



# Antroposko načelo i svrhovitost svemira

prof. dr. Marijan Šunjić

## Moderna slika svemira

- Edwin Hubble (1924.) - crveni pomak, širenje svemira
- Arno Penzias i Robert Wilson (1965.)
- Veliki prasak, starost svemira (14 mlrd godina ?), nukleosinteza
- Big bang vs Big crunch - širenje vs gravitacija: masa svemira
- Problemi – inflacija, ...

# Dobro ugodeni svemir

*Fine tuning of the universe*

(Wohl temperierte klavier , Well-tempered clavichord)

The fine-tuned Universe is the idea that the conditions that allow life in the Universe can only occur when certain universal fundamental physical constants lie within a very narrow range, so that if any of several fundamental constants were only slightly different the universe would be unlikely to be conducive to the establishment and development of matter, astronomical structures, elemental diversity, or life as it is presently understood.

## Robert Dicke: starost svemira ograničena biološkim faktorima (1961.)

- 10 puta manja – ne bi bilo dosta vremena za nukleosintezu – nastanak elemenata osim vodika i helija
- 10 puta veća – većina zvijezda bi prošla svoj razvoj i postala bijeli patuljci, a planetni sustavi bi nestali.
- Dicke je također zaključio da je gustoća materije u svemiru točno takva kakva je potrebna da ne dođe do implozije tzv Big crunch – suprotno velikom prasku .- Big bang.

## Martin Rees: ugođenost svemira svedena na šest bezdimenzionalnih konstanti:

- $N$  = ratio of the strength of electromagnetism to that of gravity;
  - *Omjer jakosti elektromagnetske sile i gravitacije*
- $\epsilon$  (Epsilon) = strength of the force binding nucleons into nuclei;
  - *Jakost sile vezanja nukleona u jezgri*
- $\omega$  (Omega) = relative importance of gravity and expansion energy in the universe;
  - *Odnos gravitacije i energije širenja svemira*

## ... šest konstanti

- $\Lambda$  = cosmological constant;
  - *Kozmološka konstanta*
- $Q$  = ratio of the gravitational energy required to pull a large galaxy apart to the energy equivalent of its mass;
  - *Omjer gravitacijske energije potrebne da se galaksija rastavi i energetskog ekvivalenta njezine mase*
- $D$  = number of spatial dimensions in spacetime
  - *Broj prostornih dimenzija*

*Kad bi se te konstante i minimalno razlikovale od svojih utvrđenih vrijednosti ne bi bio uopće moguć nastanak života kako ga spoznajemo, utemeljenog na ugljiku.*

Od mnoštva mogućih navest ću samo nekoliko primjera.

## *Odnos konstante fine strukture $\alpha$ i konstante jake nuklearne sile $\eta$ :*

Da bi jezgra ugljika bila stabilna konstanta fine strukture (koja određuje jakost elektromagnetske sile) mora biti  $\alpha \leq 0,3\sqrt{\eta}$ , i pokazuje se da je to doista tako. Kad bi  $\eta$  koja daje jakost privlačne sile među nukleonima bila samo 4% veća,  $\text{He}^2$  bi bio stabilan izotop, svi protoni bi se fuzionirali u  $\text{He}^2$ , zvijezde bi “izgorile” i kolabirale u degenerirane tvorevine, npr. crne rupe ili bijele patuljke. Kad bi pak  $\alpha$  bila 10% veća (odnosno  $\eta$  manja), jezgre deuterija (teški vodik) i ostalih lakih jezgara ne bi bile stabilne što bi onemogućilo stvaranje teških kemijskih elemenata, tzv. nukleosintezu.

## *Omjer masa elektrona i nukleona $\beta = m/M$ :*

Kad bi taj omjer bio veći od stvarnog, elektroni u Coulombovom polju jezgre imali bi potpuno druga svojstva (energije vezanja i sl.) i ne bi došlo do stvaranja molekula bitnih za nastanak života. Da je opet  $\beta \leq \alpha^2/200$ , zvijezde ne bi mogle nastati jer bi temperatura bila preniska za početak nukleosinteze.



## *Raspodjela gravitacijske mase i energije u svemiru:*

Svemir je vrlo homogen – relativno odstupanje (fluktuacija) njegove gustoće od prosječne gustoće je približno 0,00001. Kad bi to odstupanje bilo nešto veće, galaksije bi ubrzo kolabirale u objekte goleme gustoće. Da je ono pak nešto manje, fluktuacije gustoće bile bi premale i uopće ne bi došlo do stvaranja galaksija.

