

Život kakav ne poznajemo

17.05.2013.

Astrobiologija
2012

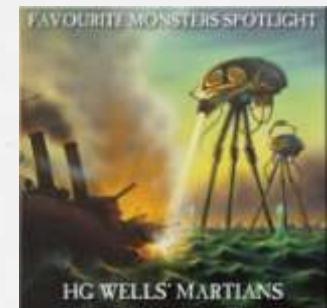
Han Ju i jednorog

- (IX vek): moguće je stajati ispred jednoroga, a ne prepoznati ga!
- Bizarno je teško uočiti zbog nepostojanja referentnog okvira.
- Spekulacije o suštinski različitim oblicima života ključno zavise od
 - korektne definicije života;
 - ograničenja naše mašte;
 - posmatračkih selekcionih efekata.



Repetitio... Astrobiologija 2012

- „NASA definicija“: život je samo-održavajući hemijski sistem sposoban za darvinističku evoluciju.
 - Hemijski?
 - Darwinističku?
- „minimalistička definicija“ (Trifonov): život je samo-reprodukacija sa varijacijama.



Mini-istorijat

- J. B. S. Haldane (naravno!): život zasnovan na tečnom amonijaku kao rastvaraču, prilagodjavanje zemaljskog života drugim habitatima (1920-te).
- G Feinberg & R. Shapiro (1980): *Life beyond Earth.*
- I. Asimov (1981, između ostalog): život na veoma niskim temperaturama
- Astrobiološka revolucija: William Bains (2004), Steven Benner (2009), itd.



Šta može biti drugačije?

- Drugačija ekologija?
- Drugačija biohemija?
 - zadržana distinkcija proteini/nukleinske kiseline?
 - radikalnije alteracije sa istim elementima (CHONP)?
 - drugačiji elementi?
- Drugačija fizika?
 - drugačija organizacija sa istim dinamičkim zakonima?
 - drugačiji skup dinamičkih zakona?

Drugačija ekologija

- Mnogo mogućnosti koje su „lake“ za modeliranje.
- Ima indicija da su brojne zemljolike planete – „okeanske planete“; da li je moguć život sa malo ili nimalo kopna?
- Veza sa tektonikom ploča...

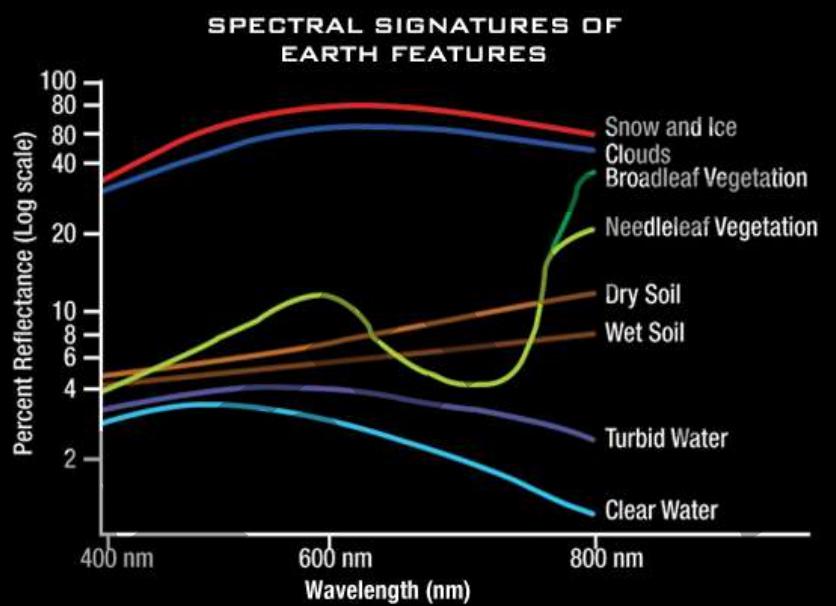


Mobilnost?



