

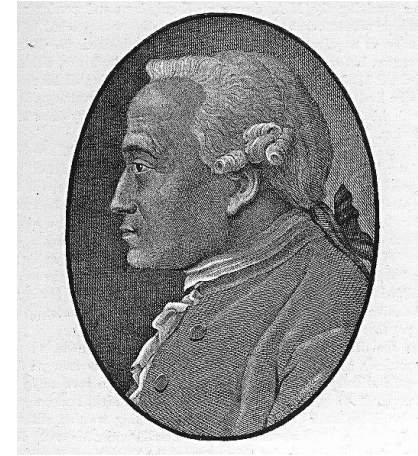
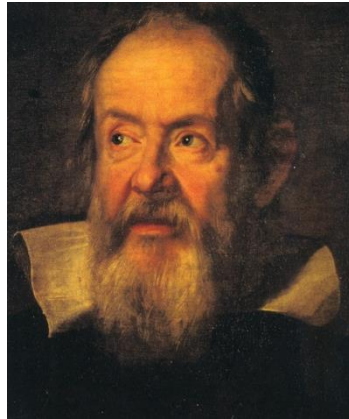
Odnos med subjektom in objektom, med človekom in naravo v moderni znanosti

Trije primeri iz fizike:

- I. vloga opazovalca (referenčnega okvira)
v Einsteinovi relativnostni teoriji
- II. pomen zavesti v interpretacijah kvantne mehanike
- III. »antropično načelo« v sodobni kozmologiji

Marko Uršič, *Filozofija narave*, BF, 2018

Filozofsko-zgodovinsko ozadje



René Descartes (1596–1650):

Cogito ergo sum
(Mislim, torej sem)

Descartes je utemeljil dualizem mislečega subjekta-človeka (*cogito*) in objekta-narave (*res extensa*).

Galileo Galilei (1564–1642):
utemeljitelj »objektivizma«
v novoveški fiziki: raz-ločitev subjekta od objekta je bistvena za t.i. »galilejsko paradigmo«.

Immanuel Kant (1724–1804):

Kritika čistega uma (1781)

Ključna Kantova misel, ki jo sam imenuje »kopernikanski obrat« v filozofiji, je v tem, da *transcendentalni* (spoznavni) subjekt »konstituiral« svoje objekte, tj. predmetnost sveta in narave: *prostor in čas* sta »apriorni formi« vsega čutnega izkustva, *kategorije* (12 najsplošnejših pojmov) pa so »apriorne forme« vsega mišljenja, tj. spoznavanja vseh pojavov – svet je predmet *naših* (človeških) zaznav in misli.

I.) Relativizacija prostora-časa v Einsteinovi relativnostni teoriji

1905: posebna teorija relativnosti (PR)

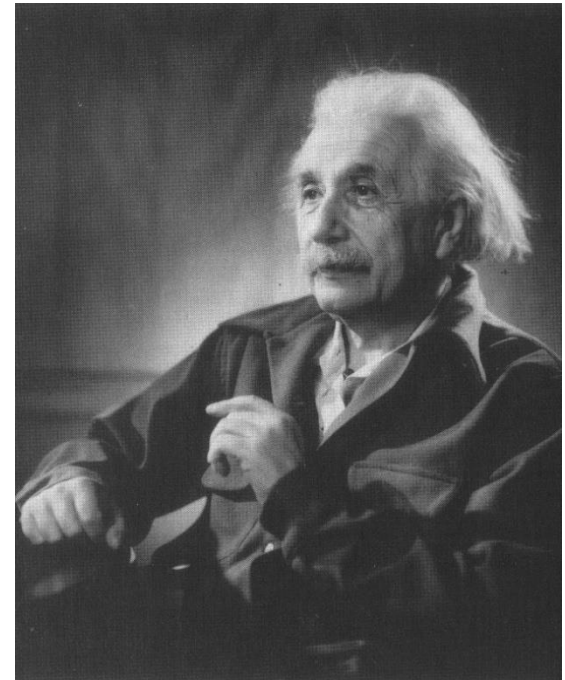
1915: splošna teorija relativnosti (SR)

Izhodišče Einsteinove teorije relativnosti je *konstantna* hitrost svetlobe v vakuumu, $c \approx 300.000 \text{ km/s}$, ki je neodvisna od hitrosti gibanja svetila in/ali opazovalca (eksperiment: Michelson & Morley, 1887).

Posledica tega dejstva (in tudi drugih) je relativizacija prostora-časa, mase, gibalne količine, energije itd. (\rightarrow tudi $E = mc^2$).

