





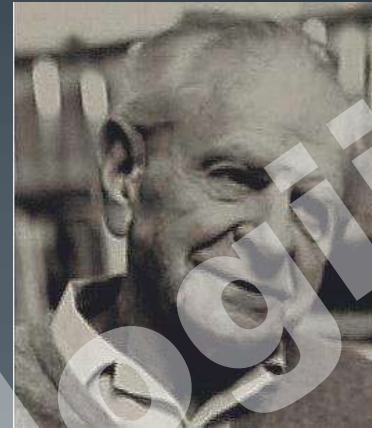






- „The **continued marginalization** of Earth and its place in the Universe perhaps should be reassessed. We are not the center of the Universe, and we never will be. But **we are not so ordinary** as Western science has made us to be for two millennia. Our global inferiority complex may be unwarranted. What if Earth is extremely rare because of its animals (or, to put it another way, because of its animal habitability)?“

# Jasna predviđanja



"In so far as a scientific statement speaks about reality, it must be falsifiable; and in so far as it is not falsifiable, it does not speak about reality."

Karl Popper

- Zemlja ima kompleksnu biosferu zbog niza nezavisnih uslova koji su vrlo retki / jedinstveni u Galaksiji.
- Ima mnogo mesta na kojima postoji prokariotski život (abiogeneza laka)...
- ...ali je kompleksni život ekstremno redak!
- Sa jedne strane: optimizam u pogledu jednostavnog života na Marsu, Evropi, itd.
- Sa druge strane: pesimizam u pogledu životinja & inteligentnog života bilo gde u Galaksiji.

# Mnogo toga za i protiv...

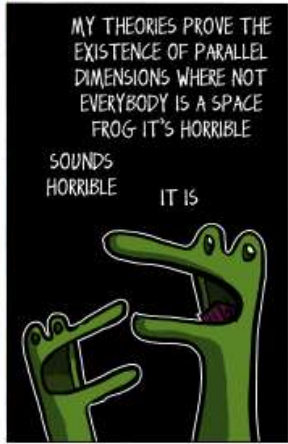
## pro

- Prva „generalna“ astrobiološka hipoteza
- Dvela do novih koncepata, kao što je Galaktička nastanjiva zona.
- Oslanja se na posmatračke selekzione efekte.
- Otvoren sistem.
- Pruža (nekakvo) objašnjenje Fermijevog paradoksa

## contra

- Narušava kopernikanizam!
- Empirijska utemeljenost svih uslova?
- Problem nefizičkog *ceteris paribus*-a?
- Panglosijanizam?
- Problem nedostatka mašte...





# Naš prijatelj Jupiter?

- Npr. Jupiter deluje kao „štit“, smanjujući fluks kometa koje bi inače udarale o Zemlju i uzrokovale globalna izumiranja.
- Pošto je postojanje planete sa svojstvima Jupitera a priori malo verovatno...





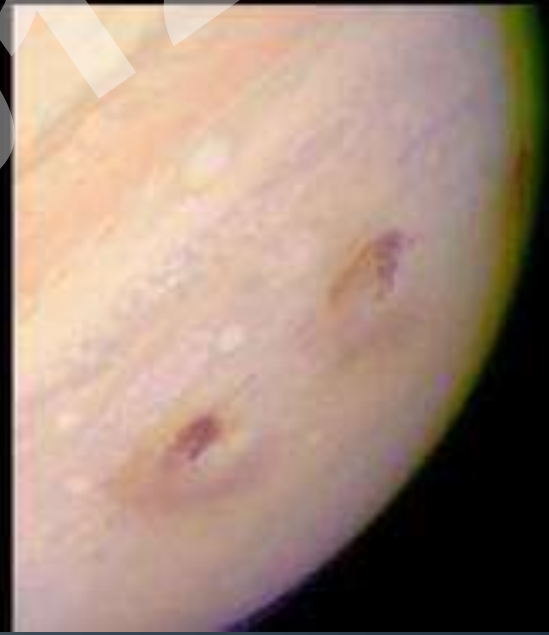
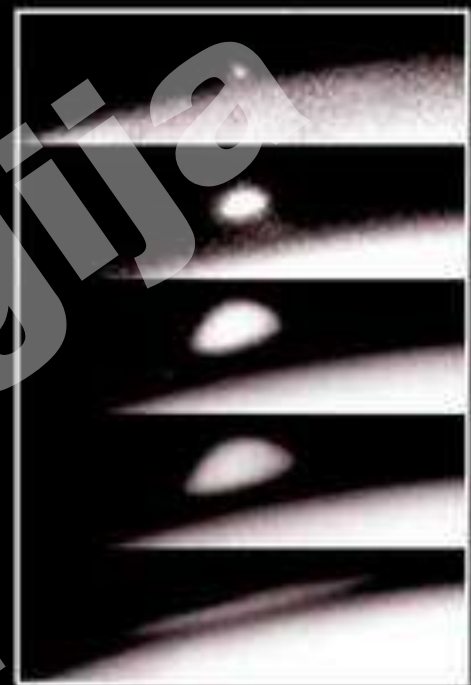
7:33 UT