- Spori rotator & fotosinteza?
- Mobilnost bi bila ogromna selektivna prednost...za biljke!
- Životinje bi imale daleko manju potrebu za mobilnošću.

Ne-zelena fotosinteza



U zavisnosti od zvezdanog spektra, moguća je evolucija zasnovana na zamenama za hlorofil.

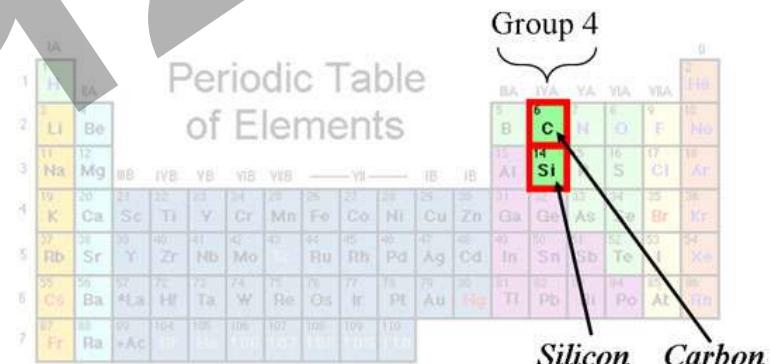
„Plava“ fotosinteza maloverovatna, ali „žuta“ ili „crvena“ deluju verovatno u modelima...

Drugačija biohemija

- Drugačiji skup nukleotidnih baza (uz isti genetski kod): „B, F, H, K“ umesto G, A, T, C
 - Posledice? NIKAKVE! (osim forensičkih)
- Drugačiji skup aminokiselina (zašto OVIH 20 od stotina poznatih?)
 - Veliko empirijsko pitanje! Preliminarni rezultati ohrabruju...
- Prevazilaženje dihotomije metabolizam ↔ nasleđivanje?
 - Da li je RNK-svet mogao opstati?

Zamena hemijskih elemenata?

- Blisko vezana sa zamenom **funkcionalnih** supstanci
 - alternativni rastvarači: NH₃, CH₄, H₂C, HF, SiH₄...
- Male zamene neproblematične (As umesto P)!
- Osnovna ograničenja:
 - kosmički sastav;
 - sposobnost kreiranja kompleksnih veza.
- Jedini blizak srodnik: Si!

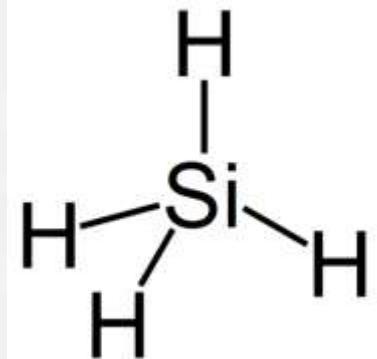
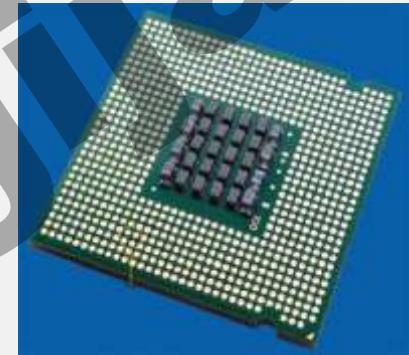


* Lanthanide Series	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
+ Actinide Series	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103

Legend - click to find out more...			
H - gas	Li - solid	Br - liquid	Tc - synthetic
Non-Metals	Transition Metals	Rare Earth Metals	Halogens
Alkali Metals	Alkali Earth Metals	Other Metals	Inert Elements

Silicijumski život?

- Na niskim temperaturama silicijumski lanci znatno stabilniji nego na sobnoj temperaturi (posebno kad se umetne O između dva Si!)
- Si-jedinjenja otpornija na agresivne hemikalije u okruženju (npr. veoma kisele sredine).
- Mane silicijuma
 - kosmičke količine C:Si = 10:1;
 - inertniji od ugljenika na svim temperaturama;
 - iako ga na Zemlji ima znatno više od ugljenika, ipak se zemaljski život zasniva na ugljeniku – „istorijski“ argument.