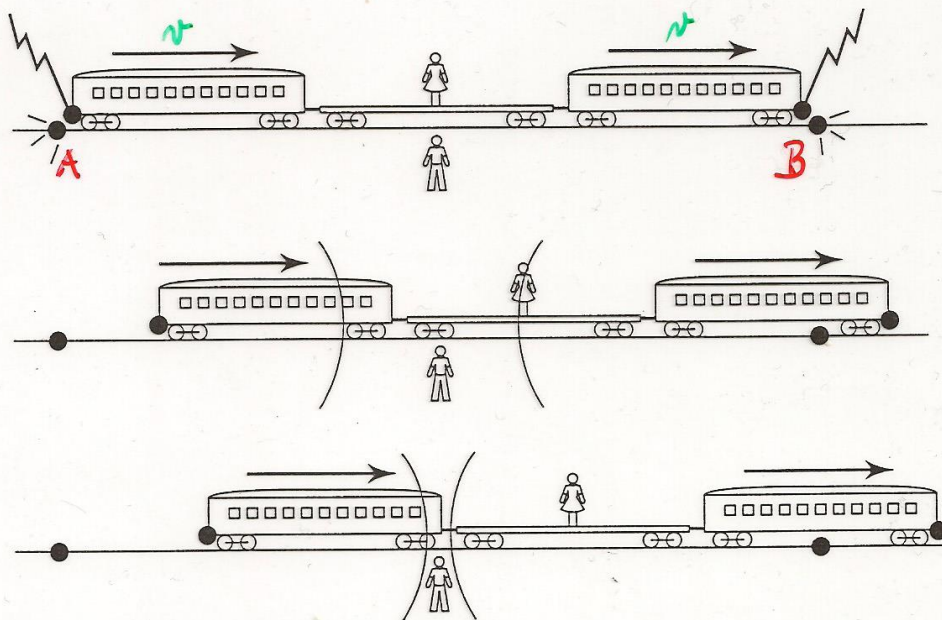
V (PR) je čas »raztegnjen« (prostor pa »skrčen«) pri velikih medsebojnih *hitrostih* opazovalcev (referenčnih sistemov), v (SR) pa pri velikih razlikah v moči gravitacijskega polja oz. razlikah *ukrivljenosti* 4D prostora-časa (npr. v bližini črnih lukenj, pri jedrih galaksij ipd.).

Albert Einstein
(1879–1955)



Einsteinova razlaga relativizacije simultanosti (dveh dogodkov A in B)

EINSTEIN : relativizacija simultanosti



M' - vlak
(ona)

M - tiri
(on)

FIGURE 3-1. Einstein's Train Paradox illustrating the relativity of simultaneity. Top: Lightning strikes the front and back ends of a moving train, leaving char marks on both track and train. Each emitted flash spreads out in all directions. Center: Observer riding in the middle of the train concludes that the two strokes are not simultaneous. Her argument: "(1) I am equidistant from the front and back char marks on the train. (2) Light has the standard speed in my frame, and equal speed in both directions. (3) The flash arrived from the front of the train first. Therefore, (4) the flash must have left the front of the train first; the front lightning bolt fell before the rear lightning bolt fell. I conclude that the lightning strokes were not simultaneous." Bottom: Observer standing by the tracks halfway between the char marks on the tracks concludes that the strokes were simultaneous, since the flashes from the strokes reach him at the same time.

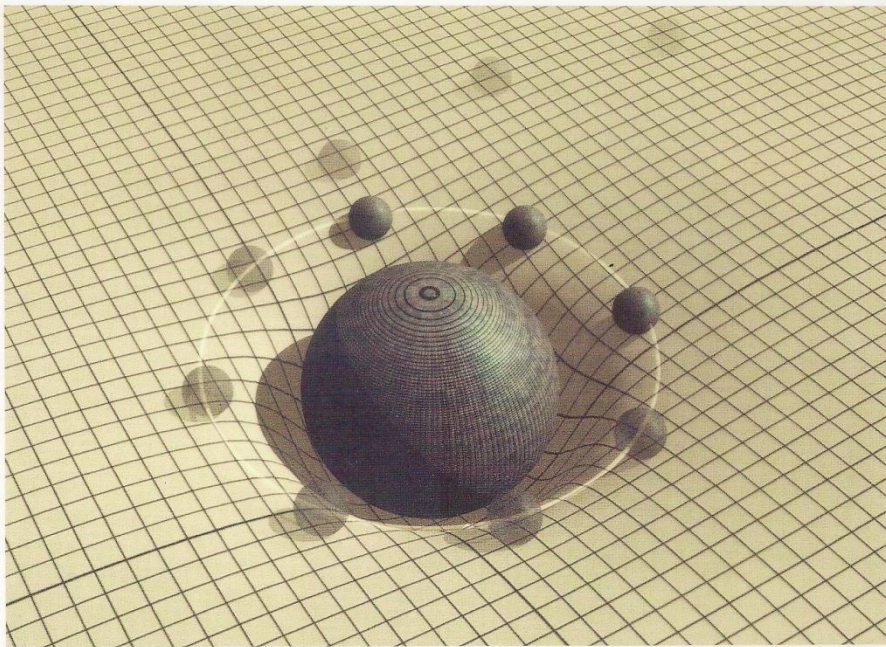
M' : A, B
mesim.