7:38 UT

7:41 UT

7:44 UT

7:51 UT



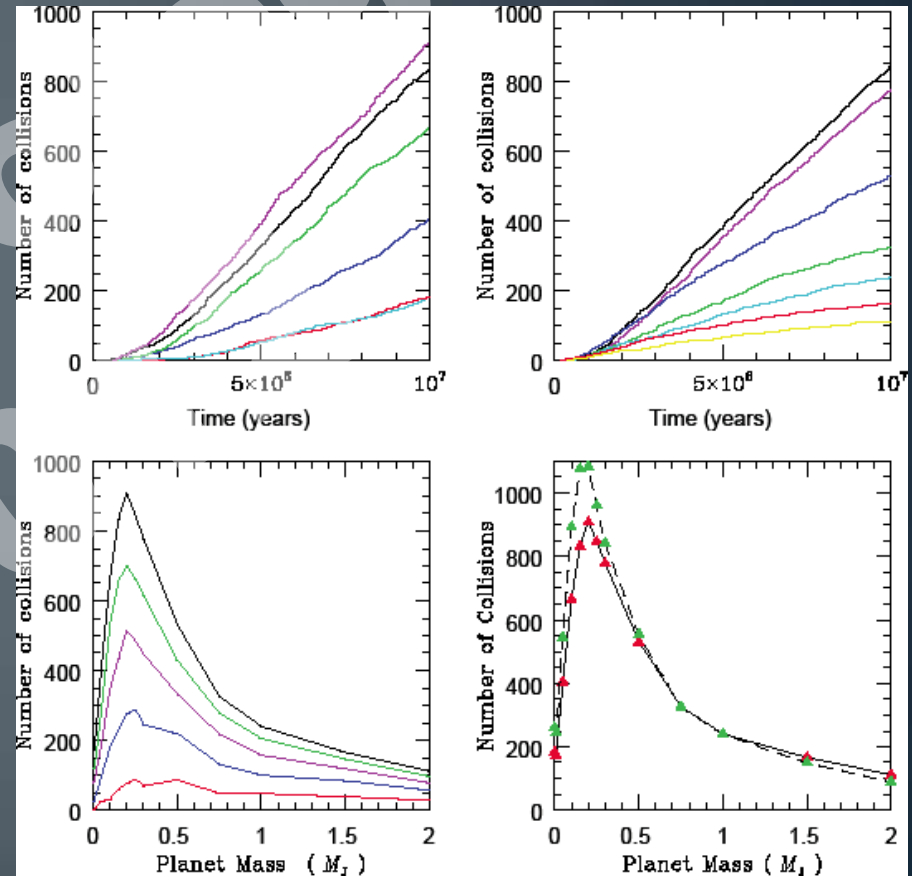
Astrobiology 2012

# U strožoj formi...

1. Zemlja i Jupiter postoje u Sunčevom sistemu.
  2. Jupiter skreće deo potencijalnih impaktora sa opasnih putanja.
  3. Sa manje impaktora na sudarnim putanjama, Zemlja doživljava manju učestanost katastrofičkih sudara.
  4. Manja učestanost katastrofičkih sudara povećava nastanjivost bilo koje planete.
- 
5. **Dakle, Zemljina nastanjivost je povećana zbog prisustva Jupitera.**

# Problem: jesu li uslovi empirijski korektni?

- Horner & Jones (2008-2012): Jupiter možda i **povećava** fluks impaktora...
- Stvar je daleko kompleksnija – mnogo složenih detalja!



**Ali, ima li Zemlje bez  
Jupitera?**

Astrobiologija  
2012

# Problem: nefizički *ceteris paribus*?

- Ako  $(A, B) \Rightarrow X$ , ali ne možemo opservirati B, tada se često pogrešno zaključuje da neko  $A' \Rightarrow \neg X$ .
- Ne samo da može biti  $\exists B' (A', B') \Rightarrow X$ , već može biti i da je  $(A', B)$  **nekoherentno**.
- Sunčev sistem bez Jupitera:
  - Magično uklanjanje?
  - Drugačiji početni uslovi?
- **Šta čini identitet Zemlje?**
- Trans-svetski identitet?
- Samoorganizovani sistemi – nema (lakog) kauzalnog objašnjenja.