## Pitanje: kako, ili točnije – zašto je do toga došlo?

- No, odmah uviđamo da je to *pitanje smisla, svrhe*, što ne može biti dobro definirano znanstveno pitanje.
- (Paul Davies: *The Goldilocks Enigma* (2006) *Zagonetka zlatokose: Zašto je svemir točno pogodan za život*)
- Pregled mogućih odgovora na ovo pitanje:

# I. Apsurdni svemir

- Naš svemir je jednostavno ovakav.

## 2. Jedinstveni (ili jednoznačni) svemir

- U podlozi fizike postoji duboko jedinstvo koje zahtijeva da svemir bude upravo ovakav. Neka buduća sveobuhvatna “Theory of Everything” objasniti će zašto su razne konstante i ostala svojstva svemira ovakva kakva opažamo.

### 3. Multiverzum

- Postoji beskonačno mnoštvo svemira, koji imaju sve moguće kombinacija svojstava, a mi se – naravno – nalazimo u svemiru koji nam omogućuje postojanje.

## 4. Kreacionizam

- Stvoritelj je stvorio i “uredio” svemir s namjerom da u njemu može nastati i razviti se složenost i inteligencija.

## 5. Načelo života (The life principle)

- Postoji neko temeljno načelo koje ograničuje svojstva svemira tako da se razvija u smjeru života i uma.

## 6. Samoobjašnjivi svemir

- Definiran je kružno: “ Možda mogu postojati samo svemiri koji imaju mogućnost za nastanak svijesti” – misli se svijesti koja bi spoznala te iste svemire. (Wheeler: Participatory Anthropic Principle (PAP)).



## 7. Lažni svemir

- Mi zapravo živimo u virtualnoj simulaciji realnosti.

## Antropsko načelo

- Da bi omogućio sustavniju raspravu o spomenutim činjenicama Brandon Carter predložio je 1973. godine na simpoziju u Krakovu posvećenom 500. obljetnici Kopernikova rođenja. “antropijsko načelo”, želeći naglasiti ulogu promatrača, vodeći se pritom jednostavnom činjenicom *da bi bez takvog (inteligentnog) promatrača svaka rasprava o spomenutim pitanjima bila bespredmetna.*
- To je ujedno reakcija na tzv *kopernikansko načelo*, po kojem čovjek nakon odbacivanja geocentričnog sustava više nije u središtu svemira. Carter kaže: «lako naš položaj više nije nužno središnji, ipak je na neki način poseban.»

## Slabo i jako antropsko načelo

- Tzv. “slaba” verzija tog načela (Weak Anthropic Principle –WAP) zahtijeva da kozmološki parametri budu kompatibilni s postojanjem promatrača, a po “jakoj” verziji (Strong Anthropic Principle –SAP) svemir mora imati upravo takve parametre da omogući u nekom času i u nekom svom dijelu nazočnost takvog promatrača.

## Slabo antropsko načelo

- **Weak anthropic principle (WAP), Carter:**
- *"We must be prepared to take account of the fact that our location in the universe is necessarily privileged to the extent of being compatible with our existence as observers."*
- *"Moramo uzeti u obzir činjenicu da je naš položaj u svemiru nužno istaknut – Carter kaže privilegiran – po tome što je kompatibilan s našim postojanjem kao promatrača."*
- Položaj – Carter tu podrazumijeva i prostorni i vremenski položaj– tj implicira i starost svemira.

## Jako antropsko načelo

- Strong anthropic principle (SAP), Carter:
- "The Universe (and hence the fundamental parameters on which it depends) must be such as to admit the creation of observers within it at some stage. To paraphrase Descartes, cogito ergo mundus talis est."
- "Svemir – pa prema tome i fundamentalni parametri o kojima ovisi – mora biti takav – takvi – da omogućuju u njemu u nekom trenutku nastanak promatrača. Da parafraziram Descartesa: Cogito ergo mundus talis est.", "Mislim, dakle svijet je takav."

# John Barrow i Frank J. Tipler: *The Anthropic Cosmological Principle* (Antropijsko kozmološko načelo) 1986 godine

- **Weak anthropic principle (WAP), Barrow i Tipler**
- *"The observed values of all physical and cosmological quantities are not equally probable but they take on values restricted by the requirement that there exist sites where carbon-based life can evolve and by the requirements that the Universe be old enough for it to have already done so."*
- *«Opažene vrijednosti svih fizičkih i kozmoloških veličina nisu sve jednako vjerojatne, nego su njihove vrijednosti ograničene zahtjevom da mogu postojati mjesta gdje se može razviti život baziran na ugljiku i zahtjevom da je svemir dovoljno star da se to već dogodilo.»*

## Barrow & Tipler

- Za razliku od Carterovog slabog načela - ovdje govori samo o *nastanku života baziranog na ugljiku*, kao što i jest ovaj koji poznamo, a ne o inteligentnom promatraču.
- Druga razlika: zahtjev koji ograničuje vrijednosti fundamentalnih konstanta, što Carter spominje tek u svom jakom načelu.

