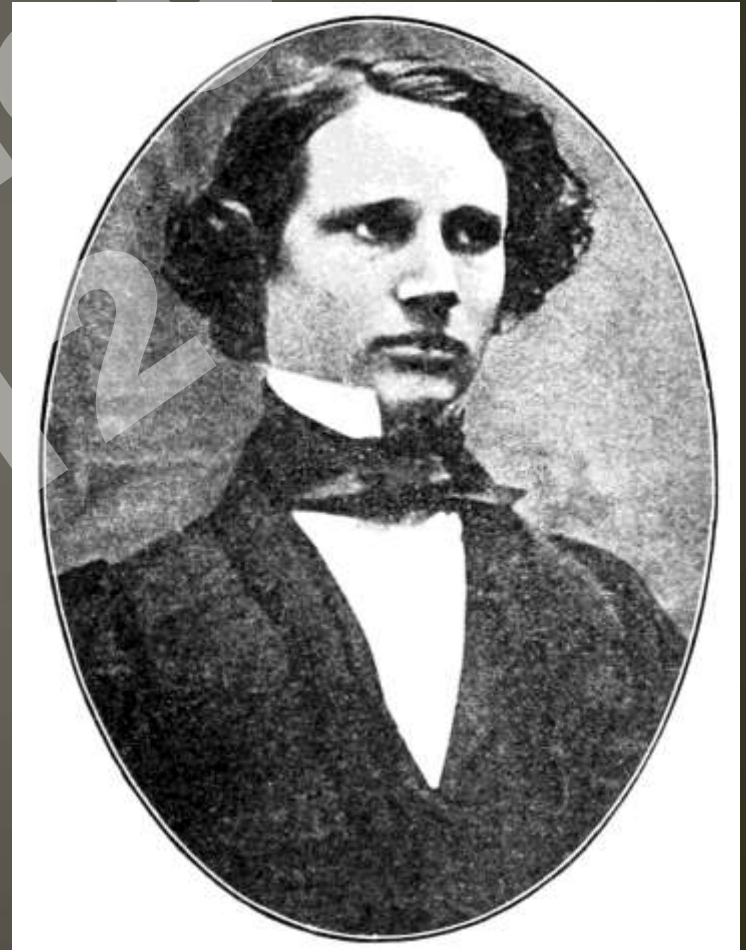
Svante Arrhenius i radiopanspermija

- Arrhenius – jedan od tvoraca fizičke hemije, Nobelova nagrada 1903
- 1908: nova teorija kosmičkog života.
- Prvi koristi termin **panspermija** u modernom značenju.
- Pritisak svetlosti – presek vs. masa, favorizuje najmanje čestice.
- Radiopanspermija – svemir ispunjavaju spore pokrenute pritiskom zvezdane svetlosti ...



Alternativa: litopanspermija

- Lord Kelvin (1871): “We must regard it as probably to the highest degree that there are countless seed-bearing meteoritic stones moving through space.”
- Problem izvora: odakle potiču „nastanjeni“ meteoriti?
- 19. vek: eksplozije planeta!
- Hipoteza o Featonu...



Problemi sa klasičnim hipotezama

RADIOPANSPERMIJA

- Zračenje (i EM i kosmički zraci) je daleko opasnije za živu materiju nego što je Arenijus pretpostavljao.
- Mehanizmi popravke DNK ne funkcionišu u stanju hibernacije $\Rightarrow$ greške se akumuliraju tokom miliona godina.

LITOPANSPERMIJA

- Problem izvora: planete NE eksplodiraju kako su to Kelvin et al. zamišljali.
- Pad meteorita (verovalo se) izaziva zagrevanje unutrašnjosti do temperatura iznad one za denaturaciju proteina.
- U poznatim meteoritima širom sveta nisu nađeni nikakvi oblici života (osim zemaljskih koji su se infiltrirali).

Takođe...

