

Znanost

ASTROFIZIKA - RAZGOVOR S VODEĆIM KOZMOLOGOM DANAŠNICE

Gott: Svemir je sam sebi majka

Danas vjerujemo kako je svemir započeo svoje postojanje nakon faze vrlo brze ekspanzije nazvane inflacija, prilikom Velikog praska. Profesor Linde pokazao je mogućnost da kvantni efekti stvaraju iz tako napuhnutoa svemira nove svemire, poput grana koje rastu iz debla. Svaka grana izraste u zasebno deblo i iz nje tada izniknu nove grane. No, još se uvijek možete zapitati odakle je došlo ono početno deblo. Li-Xin Li i ja predložili smo model u kojemu se jedna od grana savija natrag u prošlost i izrasta u vlastito deblo. To je model u kojemu je svemir sam sebi majka, s malom vremenskom petljom na samom početku

Dejan Vinković

J. Richard Gott III zainteresirao se za gravitaciju još prije pedesetak godina, kad je, kao dječak, izrazio nezadovoljstvo opisom gravitacije u nekoj knjizi koju mu je ponudila knjižničarka. U međuvremenu, pretvorio je taj svoj interes u životno zvanje i sam je, kao astrofizičar, pridonio boljem razumijevanju gravitacije.

Svojim strašću prema astronomiji isticao se već u ranoj mladosti. Kao srednjoškolar, pokupio je nekoliko nagrada na znanstvenim natjecanjima. Diplomirao je matematiku na Sveučilištu Harvard 1969. godine. Samo tri godine kasnije dovršio je posebno nagradenu doktorsku radnju na Sveučilištu Princeton, na kojemu je proveo i veći dio svoje kasnije karijere.

Gott je poznat po svom opširnom radu na velikim strukturama u svemiru, kao i po teoriji nastanka svemira. Radovi posvećeni gravitaciji doveli su ga do nekoliko važnih teorijskih otkrića, uključujući i mogućnost vremenskog putovanja u prošlost. Gottova dostignuća protežu se i na znanstveno obrazovanje. Nekoliko puta studen-ti su ga birali za svog najboljeg profesora. Aktivno je uključen u promociju znanosti u javnosti, a posebno među srednjoškolicima.

Razgovaramo s njim o mogućnostima putovanja kroz vrijeme, o tome kako je svemir sam sebi majka, o važnosti znanstvene fantastike, o tome zašto bi netko upočeo vjerovatno njegovim teorijama te zašto bi svi morali znati nešto više o znanosti.

● Putovanje kroz vrijeme

opisano je u mnogim SF knjigama i filmovima. Za razliku od fantastike, vi se bavite znanostu. Stoga, osnovno je pitanje: je li moguće putovati kroz vrijeme?

- Einstein je još 1905. godine pokazao da je putovanje u budućnost moguće u kontekstu njegove specijalne teorije relativnosti. U skladu s tom teorijom, satovi mogu kucati sporije. Ako stavimo atomske satove na avion i pošaljemo ih na put oko svijeta, oni bi nakon povratka kasnili 59 nanosekundi (milijarditi dio sekunde). Ako, dakle, želite posjetiti Zemlju 3000. godine, sve što trebate učiniti jest da sjednete na svemirsku raketu i da putujući brzinom 99.995 posto brzine svjetlosti, odete do neke zvijezde udaljene 500 svjetlosnih godina, okrenete se i vratite istom brzinom. Nakon povratka, Zemlja bi bila 1000 godina starija, ali vi biste ostarjeli za samo 10 godina.

Najveći vremenski putnik do sada je kozmonaut Sergej Evdejev koji je na svemirskoj stanici Mir proveo tijekom triju boravaka ukupno 748 dana. Kad se vratio na zemlju, ostario je pedesetinku sekunde manje nego da je za to vrijeme bio kod kuće.

Putovanje u prošlost znatno je teže, ali je teorijska mogućnost dozvoljena Einsteinovom općom teorijom relativnosti. Prostor i vrijeme su zakrivljeni, i moguća su rješenja jednadžbi koja su dovoljno iskrivljena da vam dopuštaju da se okrenete u vremenu unatrag i prisustvujete događaju iz vlastite prošlosti. Pitanje je, međutim, mogu li se ta rješenja realizirati u našem svemiru.

