

*Intervju sa Stephenom Feeneyem –
Teorija inflacije i paralelni svemiri*

Intervju vodilo: uredništvo

Prijevod: Lovre Čulina

Intervju sa Stephenom Feeneyem – Teorija inflacije i paralelni svemiri¹

Intervju vodilo: uredništvo

Prijevod: Lovre Čulina

Intervjui

1) Vaš teorijski pristup sadržan je u teoriji formalno znanoj kao “vječna inflacija.” Možete li u osnovnim crtama reći nešto o njoj te razjasniti u kakvom položaju Vaš rad stoji u odnosu prema standardnom modelu Velikog praska?

Feeney: Inflacija je naziv za period vrlo ranog svemira u kojem se on iznimno brzo širio; u stvari, širenje se eksponencijalno ubrzavalo. Postoje snažni dokazi koje dobivamo iz kozmoloških podataka, kao što je kozmičko mikrovalno pozadinsko zračenje (CMB),² a koji potvrđuju inflaciju međutim mi u suštini želimo znati ZAŠTO se ona dogodila. Morao bi postojati neki fizički proces u ranom svemiru koji bi proizveo period inflacije. Imamo brojne teorije koje opisuju rani svemir, a iznose periode inflacije različitih trajanja (kao i drugih prepoznatljivih karakteristika). Neke od ovih teorija, uključujući i teoriju struna, predviđaju da će, jednom kada inflacija otpočne, uvijek postojati neki dio svemira koji je u stanju inflacije. Prema ovom scenariju, inflacija završava samo u pojedinim regijama omogućujući tako formiranje struktura kao što su galaksije, zvijezde i planeti. Ovaj pogled na inflaciju naziva se vječna inflacija (Pogledajte odgovor na treće pitanje, u njemu je sadržan odgovor na dio ovog pitanja koji se tiče Velikog praska).

¹ **Stephen Feeney** je kozmolog i postdoktorski istraživački suradnik na UCL-u (University College London), a istraživanje povodom kojeg nam je dao ovaj intervju vršio je u timu pod vodstvom **Hiranye Peiris** (r. 1973.), kozmologinje s Odsjeka za fiziku i astronomiju na UCL-u. Oni su analizom podataka koje je godinama prikupljala NASA-ina sonda Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP) koja mjeri razlike u temperaturi mikrovalnog

pozadinskog zračenja pokušali pružiti opservacijske dokaze za inflacijski model svemira. Jedna interpretacija tih podataka upućuje na postojanje tzv. “paralelnih svemira,” što bi bio prvi dokaz takve vrste uopće. Rezultate istraživanja objavili su 2011. godine u časopisu *Physical Review D*.

² Eng. Cosmic Microwave Background (hrv. kozmička mikrovalna pozadina ili kozmičko mikrovalno pozadinsko zračenje)

2) *Kako biste objasnili koncept “mjehurastih svemira?” Možemo li išta reći o prirodi drugih “mjehurastih svemira,” tj. o njihovim fizikalnim zakonima? Postoji li mogućnost da su ti fizikalni zakoni drugačiji od onih našeg svemira i, ako je tako, kakve bi to implikacije imalo na pojam “fizikalnog zakona” (zakona prirode) po Vašem mišljenju?*

Feeney: U vječnoj inflaciji dio svemira uvijek je pod inflacijom, a to sprječava nakupljanje atoma i tamne materije u gravitacijski vezanim strukturama. Međutim inflacija se može zaustaviti lokalno, unutar takozvanih “mjehura” i to kroz procese analogne onima koji se odvijaju pri formaciji mjehura pare u kipućoj vodi. Ovi mjehuri niču odvojeni od ostatka prostora zidom, a zatim započinju s naglim širenjem. Zbog ovog širenja svaki mjehur može sadržavati svemir koji lokalno može izgledati prostorno “ravan” npr. euklidski. Unutar mjehura inflacija završava te se s vremenom (ako su uvjeti unutar mjehura odgovarajući) mogu formirati zvijezde, galaksije i planeti. Skup mjehurastih svemira ugrađenih u inflacijsku pozadinu često se naziva multiverzum. Model Velikog praska predlaže da je naš svemir započeo iz beskonačno male točke: ako je vječna inflacija ispravna onda je Veliki prasak jednostavno trenutak u kojem je naš mjehur nastao.

Svaki mjehur potencijalno se može uvelike razlikovati od drugih. Razlike ovise o specifičnoj teoriji koja implementira vječnu inflaciju, ali zasigurno je moguće da fundamentalne konstante prirode, kao što su masa elektrona ili Newtonova gravitacijska konstanta, variraju između mjehura. Varijacije u ovim veličinama rezultirale bi svemirima koji bi izgledali znatno drugačije: neki će izgledati baš kao i naš, neki će izgledati u potpunosti drugačije, a neki će gotovo odmah doživjeti kolaps i nestati. Mnogo se rada ulaže u određivanje vjerojatnosti navedenih scenarija.