Drugačija fizika života

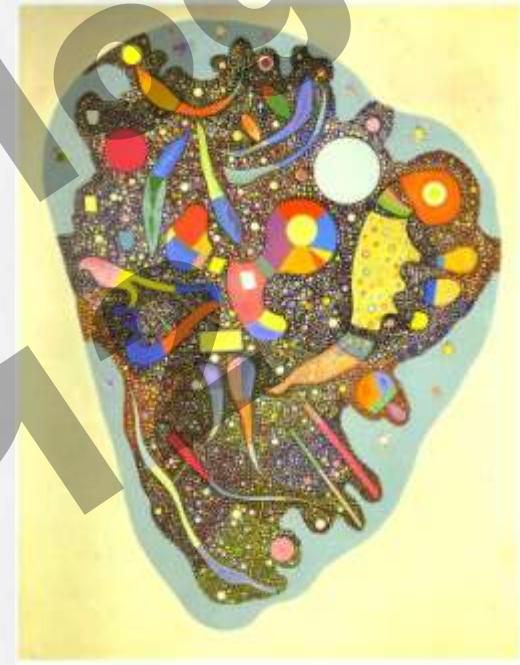
- Zadržimo iste dinamičke zakone: postoji li način za drugačiju realizaciju života (minimalna ili neka informatička definicija)?
- Hoyle (1964): *The Black Cloud* – život zasnovan na elektromagnetskim interakcijama unutar medjuvezdanih oblaka?
- Forward (1967): *The Dragon Egg* – život zasnovan na nuklearnoj sili?
- Još neke ideje:
 - Strukture u plazmi (Trifonov i drugi)?
 - Strukture u skalarnom polju?

Drugačija fizika?

- Različito razbijanje primordijalne hipervisoke simetrije
 - $SU(4) \times SO(2)$ umesto $SU(3) \times SU(2) \times U(1)$?
- Ako posmatramo astrobiologiju kao disciplinu koja se bavi životom u univerzalnom, kosmičkom kontekstu, onda je ovo relevantnije nego ikad ranije!
- Imamo mehanizam za generisanje niskoenergetske raznovrsnosti...
- Gde se nalazimo u **Arhipelagu nastanjivosti**?

Multiverzum i Arhipelag

- Koji delovi multiverzuma su nastanjivi?
- Neophodni uslovi za niskoenergetsку физику:
 - Omogućuje kompleksnost
 - Prediktabilnost
 - Stabilnost
 - ???