- ...kada bi panspermija bila tako efikasna i funkcionisala mnogo Ga pre nastanka Zemlje, bilo bi teško objasniti kako to svemir nije pun OČIGLEDNOG života.
- Npr. zašto nema vidljivog života na Marsu?
- Fermijev paradoks?
- **OVO JE DOBAR ARGUMENT PROTIV EKSTREMNIJIH VERZIJA PANSPERMIJE KAO ŠTO JE BIO ARENIJUSOV „KOSMIČKI ŽIVOT“...**
- **...ALI SE NE ODNOSI NA UMERENE VERZIJE KAKVE SU RAZVIJENE NAKON CCA. 1990.**

Zatišje u 20. veku...

- Panspermija nije shvatana ozbiljno sve do kraja 1970-tih godina.
- 4 ključna događaja:
 - Marčisonski meteorit pada 1969;
 - Surveyor 3 / Apolo 12 slučaj (1969);
 - otkriće ekstremofila;
 - otkriće meteorita sa Meseca i Marsa (1980-2000).
- Marčisonski meteorit neprestano reanaliziran do danas: svaki put sve više organskih jedinjenja.
- Sa razvitkom astronautike, pojavljuju se nove „fantastične“ ideje poput direktne panspermije.

Savremeni pogled (npr. Cockell 2010)