## Barrow & Tipler

- No Barrow i Tipler idu i dalje, u svom
- **Jakom antropskom načelu - Strong anthropic principle (SAP):**
- *"The Universe must have those properties which allow life to develop within it at some stage in its history."*
- *Svemir mora imati takva svojstva koja omogućuju da se u nekom trenutku njegove povijesti razvije život.*



## Barrow & Tipler

- To sliči Carterovom jakom načelu, ali sadrži vrlo jaki zahtjev – mora – što se može interpretirati na više načina, od kojih tri navode sami autori:

# Barrow & Tipler

## Prva interpretacija:

- "There exists one possible Universe 'designed' with the goal of generating and sustaining 'observers.'"
- "Postoji jedan mogući svemir koji je uređen – hrv dizajniran – s ciljem da u njemu nastanu i opstanu "promatrači"".
- Ovo se može protumačiti i kao klasični argument o dizajnu, iako izražen jezikom suvremene kozmologije. On implicira a je cilj svemira nastanak inteligentnog života, pri čemu su prirodni zakoni i fundamentalne fizičke konstante takve da omogućuju da nastane i razvije se život kakav poznajemo.

# Barrow & Tipler

## Druga interpretacija:

- “Observers are necessary to bring the Universe into being.”
- “Promatrači su potrebni da bi svemir nastao.”
- Barrow i Tipler vjeruju da je ovo valjan zaključak koji slijedi iz kvantne mehanike u kojoj je izrazito naglašena uloga promatrača u procesu mjerenja, kako je to sugerirao John Archibald Wheeler, koji je na temelju te ideje razvio ideju i svoju varijantu – tzv Participatory Anthropic Principle (PAP), participatorno antropsko načelo, dakle ono u kojem participiramo kao promatrači.

## Nove varijante načela:

- Participatory Anthropic Principle (PAP), participatorno antropsko načelo
- Final Anthropic Principle –FAP, konačno antropsko načelo,
- Modified Anthropic principle (MAP), modificirano antropsko načelo

# Barrow & Tipler

## Treća interpretacija:

- "An ensemble of other different universes is necessary for the existence of our Universe."
- "Skup drugih različitih svemira potreban je za postojanje (našeg) svemira".

## Moguća objašnjenja načela

- Uvođenje antropskog načela, koje možemo smatrati i korakom u vraćanju čovjeka, ovog puta kao “promatrača”, u važno ako ne i središnje mjesto u kozmosu, izazvalo je brojne rasprave i kritike, kao i pokušaje “rješenja”, tj. objašnjenja temeljne i znanstveno potvrđene činjenice o neobično “pogodnim” vrijednostima prirodnih konstanta (“fine tuning”).
- Bez ulaženja u detalje tih rasprava, spomenut ću nekoliko hipoteza koje se nude kao odgovor:

# Hipoteza I

- *Ova povoljna kombinacija svojstava svemira, tj. fizičkih konstanta, čista je slučajnost.*
- Taj odgovor je doista moguć, ali zapravo ne predstavlja nikakvo objašnjenje. Osim toga, to *nije znanstvena* hipoteza, jer u nju možemo ili ne moramo vjerovati, ali ju ne možemo znanstveno provjeriti.

## Hipoteza II

- *Ovakav svemir ima svoj smisao i odraz je svjesne namjere Stvoritelja koji ga je tako planirao (“intelligent design”) i upravo tako odredio fizičke zakone i konstante, da oni dovedu (bez kasnije direktne intervencije Stvoritelja) do nastanka života.*
- To je teističko stajalište koje se dakle temelji na vjeri.



## Hipoteza III

- *Naš svemir nije jedini, nego postoji zapravo beskonačno mnogo svemira (“multiverzum”) s različitim svojstvima (ili jedan svemir s beskonačno mnogo različitih i potpuno odvojenih područja.) U većini svemira život nije moguć, ali, budući da ih je beskonačno mnogo, postoji vjerojatnost da se u jednom ili nekoliko njih dogodi baš takva kombinacija svojstava koja je pogodna za nastanak života.*

- Ova posljednja hipoteza eliminira sudjelovanje inteligentnog bića, Stvoritelja, u aktu postanka svemira, i zamjenjuje ga slučajem u mnoštvu “pokušaja”. Problem je pak u tome što je i ova hipoteza zapravo *neznanstvena* – ne možemo ju provjeriti jer se niti jedan od drugih – zamišljenih svemira (osim “našega”) ne može opažati.