● Postoji nekoliko univerzalnih pitanja koja si je čov-

ječanstvo postavljalo od samoga svog početka. Jedno je od njih začetak svega, začetak svemira. Imate li odgovor i na to pitanje?

- Danas vjerujemo kako je svemir započeo svoje postojanje nakon faze vrlo brze ekspanzije nazvane inflacija, prilikom Velikog praska, što je nedavno i potvrđeno opažanjima kozmičkog mikrovalnog zračenja. Profesor Linde sa Sveučilišta Stanford pokazao je mogućnost da kvantni efekti stvaraju iz tako napuhnutoa svemira nove svemire, poput grana koje rastu iz debla. Svaka grana izraste u zasebno deblo i iz nje tada izniknu nove grane.

No, još se uvijek možete zapitati odakle je došlo ono početno deblo. Li-Xin Li i ja predložili smo model u kojemu se jedna od grana savija natrag u prošlost i izrasta u vlastito deblo. To je model u kojemu je svemir sam sebi majka, s malom vremenskom petljom na samom početku.

● Je li moguće testirati tu vašu teoriju o samo-stvarajućem svemiru?

- Kada smo izmislili taj model, ustanovili smo da on predviđa postojanje smjera vremena. Jedna od stvari koje uočavam u našem svemiru jest ta, da će, ako ovdje protresete električni naboj, elektrone, oni izračiti valove svjetla koji će brzinom svjetlosti stići do zvijezde Alfa Centauri nakon četiri godine. Klasične fizičke jednadžbe, međutim, dopuštaju i da zrake svjetla putuju prema prošlosti i dostignu Alfa Centauri četiri godine unatrag. Ali to nikada ne uočavamo. Budući da zakoni fizike to ne ograničuju, pretpostavljamo da odgovor mora biti skriven u samim počet-

nim uvjetima nastanka svemira. U našem modelu postoji vrlo jednostavno objašnjenje. Zrake svjetlosti mogu putovati jedino prema budućnosti, ili svemir uopće ne bi ni postojao. Svaka takva zraka izašla je iz jedne od tih grana i bez problema nastavila putovati. Kad bi zraka puvala prema prošlosti, završila bi u toj početnoj vremenskoj petlji i uništila se u beskonačnom krugu. Ubuduće morat će se vidjeti kako se naša slika svemira uklapa u bilo koju drugu, potencijalno, novu teoriju svega toga.

● Često koristite primjere iz znanstvene fantastike ne bi li objasnili kompliciranu fiziku i matematiku koja stoji iza vaših teorija.



J. Richard Gott III., kozmolog i profesor astrofizike na Sveučilištu Princeton

nim uvjetima nastanka svemira.

U našem modelu postoji vrlo jednostavno objašnjenje. Zrake svjetlosti mogu putovati jedino prema budućnosti, ili svemir uopće ne bi ni postojao. Svaka takva zraka izašla je iz jedne od tih grana i bez problema nastavila putovati. Kad bi zraka puvala prema prošlosti, završila bi u toj početnoj vremenskoj petlji i uništila se u beskonačnom krugu. Ubuduće morat će se vidjeti kako se naša slika svemira uklapa u bilo koju drugu, potencijalno, novu teoriju svega toga.

● Često koristite primjere iz znanstvene fantastike ne bi li objasnili kompliciranu fiziku i matematiku koja stoji iza vaših teorija.

- Mislim da je znanstvena fantastika vrlo zanimljiva jer vrlo često razne ideje budu prvo istražene u znanstvenoj fantastici, da bi ih kasnije istražili i znanstvenici. Na primjer, moja omiljena SF knjiga »Vremenski stroj« H. G. Wellsa napisana je 1895. To je deset godina prije Einsteinove posebne teorije relativnosti. U to doba, s Newtonovom teorijom gravitacije, putovanje kroz vrijeme izgledalo je nemoguće. Isto se može reći i za knjigu Carla Sagana »Kontakt«, o putovanju kroz vrijeme pomoću takozvanih crvotočina. Stoga smatram da znanstvena fantastika često potiče na zanimljiva znanstvena istraživanja.