M : A, B
sim.

$$v = (\text{na primer}) \frac{c}{2}$$

Dogodka A in B, ki sta simultana (istočasna) za dečka ob progi, nista simultana za deklico na hitrem vlaku – zaradi konstantne svetlobne hitrosti c .

Iz knjige (učbenika):
Taylor & Wheeler,
Spacetime Physics
(1992)



Einsteinova razlaga gravitacije –
lažje telo (recimo, planet) se giblje v ukrivljenem
prostoru okrog težjega (sonca).
(iz Hawkinga : "Vesolje v orehovi lupini")

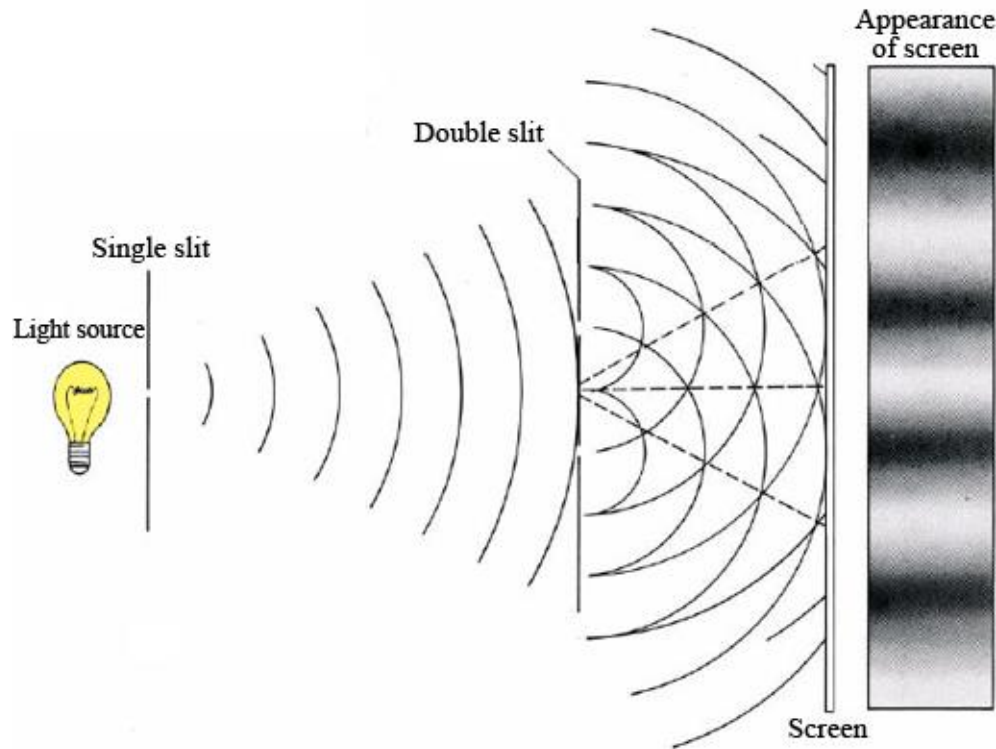
John A. Wheeler:
"Prostor-čas pove snovi (tj. masi/energiji),
kako naj se giblje,
snov pove prostoru-času,
kako naj se ukrivi."

→ Einsteinove "enačbe polja" (1915):
splošna oblika teh starih 8 enačb je:
$$G_{\mu\nu} = 8\pi T_{\mu\nu} \quad \text{oz.: } G = k \cdot T$$

Einsteinova razlaga gibanja planeta
okrog Sonca: planeta ne drži v orbiti
neka "misteriozna sila", ki naj bi
delovala skozi prazen prostor (kot
pri Newtonu), ampak planet "prosto
pada" (tj., sledi svoji geodetki) v
ukrivljenem prostoru-času, ki ga
ukrivljajo same mase in/ali energije
(v tem primeru Sonce).

Ilustracija iz knjige Stephena Hawkinga
"Vesolje v orehovi lupini" (2001).