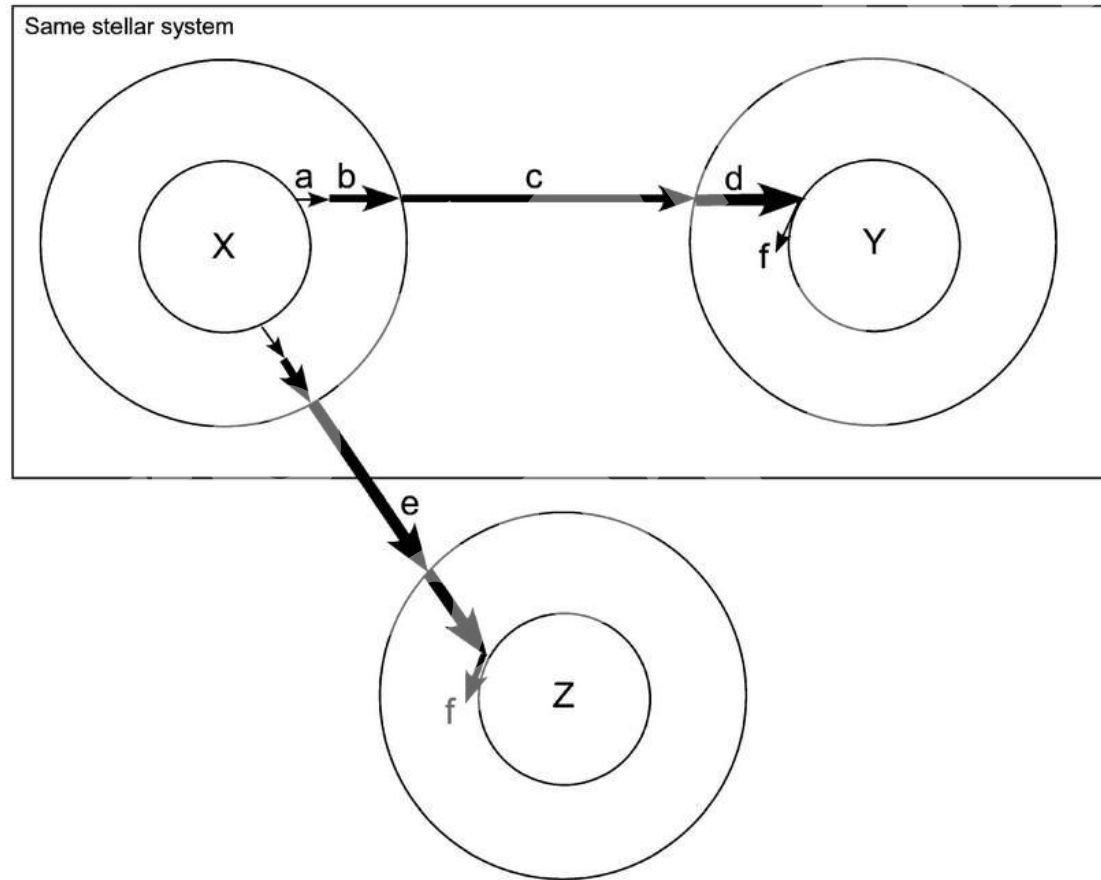
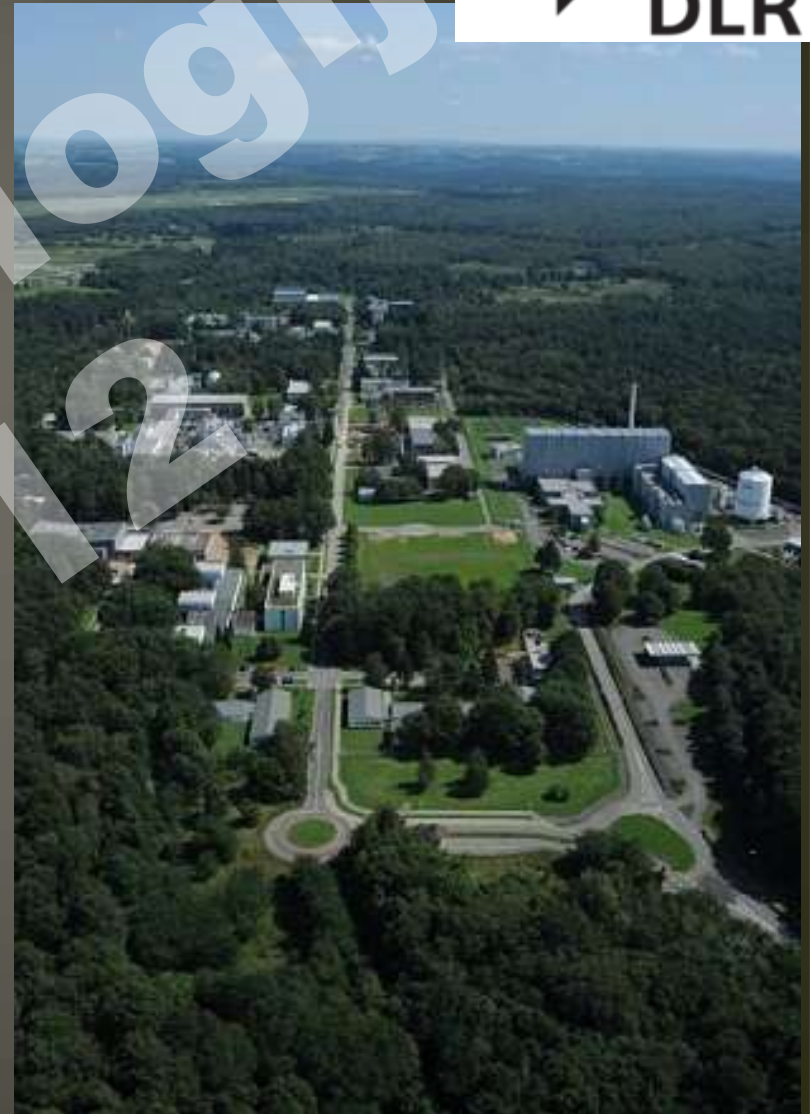


Fig. 1 Dispersal filters in planetary island biogeography for photosynthesis. *a* Launch from planetary surface, *b* atmospheric transit (exit), *c* interplanetary exchange, *d* atmospheric transit (arrival), *e* interstellar exchange, *f* ability to grow on destination planetary surface. The *thin lines* reflect weak dispersal filters, the *thick lines*, stronger dispersal filters. See Table 1

DLR – najveći centar za (između ostalog!) proučavanje panspermije



- *Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt*
- Eksperimenti Gerde Horneck & MSL...