● Čak ni mnogi fizičari ne

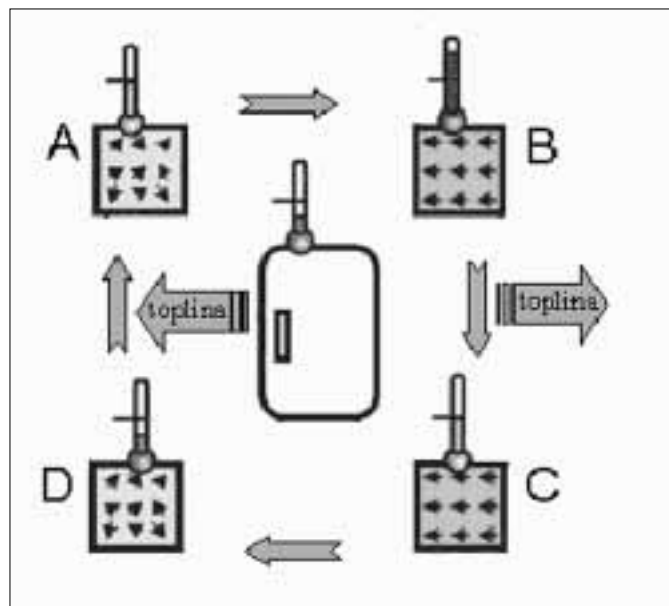
Magnetski hladnjaci uskoro u kuhinjama?

Ima tvari koje se griju kad dospiju u magnetsko polje, a hlade kad ono prestaje djelovati na njih, pa bi se mogle koristiti za hladnjake. Pritom bi se potrošena električna energija iskoristila u mnogo većem postotku teorijske iskoristivosti nego što to uspijeva u klasičnim hladnjacima s amonijakom ili freonom

Već je dugo poznato da se toplina može osloboditi pri magnetiziranju nekih materijala, dok se pri obrnutom procesu, demagnetiziranju, ona apsorbiraju. To je svojstvo, između ostaloga, korišteno i pri istraživanjima za postizanje ekstremno niskih temperatura, onih od samo nekoliko milijuntih dijelova stupnja iznad apsolutne ničice (oko minus 273 stupnja Celzija). Nedavno su nizozemski znanstvenici objavili rezultate takozvanih magnetokaloričnih istraživanja kristalica tvari koja ima kemijsku formulu MnFePt_{0.45}As_{0.55} (mangan-željezo-platina-arzen), a za koju tvrde da bi se vrlo efikasno mogla koristiti za magnetsko hlađenje u kuhinjskim hladnjacima.

Bez amonijaka i freona, a efikasnije

Magnetsko hlađenje ne koristi kemikalije koje uništavaju ozonski omotač (freone) niti neugodni amonijak. Druga je pogodnost veća korisnost magnetskog hladnjaka u usporedbi sa sadašnjim hladnjacima. Dok najefikasniji hladnjaci postižu četrdeset posto teorijski najveće moguće iskoristivosti potrošene električne energije, u magnetskom hladnjaku ta efikasnost dostiže i šezdeset posto. Veća korisnost znači veću uštedu električne energije, a time manju potrošnju goriva, manje zagrijavanje okoline i manju emisiju ugljičnog dioksida. No, za postizanje tako visoke korisnosti potrebno je upotrijebiti vrlo jaka magnetska polja koja je teško ostvariti u »kuhinjskim« uvjetima. Za to bi trebalo koristiti supravodljive magnete koji za sada ne rade pri sobnoj temperaturi. Zato su istraživanja usmjerena prema



Princip rada magnetskog hladnjaka: rashladna tvar na početku (A) je na temperaturi okoline. Primjenom magnetskog polja spinovi se usmjeravaju u pravcu polja, zbog čega raste temperatura tvari (B). Tada se tvar u kontaktu s okolinom hladi na temperaturu okoline (C), predajući joj toplinu. Isključenjem magnetskog polja spinovi se dezorijentiraju, što je popraćeno hlađenjem tvari (D). Tada hladnjača uzima toplinu od hladnjaka i grije se na početnu temperaturu (A). Taj se proces ponavlja, a ukupni rezultat je odvođenje topline iz hladnjaka u okolinu.

sintezi tvari koja će isti efekt postići pri slabijim magnetskim poljima, ostvarivim i pomoću običnih stalnih magneta.