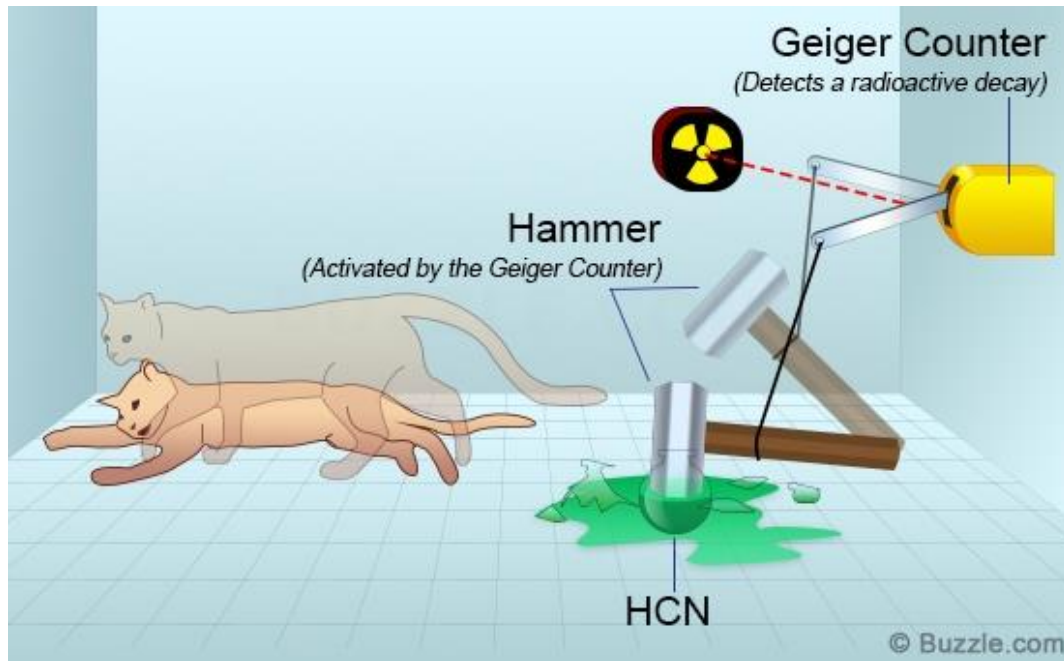
II.) »Načelo komplementarnosti« v kvantni mehaniki (Max Planck, Niels Bohr, Werner Heisenberg v `20. letih 20. stol.)



Interferenčni vzorci (značilni za valovanja) nastanejo na zaslonu tudi tedaj, če je naprava naravnana tako, da gredo iz svetila v časovnem zaporedju *posamezni* fotoni (tj. kvanti-delci, med katerimi so merljivi časovni intervali).

Znameniti »poskus dveh rež« (*double-slit experiment*) nam pokaže *dvojnost* kvantnih pojavov: kvant je hkrati oboje, delec *in* val (!)

»Schrödingerjeva mačka« (1935) in vprašanje, kdo ali kaj povzroči »kolaps« valovne funkcije



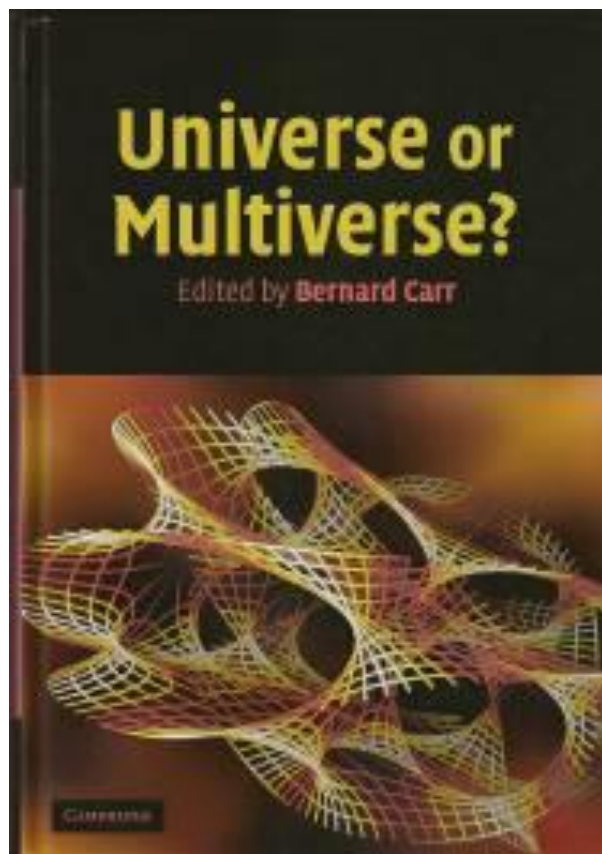
V kvantnem stanju (pred opazovanjem) naj bi bila mačka *hkrati* v *obeh* »superpozicijah«: živa *in* mrtva – kako je to mogoče?