3) *Kozmičko mikrovalno pozadinsko zračenje igra ključnu ulogu u gotovo svim kozmološkim istraživanjima danas pa tako ni Vaše istraživanje u tom kontekstu nije iznimka. Možete li objasniti ulogu koju kozmičko mikrovalno pozadinsko zračenje igra u Vašem radu i zašto je ono tako važno?*

Feeney: CMB je iznimno značajno jer predstavlja najstariju sliku svemira koju možemo dobiti (barem za sada). U ranom stadiju svemir je bio toliko vruć i gust da su čestice svjetlosti (fotoni) putovale tek mikroskopskim udaljenostima prije nego što bi se sudarile s drugim česticama. Oko

380 000 godina nakon Velikog praska svemir se ohladio dovoljno da su ovakvi sudari postali rijetkost. Ovo nam omogućuje promatranje fotona emitiranih u tom vremenu tj. oko 13,7 milijarda godina prije sadašnjosti! Ovo nam pruža sliku svemira nevjerovatne starosti, pokazujući pritom kako su izgledale fluktuacije koje su se formirale u galaksije i nakupine, davno prije negoli se ijedna zvijezda formirala.

Detektirali smo CMB fotone iz svih smjerova i izvanredno je to što su njihove energije jednake u odnosu jednog dijela prema 100 000. Sićušne razlike što ih uočavamo u energiji upućuju da je naš svemir, u svom vrlo ranom stadiju, bio gotovo potpuno ravan, ali je isto tako sadržavao male devijacije koje su kolabirale pod utjecajem gravitacije čime su formirane strukture koje vidimo danas. Proučavanjem ovih devijacija možemo testirati fizikalne modele koji opisuju rani svemir jer ovi modeli moraju uspješno predviđati uzorke koje promatramo. Ako je vječna inflacija točna onda nam proučavanje CMB-a omogućuje da ograničimo modele multiverzuma! Mi očekujemo da su se kolizije među mjehurima zbile rano u povijesti našeg svemira upravo stoga njihovi bi otisci potencijalno mogli biti nađeni u CMB-u.

Nadalji signal CMB-a koji vidimo danas također sadrži i informacije o strukturama evoluiranim od vremena kada je CMB emitiran. Fotoni CMB-a skreću s kursa zbog velikih nakupina tamne materije, raspršeni su od strane vrućeg plina te kasnije u vremenu potpadaju pod utjecaj tamne energije. Prema tome CMB je iznimno zanimljiv skup podataka i može nam reći mnogo o punom rasponu povijesti svemira.

4) *Što možemo reći o prirodi "medija" unutar kojeg se takozvani mjehurasti svemiri nalaze, a kojeg pojedini kozmolozi nazivaju "hiperprostorom?" Možete li obrazložiti pojavu sudara među "mjehurima" i zašto su oni međusobno zauvijek izvan dohvata jedni drugima?*

Feeney: Prostor između mjehura vječno se nalazi u procesu inflacije. Ovaj proces osigurava međusobno udaljavanje mjehura, tj. potiskuje ih sve dalje i dalje jedne od drugih međutim u nastalom prostoru kontinuirano se proizvodi sve više i više mjehura. Ako se mjehuri formiraju dovoljno brzo, prije ili poslije će se dva mjehura formirati dovoljno bližu te će se sudariti prije negoli ih pozadinsko širenje međusobno udalji. Međutim ako se mjehuri formiraju manjom brzinom, oni će se formi-

Intervjui

rati tako daleko jedan od drugog da nikada neće moći ostvariti kontakt: da bi se ovo dogodilo mjehuri bi morali rasti brže od brzine svjetlosti.

5) *Prema scenariju (modelu) vječne inflacije druge mjehuraste svemire nije moguće promatrati. Ova činjenica dovodi Vas u specifičnu situaciju po pitanju empirijske metode istraživanja. Možete li stoga objasniti, u kratkim crtama, eksperimentalnu metodu kojom se koristite kako biste podržali Vaša predviđanja i dokazali hipoteze? Posebice nas zanima kojom se metodom služite kako biste promatrali sudare između "mjehura?"*

Fizika i
filozofija

Feeney: Pri sudaru dvaju mjehura energija iz takvog sudara prenosi se u unutrašnjost mjehurâ. Iako je nemoguće vidjeti izvan mjehura, ipak je moguće vidjeti učinke ovog prijenosa energije na sadržaj našeg mjehura. Teorija nam kaže kako će učinci toga biti vidljivi u CMB-u kao i u struktura-
ma velikih dimenzija: filamenti i nakupine galaksija koje vidimo u velikim astronomskim istraživanjima. U našem radu usredotočili smo se na CMB, tragajući pritom za uzorcima za koje se predviđa da ih sudari ostavljaju. Očekuje se da bi trag takvih sudara trebao izgledati kao kružna vruća ili hladna točka. Do sada nismo zabilježili nijedan trag sudara u podacima koje trenutno imamo o CMB-u. Međutim postoje četiri zanimljive regije koje bi mogle biti slabi signali. U planu nam je pobliže testirati navedene regije koristeći se podacima posljednjeg eksperimenta CMB-a, Planckovog satelita, koji će biti dostupni tokom 2013. godine.

Ne možemo pobiti vječnu inflaciju ako ne nađemo dokaze za sudare mjehura u CMB-u: moguć je slučaj da se mjehuri formiraju stopom preniskom za pojavu sudara. Međutim možemo barem postaviti granice za prosječan broj očekivanih tragova sudara mjehura. Samo zato što nema zabilježenih tragova sudara u CMB-u našeg neba to ne znači nužno da se oni ne događaju: možda se samo nalazimo unutar sretnog mjehura koji nije pretrpio sudar! Na temelju naših analiza, odredili smo kako bismo trebali vidjeti najviše dva traga sudara po CMB nebu. Prema tome možemo ograničiti modele fizikalnih procesa koji se zbivaju pri energijama barem 10 000 000 puta većima od onih koje možemo testirati u velikom hadronskom sudaraču.