Hlađenje pomoću nerada

Magnetska svojstva tvari posljedica su njihove mikroskopske strukture koju možemo smatrati skupom elementarnih magnetića. Katkad su ti elementi pojedinačni atomi, a često su to nakupine velikog broja atoma ili molekula. Kao osnovna jedinica magnetizacije često se koristi spin (snop) tih elementarnih magnetića. Kada tvar stavimo u magnetsko polje – a to je područje između polova stalnog magneta ili područje unutar zavojnice kojom teče električna struja – dolazi spinovi elementarnih magnetića usmjeravaju se u smjeru magnetskog polja, to jest tvar se magnetizira. Neke

njaka. Budući da je hladnja od tog prostora, tekućina uzima na sebe toplinu i prelazi u plinovit stanje. Cijevima odlazi u prostor izvan hladnjaka gdje kompresor ponovno sabija isti plin i pretvara ga u tekućinu. Kompresor za to troši električnu energiju i proizvodi toplinu u okolini. A toplina se manifestira i kao povećani nered u okolini.

Tako između magnetskog i klasičnog hladnjaka postoji analogija u načinu rada. U magnetskom se hladnjaku koristi prijelaz između usmjerenog i neusmjerenog stanja, a u klasičnom prijelaz između tekućeg i plinovitog. Ti prijelazi između uređenog i neuređenog stanja koriste se za izvlačenje topline sa željenih mjesta i njeno odvođenje u okolinu.

Tajne majstora kuhinje

Opasnosti današnjeg hladnjaka poznate su: iscuri li amonijak, nastaje užasan smrad, a istekne li freon, uzrokovat će se dugotrajno osiromašivanje ozonskog sloja. Magnetski hladnjak neće imati te opasnosti, jer će medij za prijenos topline između tvari i unutrašnjosti hladnjaka moći biti zrak ili voda. No, istraživači ne spominju kakva su svojstva magnetskih tvari koje će se primjenjivati: jesu li otrovne, štete li zdravlju, koliko su skupe. To će postati bitno čim se pomisli na komercijalnu upotrebu. Valjda istraživači i trgovci neće sakriti eventualne nepovoljne činjenice u strahu da ne odbiju kupce koji bi pohrlili u nabavku novih hladnjaka. No, istraživanja su zasad na laboratorijskoj razini, a kuhinjski hladnjak takve vrste tek je teorijska zamisao.

Damir Pajić

U ISČEKIVANJU DOVRŠETKA NAJVEĆEGA SVJETSKOG AKCELERATORA ČESTICA

Hoće li uskoro materija otkriti neke od svojih najdublji tajni?

Sa svojih 27 kilometara dugačkim kružnim tunelom LHC će biti najmoćnija sprava te vrste na svijetu i razbijat će čestice pri čijim će se sudarima oslobađati energija poput one u prvot trilijunki sekunde nakon Velikog praska/ Zračenje iščezavajućih crnih rupa u LHC-u bilo bi dovoljno za dokazivanje njihova kratka postojanja

Kad napokon bude dovršen 2005., najveći svjetski akcelerator čestica, Large Hadron Collider (LHC) u CERN-u, europskom laboratoriju za atomsku fiziku nedaleko od Ženeve, moći će uskoro stvarati crne rupe svake sekunde.

Ti će maleni »crni« fenomeni možda napokon dati znanstvenicima potkrepljenje teorije o postojanju skrivenih dimenzija u prostoru.

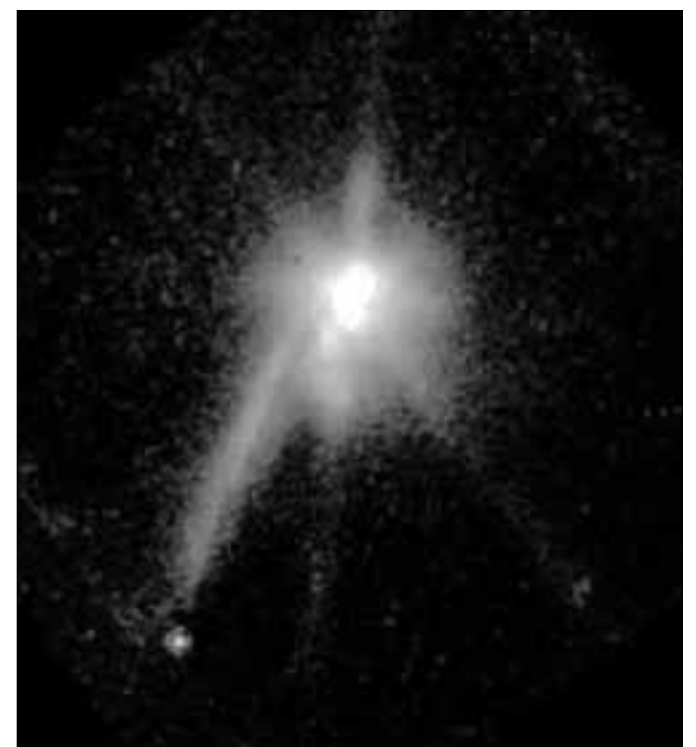
Sa svojih 27 kilometara dugačkom kružnom tunelom LHC će biti najmoćnija sprava te vrste na svijetu i razbijat će čestice pri čijim će se sudarima oslobađati energija poput one u prvot trilijunki sekunde nakon Velikog praska.