Novejša fizika razlaga, da že kmalu (v samem mikrosvetu) pride do *dekoherence* kvantnih stanj, vendar ... *kaj, kje, zakaj* je sploh ta meja med majhnim in velikim?

Ključno *filozofsko* vprašanje kvantne teorije (»problem meritve«), ki še danes ni povsem ustrezno odgovorjeno: *kaj* ali *kdo* povzroči »kolaps« *mnogotere* valovne funkcije, s katero je Erwin Schrödinger (1926) matematično opisal kvantno stanje *pred* opazovanjem (oz. pred merjenjem, eksperimentom)?

Ali je *opazovalec* (zavest?) tisti, ki mnogoteri kvantni svet opredeli/določi (*konstituira*, bi rekel Kant) tako, da iz kvantne mnogoterosti »mikrosveta« nastane /vseskozi nastaja/ naš enoten, vsem skupen »makrosvet«, v katerem je (neka določena) mačka *ali* živa *ali* mrtva?

Kvantni »multiverzum«?



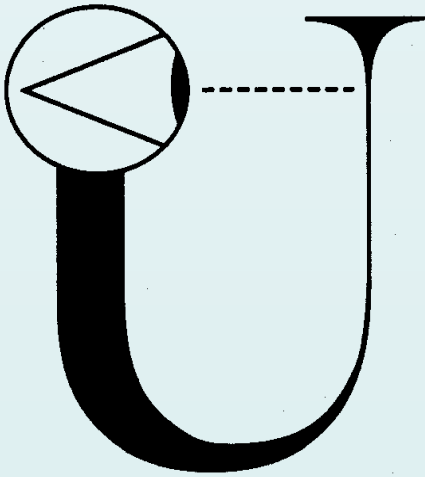
Zbirka fizikalno-filozofskih razprav o multiverzumu, ur. Bernard Carr (Cambridge Univ. Press, 2007).

Kvantni »multiverzum« je *možen*, vendar zelo fantastičen odgovor na vprašanje, kdo ali kaj povzroči kolaps valovne funkcije – možen odgovor je namreč: *mnogoterost superpozicij* (kvantnih stanj) *ostaja tudi po meritvi* oz. posegu opazovalca, tj. pri vsakem posegu se svet razveje v dve ali več ločenih vej – posamezne univerzume v *multiverzumu*.

Ampak vprašanje *zavesti* ostaja: zakaj (naša) zavest sledi samo eni »veji«, zakaj ji je dostopen samo naš univerzum, ne pa tudi drugi univerzumi ali celo multiverzum v celoti?

Poleg tega se pri tej rešitvi problema meritve pojavi nov problem: »dvojniki« (*counterparts*), pa vprašanje »osebne identitete« ...

III.) »Antropično načelo« v sodobni kozmologiji



Hubbllov teleskop v orbiti
naše »Vesoljske ladje Zemlje« (od 1990–)

“Natančna naravnost” vesolja (NN) angl. “*fine-tuning*” (“fina uglasitev”)

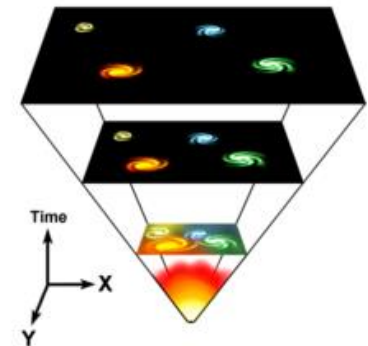
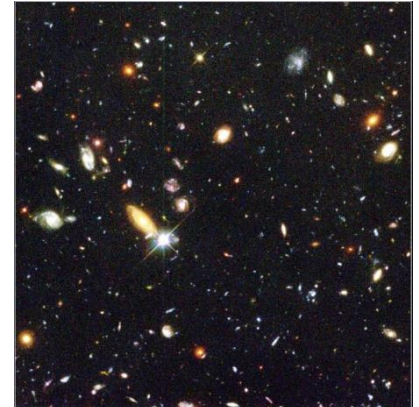
Sodobna kozmologija je razvila “standardni model”, ki opisuje nastanek in razvoj vesolja iz zelo gostega in vročega začetnega stanja – ta teorija se popularno imenuje “kozmozologija prapoka” <*big bang*, “velikega poka”>.

V zadnjih nekaj desetletjih je v postalo znanstveno očitno, da je (bilo) naše vesolje “natančno naravnano” od zelo majhnih intervalov same prve sekunde dalje.

Če bi bili osnovni fizikalni parametri le *malce* drugačni, tedaj bi bili pogoji (delci, sile idr.) tako *zelo* drugačni, da ne bi bil mogoč nastanek kompleksnih struktur (npr. organskih molekul), torej se ne bi moglo razviti življenje.