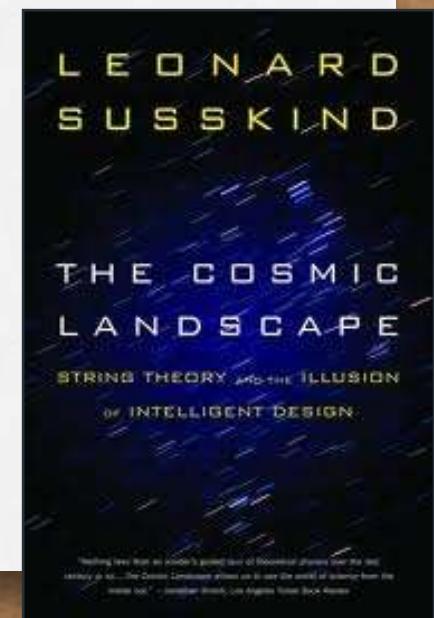
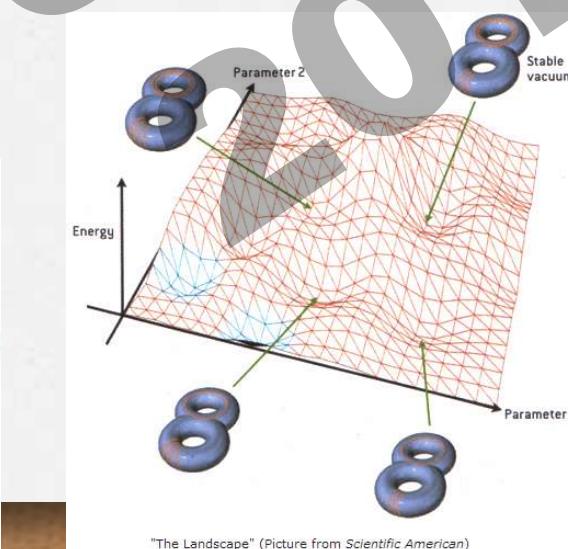
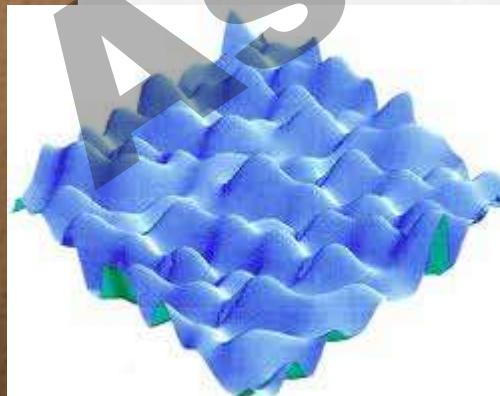


Arhipelag nastanjivosti: skup oblasti u prostoru parametara koji opisuju one delove multiverzuma koji su nastanjivi za život i intelligentne posmatrače bilo koje vrste.



Najzanimljivija realizacija – “antropički pejzaž” teorije struna

- Teorija struna, superstruna, M-teorija... – TOE?
- Ogroman broj vakuumskih stanja ($\sim 10^{500}$)
- Susskind (2003): antropički pejzaž





HABITABILITY

ISLANDS' PROFILES



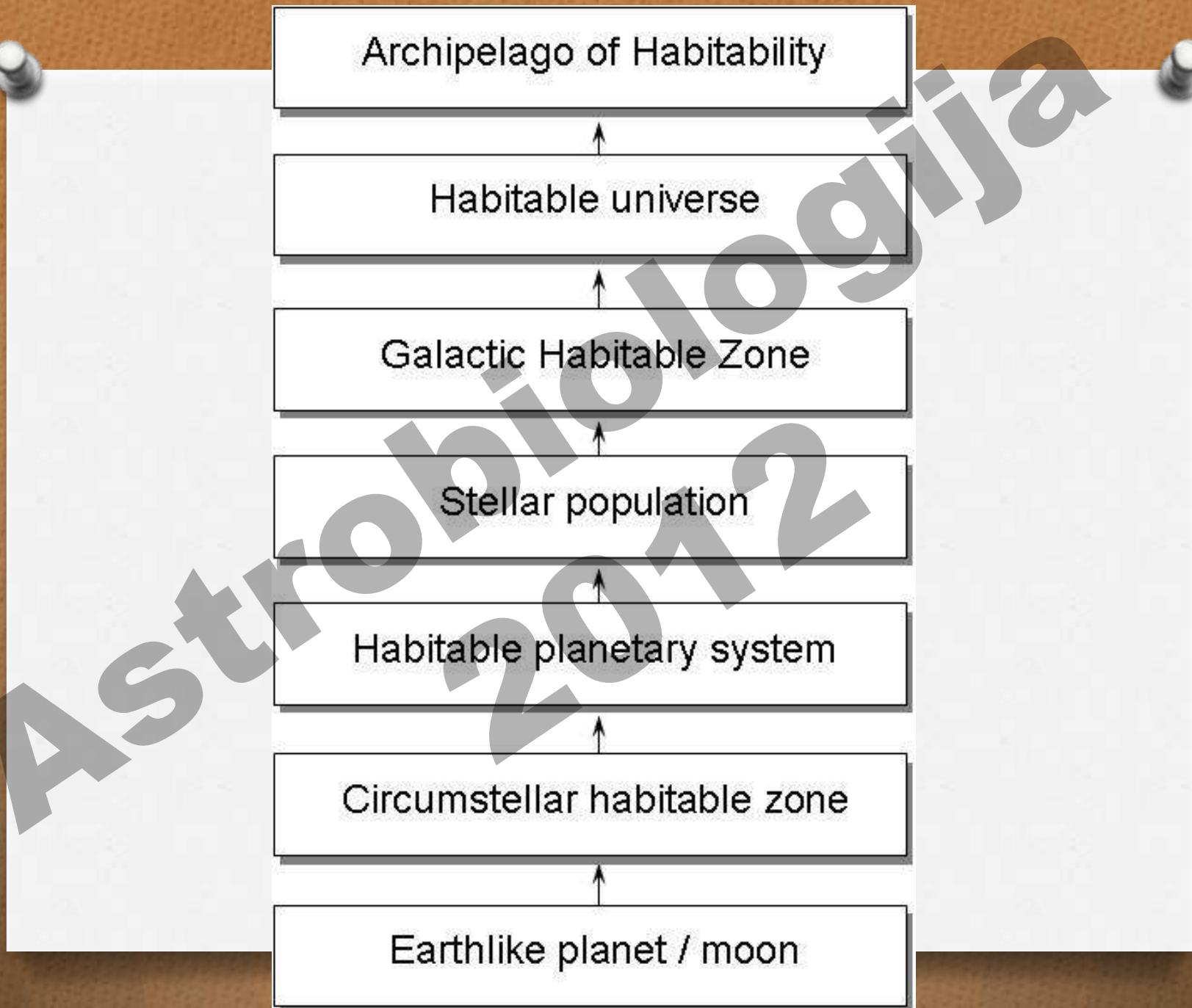
“Master” jednačina za antropički pristup