# Trans-svetski identitet?

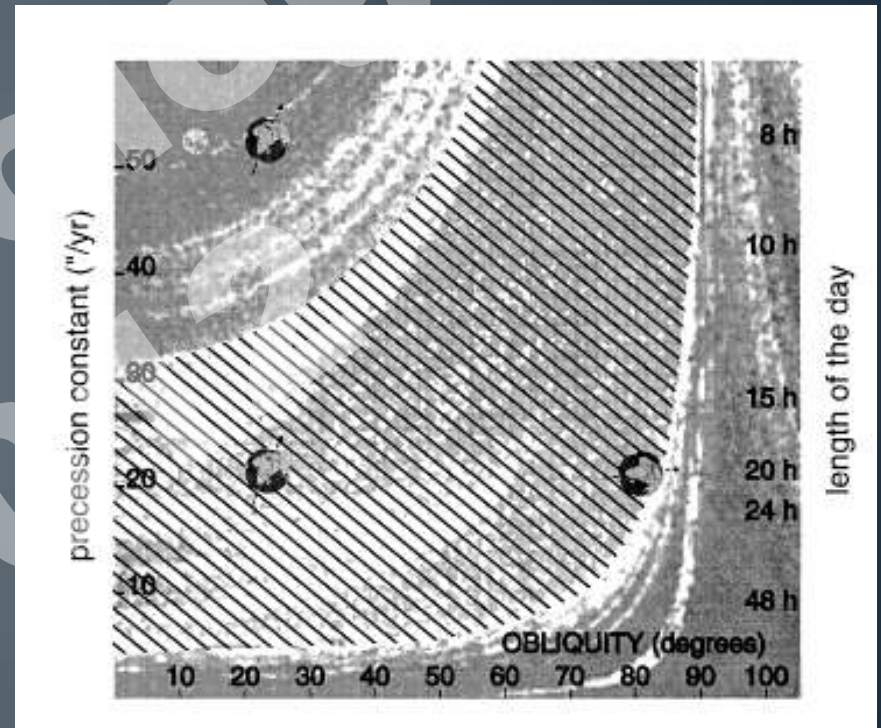
- “Da su Hitlera primili na likovnu akademiju, ne bi došlo do 2. svetskog rata.” – zvuči smisleno, ali...
- EKSTREMNO težak problem!
- (i primer metafizičkog problema sa VRLO KONKRETNIM posledicama!)
- „Klizavi nagib“: promena od  $10^{-100}$  sigurno ne utiče na identitet – zašto onda mislimo da pomena od npr. 10% utiče?