– Še več: brez (NN) ne bi mogle nastati iz prvotne “ognjene krogle” niti galaksije niti zvezde niti planeti, na katerih (najbrž ne samo na Zemlji?) domujejo živa bitja in nazadnje tudi človek, opazovalec vesolja.

(NN) pa je v mnogih primerih neodvisna od kozmologije prapoka, saj evidence zanjo prihajajo tudi iz drugih, bolj utrjenih panog fizike (npr. razlika med maso protona in nevtrona je “natančno naravnana” za stabilnost snovi).



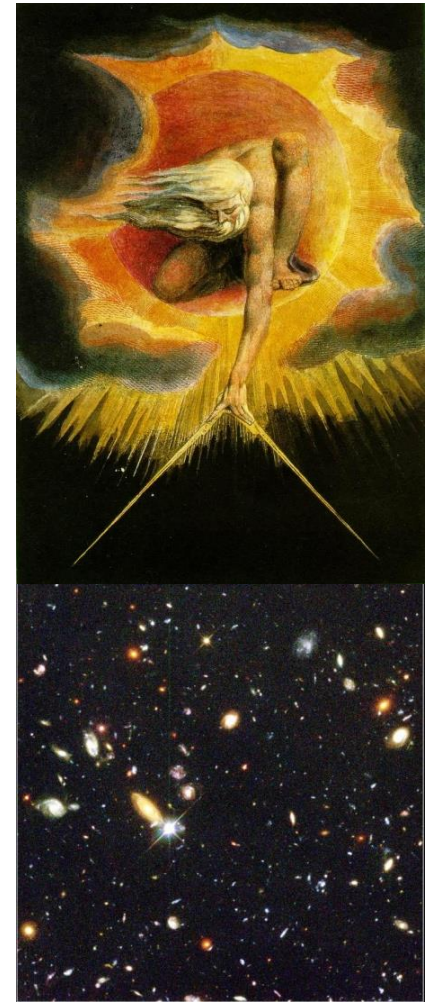
Nekaj značilnih primerov “natančne naravnosti” (NN)

1. začetna hitrost raztezanja vesolja (recimo, po prvih treh minutah)
 2. moč gravitacije (za stabilnost 3D kompleksnih struktur)
 3. razmerje med močno jedrsko silo in elektromagnetno silo (od katerega je odvisna stabilnost elementov)
 4. razlika med masama protona in nevtrona (za nastanek zvezd idr.)
 5. moč šibke jedrske sile (za zvezdno proizvodnjo elementov, težjih od helija)
 6. količina produkcije ogljika in kisika v zvezdah (za stabilnost in dolgoživost zvezd)
 7. kozmoška konstanta Λ (njena dejanska majhnost, v primerjavi s teoretskimi pričakovanji)
- itd.

Kako razložiti “natančno naravnost” našega Vesolja?

Obstajajo trije možni načini razlage opažene “natančne naravnosti” (NN) našega Vesolja:

1. Dejansko, resnično (NN) lahko razložimo s “**hipotezo razumnega načrta**” – toda “načrt” <*design*> pomeni smotrnost, teleologijo narave oziroma vesolja <*télos* = gr. smoter, cilj>. Teleološka razlaga ima, splošno rečeno, dve varianti: (A) teizem, (B) panteizem.
2. Navidezno (NN) naj bi nekoč v prihodnosti znanstveno razložili s “**končno teorijo**” ali “teorijo vsega” – toda takšna Teorija, ki naj bi razložila prav vse fizikalne “proste parametre” (konstante), je precej utopična, vsaj z današnjega zornega kota.
3. Navidezno (NN) lahko razložimo z “**antropičnim načelom**” (AN) – toda “učinek opazovalnega izbora”, ki je sestavni del (AN), zahteva, da kot predpostavko sprejmemo “hipotezo multiverzuma”.



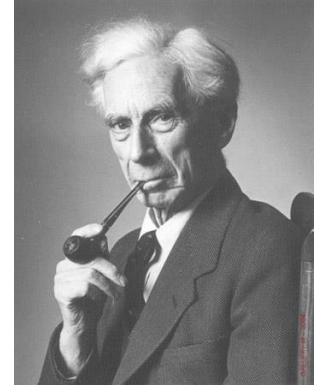
Slika, zgoraj: William Blake, “Starec dni” (The Ancient of Days, 1794, Britanski muzej, London); spodaj: “Globoko polje” (“Deep Field”, Vesoljski teleskop Hubble, 1996).