Eksperimenti u DLR-u pod pokroviteljstvom ESA...



- ...jasno pokazuju da je procenat preživljavanja bakterija u **simuliranim sudarima** daleko veći od očekivanog!
- Modeli pokazuju da i do 7,5% stenja izbačenog sa površine Marsa završava, na duge staze, na Zemlji.

Ekstremofili...

- Okriće ekstremofila u 1980-tim, posebno *Deinococcus radiodurans*.
- Generalna robustnost bakterija...
- “You could take *E. coli* and rapidly cool it to 10 K and leave it for 10 billion years and then put it back in glucose, and I suspect you would have 99 percent survival” — Leslie Orgel

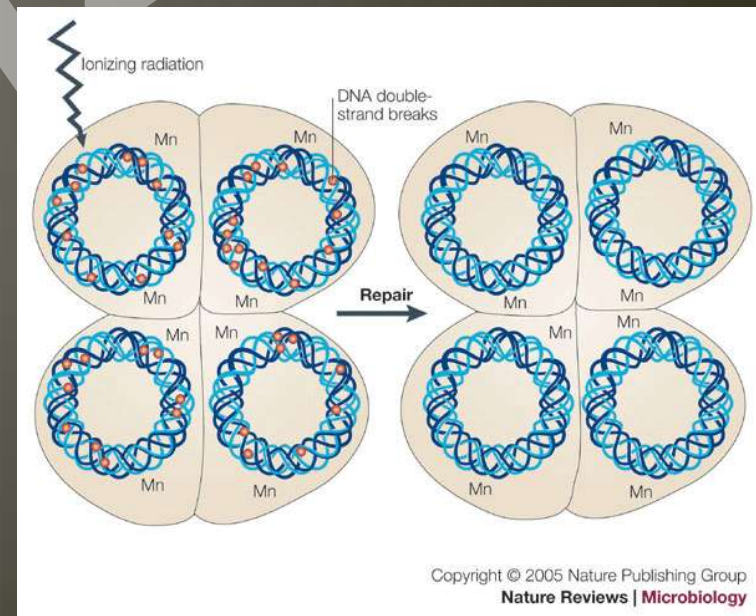
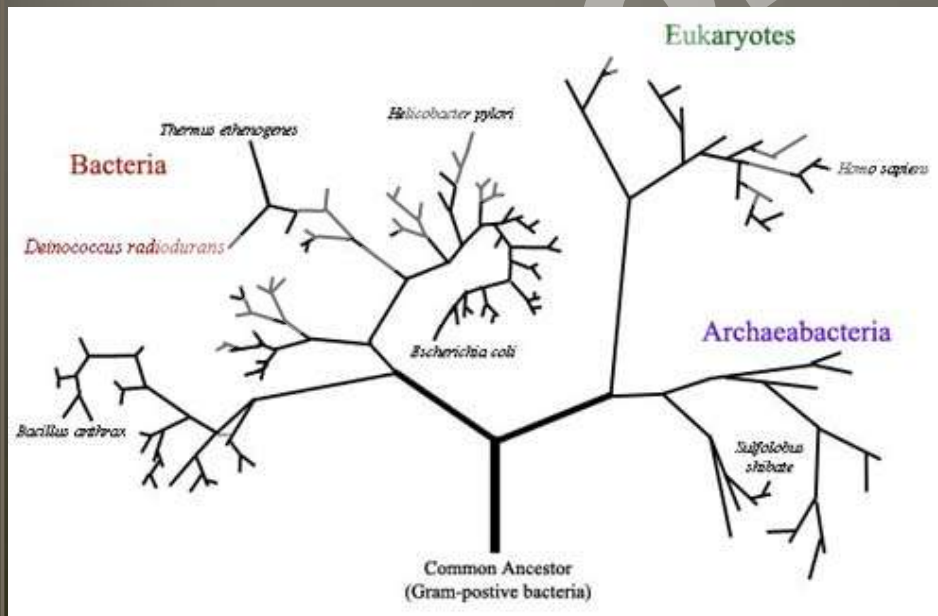
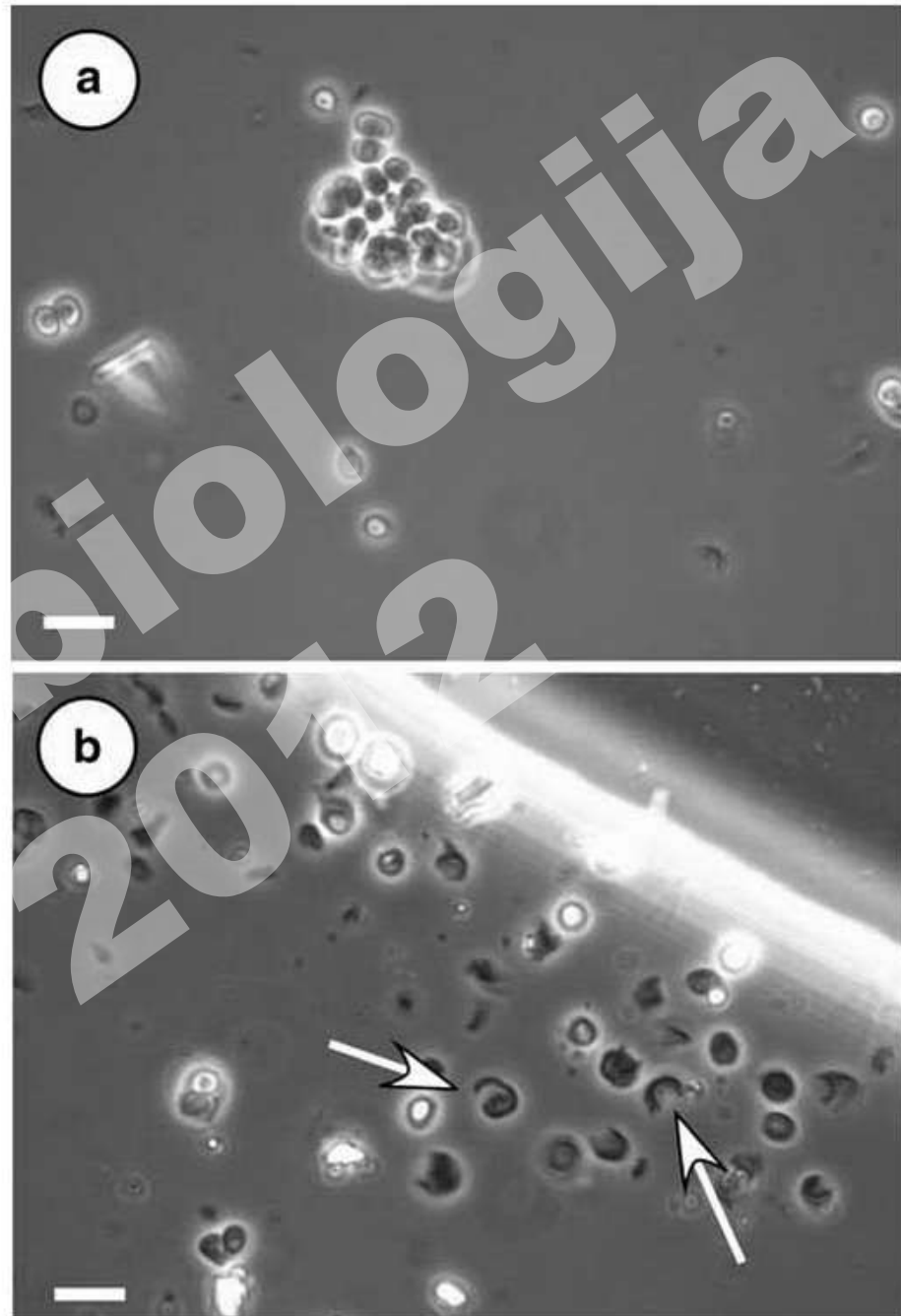
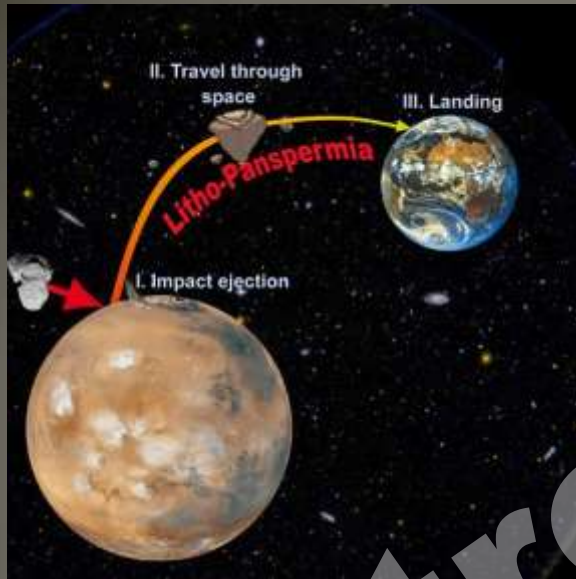