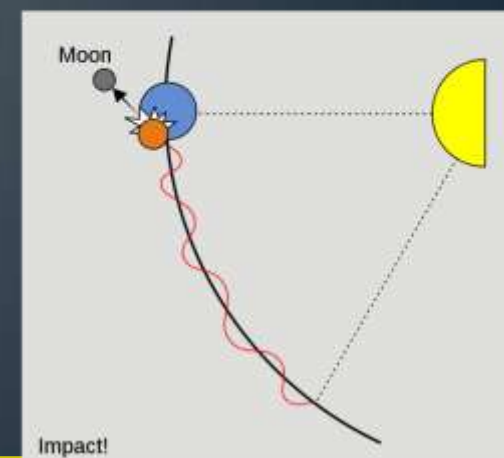
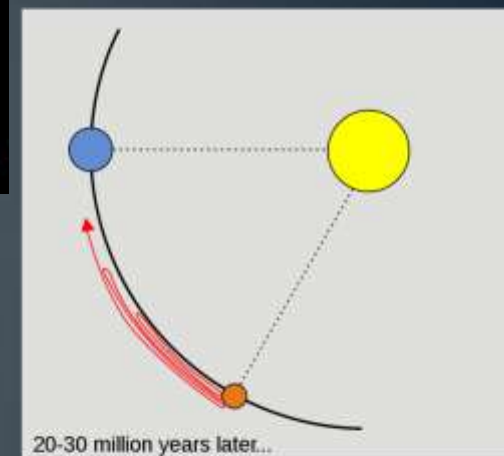
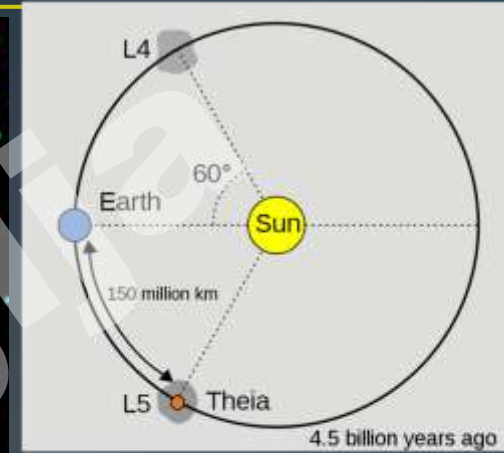
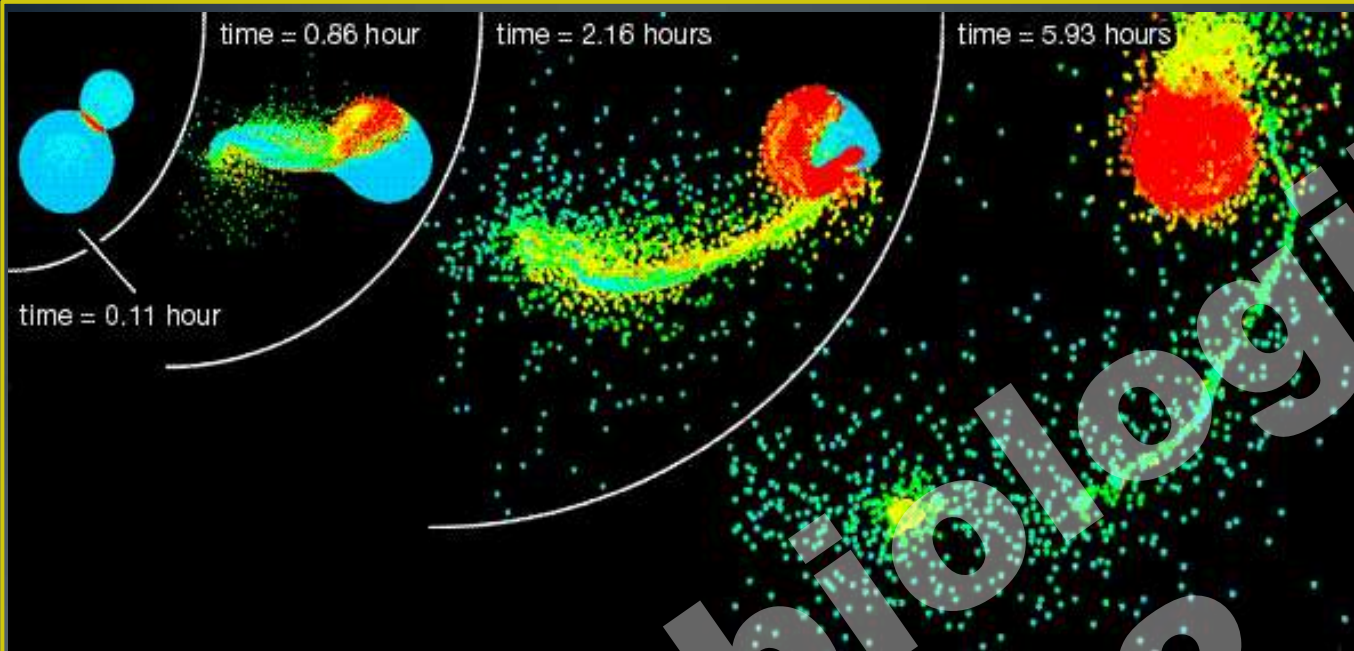




# Sličan slučaj: Mesec i stabilnost rotacije

- Sudar kojim je nastao Mesec mora biti veoma redak...
- (osim ako je Theia nastala u Lagranževnoj tački!)
- ...te ako je stabilna rotacija neophodna za nastanjivost, onda je ona veoma retka.





- 2004: Belbruno & Gott sugerišu da je Theia nastala kao Zemljin trojanac
- *Big Splash* mogao da formira više objekata  $\Rightarrow$  može da objasni različit izgled Mesečevih strana!
- Ali on je **usporio** Zemljinu rotaciju!

# Problem: kako održati *ceteris paribus*?

- Ivan Havel (1995): „In conceivable worlds of thought experiments, some states-of-affairs are, by design, the *same* as they are in our world, while other states-of-affairs are deliberately *different*... The crucial but often neglected feature of these worlds is that **we seldom know what is the extent of the domain of “the same” and what is the extent of the domain of “the different”**, besides what is explicitly mentioned or used in the construction. Moreover, besides these two domains there is an inexhaustible realm of states-of-affairs that are *omitted* because they are believed to be irrelevant or because they are forgotten, obscured or entirely beyond the reach of human knowledge.“
- Stanislaw Lem: **svačije rođenje** je ekstremno malo verovatno! Između svaka dva događaja može se umetnuti treći maloverovatan...

# Umesto zaključka

- HRZ shvatiti ozbiljno, ali ne dogmatski i bukvalno!
- Numerički rezultati, npr. Potsdamska grupa (von Bloh et al.): kompleksne biosfere oko 100 puta ređe od samih nastanjivih planeta.
- Optimizam?
- Najveća korist su **istraživački programi** koji iz nje proističu:
  - U kojoj meri su Mesec / Jupiter / GHZ / ... tipični?
  - Gde su granice nastanjivih zona?
  - Šta sve treba kvantifikovati da bi se kvantifikovala nastanjivost?
  - Koje su implikacije za problem identiteta?