Bertrand Russell, ironično o svetovnem “razumnem načrtu”

V zgodnjem 20. st. je Russell zapisal:

“Vsi poznate tisti ‘argument načrta’ (*the argument from design*): vse na svetu je narejeno ravno pravšnje, da lahko mi živimo na tem svetu, in če bi bil svet le malce drugačen, na njem ne bi mogli živeti. To je argument načrta. Včasih privzame precej nenavadne oblike; na primer, da imajo zajci bele repke zato, da bi jih lažje ustrelili. Ne vem, kaj bi zajci rekli o takšnem razmišljanju. Tak argument je lahka tarča parodije. Saj poznate tisto Voltairovo pripombo, da je bil nos očitno načrtovan tako, da se prilega očalom ...”

(B. Russell: “Why I am not a Christian”,
v: *The Basic Writings of B. R.*, 1992, str. 589.)



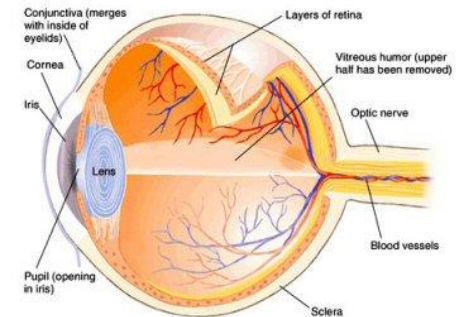
**Bertrand
Russell**
(1872–1970)

Toda na začetku 21. st. imamo v kozmologiji precej razlogov, da:

1. podvomimo o upravičenosti Russellove ironije;
2. da se vprašamo, ali je res nujno biti kristjan (ali širše, teist), da bi sprejeli – vsaj kot resno hipotezo – vesoljni um (*logos*) v eni izmed možnih variant, na primer, kot “evolucijsko panteistični” *imanentni* dejavnik razvoja vesolja? Moj odgovor: ne, teizem ni nujna predpostavka za vesoljni *logos* in/ali *telos*.

Zakaj je kozmološka “natančna naravnost” težji epistemološki problem kakor domnevni “razumni načrt” v biologiji (še pred Darwinom)?

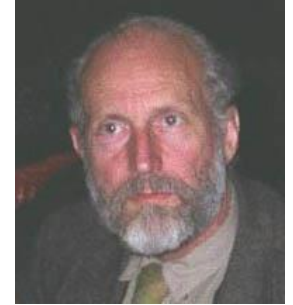
- Angleški teolog in filozof **William Paley** je v knjigi *Naravna teologija* (1802) uvedel analogijo med uro in očesom ter med urarjem in stvarnikom: kot če najdemo uro, recimo nekje v travi, in sklepamo (niti pomislimo ne drugače), da je ta predmet artefakt, ki ga je ustvaril neki urar – tako tudi iz kompleksnosti očesa sklepamo, da je nastalo na osnovi “razumnega načrta”, tj., da ga je ustvaril Bog.
- **Martin Rees**, sodobni angleški kozmolog, komentira: “Ta način razmišljanja v času po Darwinu ni več prepričljiv niti za večino teologov. Vendar pa navidezna natančna naravnost v fiziki ne more biti tako brez oklevanja zavrnjena kakor Paleyove biološke ‘evidence’. Dandanes vidimo vsak biološki organizem kot rezultat dolgotrajnega evolucijskega izbora v simbiozi z njegovim okoljem, toda – vsaj kar zadeva biosfero – so fizikalni zakoni dani in nič ne more učinkovati nazaj na njih.”
- (M. Rees, “Cosmology and the Multiverse”, v: *Universe or Multiverse?*, ur. B. Carr, 2007, str. 60; podčrtal M. U.)



“Antropično kozmološko načelo” (1974)

Brandon Carter je formuliral (AN) v dveh verzijah:

- Šibko antropično načelo (ŠAN) pravi, da –
“moramo biti pripravljeni upoštevati dejstvo, da je naš položaj *<location>* v vesolju *nujno* privilegiran v tem smislu, da je združljiv z obstojem nas samih kot opazovalcev.”
- Močno antropično načelo (MAN) pa pravi:
“Vesolje (tj. osnovni parametri, od katerih je odvisno) mora biti takšno, da dopušča nastanek opazovalcev znotraj sebe na neki [svoji razvojni] stopnji. Če parafraziramo Descartesa: *Cogito ergo mundus talis est* [Mislim, torej svet takšen je].”



Nekateri zagovorniki (AN) poudarjajo epistemološko razliko med (ŠAN) in (MAN), drugi pa jo imajo za nebitveno.

Preliminarna Carterjeva formulacija antropičnega načela pa se glasi:

- “Tisto, kar pričakujemo, da bomo opazovali, mora biti omejeno s pogoji, ki so nujni za našo prisotnost kot opazovalcev.”