Kod tako ekstremnih energija fizičari se nadaju da će materija otkriti neke od svojih najdublji tajni, poput one kako to da ima masu, nagadaju Savas Dimopoulos s kalifornijskog sveučilišta Stanford i Greg Landsberg s Brownova sveučilišta u Providenceu, Rhode Island.

Crne rupe su »tamni i masivni gusari interstelarnog prostora«, koji nastaju kad ugašenu zvijezdu »usiše« vlastita gravitacija i pritom sabijanju goleme mase u mali prostor stvarajući se veliko gravitacijsko polje koje privlači sve što mu se približi uključujući i svjetlo.

LHC će stvarati crne rupe sabijanjem goleme količine energije u malene volumene. Te će rupe biti oko milijun puta manje nego atomska jezgra i opstati će samo na trenutak.

Glasovit je fizičar Stephen Hawking predvidio još sedamdesetih godina prošlog stoljeća da crne



rupe hlape otpuštajući svoju energiju.

U svemirskim razmjerima kod astrofizikalnih crnih rupa taj proces traje vrlo dugo, ali vrlo malene crne rupe mogle bi trajati koliko i »pahuljica snijega u paklu«, kako je to slikovito izrekao jedan znanstvenik.

Dimopoulos i Landsberg pojašnjavaju da bi zračenje iščezavajućih crnih rupa u LHC-u bilo dovoljno za dokazivanje njihova kratka postojanja.

To bi tek, naime, bila potvrda točnosti Hawkinsovih pretpostavki koje dosad još nisu iskušane u praksi.

Još je intrigantnija mogućnost da bi otkriće Hawkingova zračenja moglo otkriti ključne činjenice o gradbi svemira.

Mnoge teorije o postanku života u svemiru slažu se da vrlo vjerojatno pos-

tu. ● Bili ste predsjednikom sudaca nacionalnog Westinghousea i Intelova natjecanja znanstvenih talenata, prestižnog znanstvenog natjecanja srednjoškolaca. Kako srednjoškolicima objašnjavate tako kompleksnu teorijsku fiziku?

- Važna stvar koju želimo naglasiti tim natjecanjima jest da se srednjoškolarci zapravo mogu baviti znanstvenim istraživanjima. Mislimo da je to jedan od najboljih načina otkrivanja znanstvenih talenata. Srednjoškolarci uistinu mogu raditi na vrhunskim znanstvenim projektima. Mogu raditi za znanstvenike na sveučilištima, a mnoge projekte moguće je provesti u vlastitom podrumu. Velik je dio znanosti i učenje kroz znanstveni rad.

● Zašto bi djeca trebala učiti takve »dosadne« znanstvene predmete ako će samo mali broj njih postati znanstvenici?

- Prije svega, znanstvene predmete ja bih opisao kao zabavne, ne kao dosadne. Mislim da je vrlo važno izložiti srednjoškolce znanosti. Morate znati nešto o znanosti da biste razumjeli moderan svijet oko sebe. Ako hoćete biti političar, možda ćete se morati baviti znanstvenim pitanjima. Ako ćete voditi neki biznis, znanstvena razmatranja možda će se pojaviti kao dio odluka koje ćete morati donijeti o budućnosti kompanije - treba li koristiti neku tehnologiju ili ne, i zašto, na primjer. Zato mislim da je znanstvena edukacija nešto što je ljudima vrlo korisno.

Proširenu verziju razgovora možete pročitati na Internet adresi: www.znanost.org

Privedila Snježana Babić Višnjic