Fig. 2 Effects of shock on an asporogenous phototroph (*Chroococcidiopsis* sp.). **a** Phase contrast micrograph of the organism. **b** Effects of a 10 GPa shock. Arrows show ruptured cells with dispersed contents. Scale bars are 10 μm

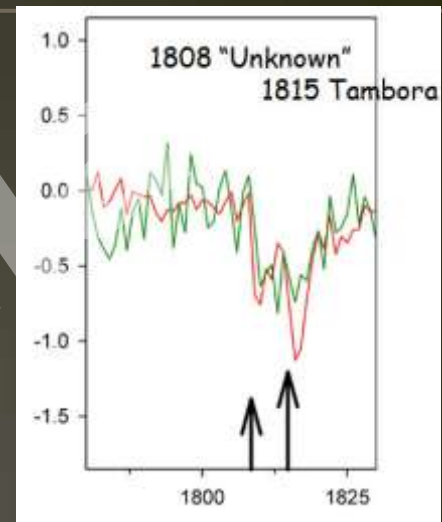


Mehanizmi izvora



- Udarno izbacivanje
- Vulkanske erupcije (u prošlosti Marsa?)
- Dehel (2006): magnetsko izbacivanje?
- Planetska kontaminacija

Usput: globalni klimatski efekti



Nova vrsta panspermije: direktna



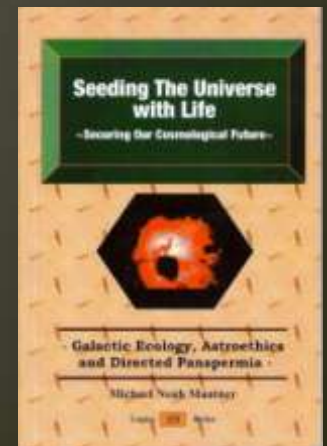
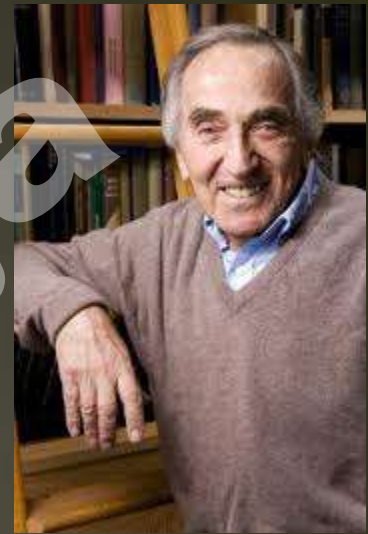
Kancelarija za planetarnu zaštitu

- 1967: UN Outer Space Treaty
- 1979: UN Moon Treaty
- 1999: Bečka deklaracija i uspostavljanje kancelarija
- Bitna pravna i etička pitanja...