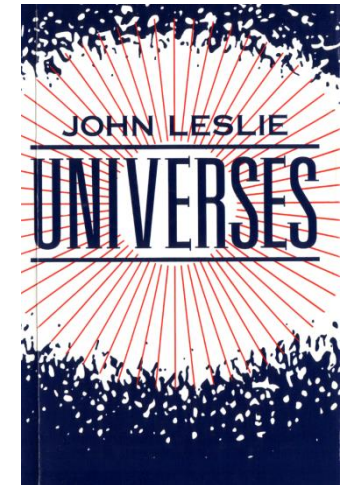
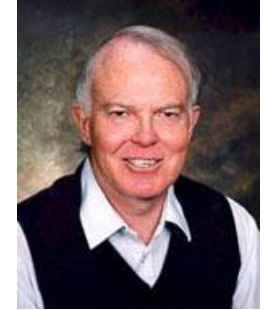
Bistvo antropičnega načela in nasploh “antropičnega razmišljanja” v kozmologiji je učinek opazovalnega izbora *<observational selection effect>*, ki pa je možen le ob predpostavki realnega multiverzuma.

(AN) ima razlagalno moč za (NN) samo tedaj, če predpostavimo obstoj mnogih vesolj/univerzumov (MU-hp)

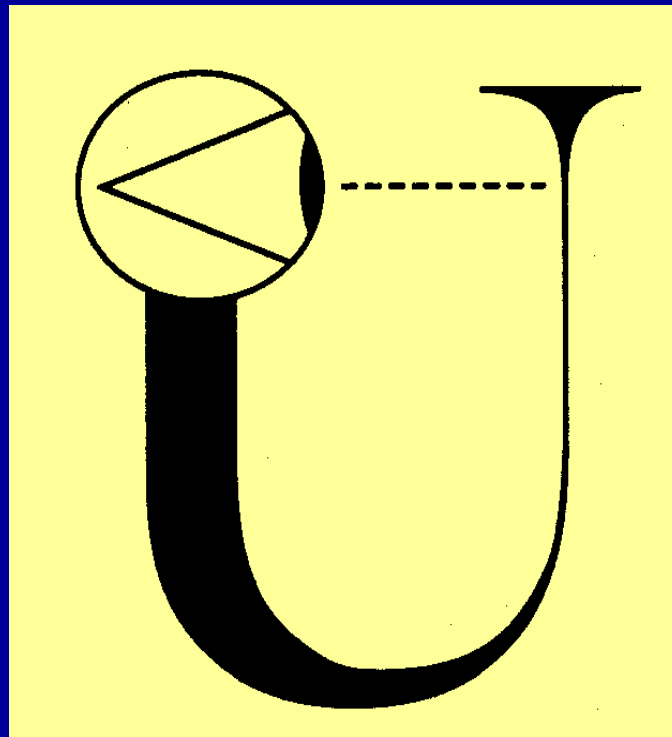
John Leslie, britansko-kanadski filozof, je v svoji knjigi *Vesolja* (*Universes*, 1989) natančno pojasnil, zakaj “učinek opazovalnega izbora” (UOI), ki je bistvena sestavina obeh verzij (AN), razlagalno deluje le v realno obstoječem multiverzumu, tj. v zelo veliki množici drugih resničnih univerzumov, ki pa so zastrti našemu pogledu.

Ta poudarek Leslie ilustrira tudi z zabavnimi zgodbicami, kot so na primer: “Ribiška zgodba”, “Zgodba o strelskem vodu”, “Zgodba o tipkajočem šimpanzu” itd.

- “Predlagani učinek opazovalnega izbora, izražen v teh zgodbicah – namreč dejstvo, da se mora vesolje, katerega opazujemo, uvrščati med življenje dopuščajoča vesolja, kajti, kako bi sicer bili mi, ki ga opazujemo, živa bitja? – ne more delovati, če ne obstaja *več kot samo eno dejansko vesolje*. (Ni učinka opazovalnega izbora brez dejanskih stvari, med katerimi se izbira!) Po drugi strani pa nam množstvo dejanskih vesolj ravno tako ne pomaga dosti, če *z njim ni povezan opazovalni učinek* [... kajti] neko vesolje, ki ne vsebuje življenja, ne more biti nikomur ‘naše vesolje’.” (Leslie, *Universes*, str. 14).



Univerzum, tj. vesolje, na »neki svoji razvojni stopnji«
Opazuje sám(o) sebe – namreč: »skozi« nas ...



Avtor te risbe je fizik
John A. Wheeler
(1911–2008)

Hvala za vašo pozornost!