- Verovatnoća da neki posmatrač bilo gde u multiverzumu izmeri karakteristiku X :

$$p(X) = \frac{\sum_n \sigma_n(X) V_n \rho_n^{\text{obs}}}{\sum_n V_n \rho_n^{\text{obs}}}$$

- V_n je prostovremenska zapremina, ρ_n^{obs} gustina posmatrača i

$$\sigma_n = \begin{cases} 1, & \text{if universe } n \text{ has property } X \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$





Druga ostrva?

- Naše ostrvo je malo (klasično **fini podešavanje**)
- Ali nije jedino!
- Aguirre (2001): nastanjivi “hladni” Veliki prasak
- ⇒ još jedno ostrvo u Arhipelagu!
- Aguirre explicitno o relevantnosti astrobiologije:
 - I have assumed that the number of independent measurements in a subuniverse is proportional to the number of suitable stars, neglected such effects as, for example, high metallicity leading to more planets upon which multiple civilizations might arise in a single solar system. I have also neglected factors like extinction-causing impacts, radioactivity-induced plate tectonics, etc., which are possibly but not clearly necessary for the evolution of observers.

Još neki primeri

- “Weakless” univerzum (Harnik, Kribs, and Perez 2006)
- Beli patuljci u D dimenzija (Chavannis 2007)
- Zvezdana struktura i evolucija u D dimenzija (Adams 2008)
- Struktura galaksija u više dimenzija (Adams & Ćirković, u pripremi)
- Rad se nastavlja...

Plovidba Arhipelagom?

- Dalja istraživanja valja da razrade ovaj lakonski skeč!
 - Formiranje strukture u različitim niskoenergetskim "fizikama"
 - Uslovi za nastanjivost i postojanje posmatrača
 - Bajesovska analiza fenomenologije
 - A-life i pojava kompleksnosti u najopštijem kontekstu



Još jako mnogo preostalog posla...

- ...i to upravo na raskršću fundamentalne fizike, biologije i računarskih nauka!
- Danas se otvaraju perspektive za konkretne numeričke modele!