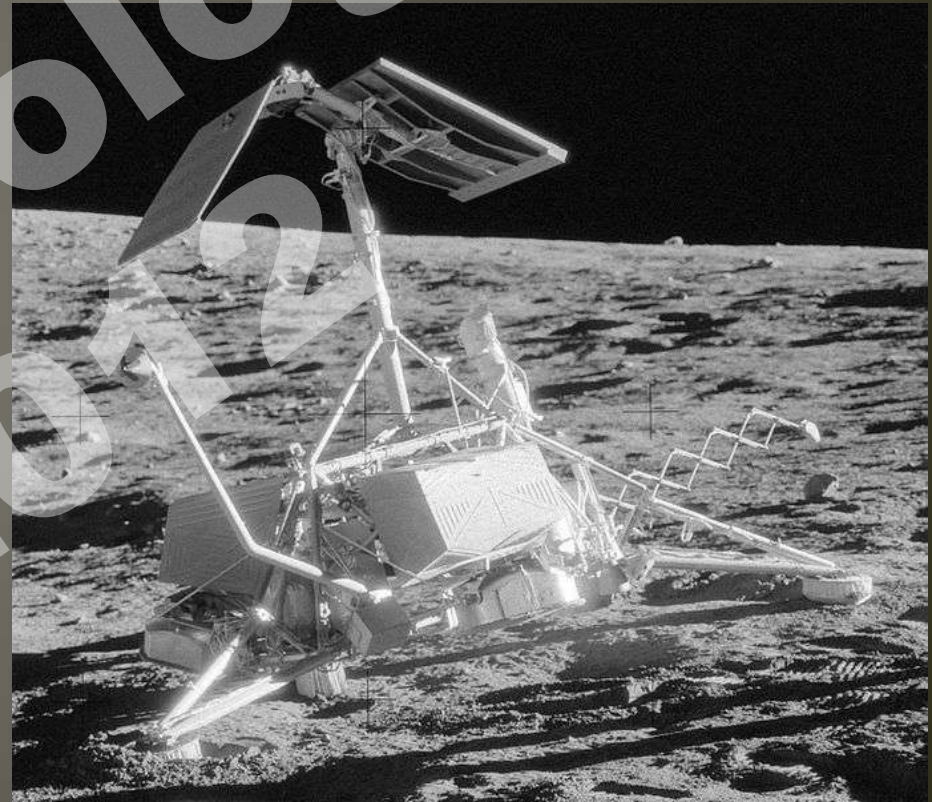
Direktna panspermija

- Crick & Orgel (1973): pomeriti problem abiogeneze drugde.
- Hemijske anomalije (npr. odnos fosfora i sumpora; telur)
- Kapaciteti očigledno postoje...
- Zavisi od raspodele inteligentnog života – problem koji ionako zavisi od abiogeneze (samo-referencija)!
- Posledice po Fermijev paradoks.



Fascinantni *Streptococcus mitis*

- Surveyor 3, spustio se meko na Mesec 1966.
- 1969. posada Apola 12 obišla sondu i skinula pojedine delove...
- U objektivu kamere pronađene bakterije koje su u laboratorijskim uslovima odmah “oživele”
- Postoje izvesne sumnje...



Međuzvezdana panspermija

- Savremeni modeli: Napier (2001), Wallis & Wickramasinghe (1998).
- Komete na hiperboličkim orbitama + detekcija kometa u molekularnim oblacima → „vozilo“ za MZ panspermiju.
- Mala brzina (cca. 1 pc/Gyr) vs. haotičnost promene početnih uslova.
- Mogla bi imati posledice po GNZ – *work-in-progress*!

