ISTORIJSKI EKSPERIMENT SIMULIRANJA „VELIKOG PRASKA“

Potpukovnik mr *Nebojša Gaćeša*, dipl. inž.
Uprava za školstvo

U međunarodnoj laboratoriji Evropske organizacije za nuklearna istraživanja (CERN – Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire), u blizini Ženeve, na francusko-švajcarskoj granici, 10. septembra 2008. godine, započeo je istorijski eksperiment simuliranja „Velikog praska“, koji mnogi naučnici smatraju najvećim eksperimentom u ljudskoj istoriji.

CERN je smešten u oko hiljadu zdanja u Švajcarskoj i Francuskoj (nadzemni objekti su većinom u Švajcarskoj, a podzemni uglavnom u Francuskoj). Okuplja oko 6 500 istraživača sa 500 univerziteta iz osamdesetak zemalja, uključujući i Srbiju, koje opslužuje oko tri hiljade stalno zaposlenih. Osnovan je 1. juna 1953. godine, a jedan od osnivača bila je i naša zemlja. Osnivački akt u ime FNRJ potpisao je naš čuveni naučnik i bivši predsednik Srpske akademije nauka i umetnosti – akademik Pavle Savić, koji je bio i jedan od osnivača i prvi direktor Nuklearnog instituta Vinča.

Jugoslavija je 1961. godine istupila iz članstva u Evropskoj organizaciji za nuklearna istraživanja, a krajem oktobra ove godine predstavnici naše vlade podneli su molbu za u članjenje Srbije u ovu organizaciju.

U najvećem naučnom poduhvatu u istoriji, sudaranjem snopova protona koji se kreću gotovo svetlosnom brzinom, naučnici će pokušati da dočaraju prvih nekoliko delića sekundi posle „Velikog praska“ (Big Bang), strahovite eksplozije u kojoj je pre oko 13 milijardi i 700 miliona godina nastao kosmos. Cilj je da se otkriju tragovi „neuhvatljive“ ili „Božije čestice“ koja je, kako se pretpostavlja, izvor mase za sve ostale elementarne čestice, odnosno, da se ko-

načno dokažu takve dosadašnje naznake. Time bi čovečanstvo bilo blizu odgonetanja ustrojstva čitavog kosmosa i najsitčušnijih tvari. Ova čestica nazvana je i Higsov bozon, prema škotskom istraživaču Piteru Higsu.

Simulacija lova na Higsov bozon

Veliki hadronski sudarač – kcelerator LHC (perspektiva pod zemljom)

U tu svrhu izgrađen je najveći, najsloženiji i najskuplji akcelerator – „Veliki hadronski sudarač“ (LHC – Large Hadron Collider), koji predstavlja graditeljski poduhvat bez premca, s obzirom na to da je ova veoma skupocena mašina položena u 27 km dugačak kružni prsten, koji se nalazi na dubini od sto metara ispod zemlje. Izgradnja tog kompleksa tajala je 14 godina i koštala 8 milijardi dolara. Kružni tunel se većim delom proteže ispod Francuske, a manjim ispod Švajcarske.

Akceleratori su, inače, veliki uređaji koji ubrzavaju elementarne čestice (elektrone, protone). To se najčešće postiže tako što snop čestica kruži u jakom magnetnom polju koje mu dodaje energiju u svakom okretu. Osnovna ideja je da se tako ubrzanim snopovima gađa neka meta ili da se snopovi međusobno sudare, kako bi se oslobodila velika energija iz koje mogu da nastanu nove čestice. Pomoću njih LHC će omogućiti da se potvrde i razreše neke tajne standardnog modela, teorije koja opisuje strukturu materije, odnosno, onog od čega je čitav svet sačinjen.

Prema današnjoj najprihvaćenijoj teoriji standardni model kosmosa zasniva se na tri ključne pretpostavke:

- prva pretpostavka podrazumeva da je celokupna materija sačinjena od dve grupe čestica – šest leptona i šest kvarkova. Imajući u vidu da svakoj odgovara po jedna antičestica, broj se udvostručuje, pa tako imamo 24 osnovne ili „gradivne ciglice“;
- druga pretpostavka jeste da međudejstva (interakcije) čestica, opisana matematičkim zakonima, počivaju na tri sile – slaboj, elektromagnetskoj i jakoj. Pri tome se u malom svetu elementarnih čestica zanemaruje gravitaciona sila;
- treća pretpostavka je da se dejstvo ili prenošenje sila obavlja razmenom čestica, pri čemu svakoj vrsti naboja odgovara određena čestica prenosilac (bozon).

U podzemlju CERN-a nalaze se četiri lanac-akceleratora: čestice kreću iz najmanjeg i, ubrzavajući se, prelaze u sve veće, a na kraju stižu u najveći – „veliki hadronski sudarač“.

Velika slika: Otisak u sudaru protonskih mlazeva

Slika u levom okviru: izgled podzemnih tunela

Slika u desnom okviru: deo najvećeg akceleratora na svetu

Takođe, zbog stvaranja ogromne temperature usled sudara čestica, nekoliko dana ranije otpočelo je i hlađenje tečnim helijumom kakvo do sada nije postojalo: do 270°C ispod nule (ili 1,8°K), što je veoma blizu apsolutne nule (to je jedna od najnižih temperatura u univerzumu, što je niže od temperature u otvorenom svemiru).

U ovom ogromnom akceleratoru ubrzavaju se snopovi protona gotovo do svetlosne brzine, poslednje poznate i priznate granice; svaki će projuriti 11.245 puta u sekundi. Zatim se proučavaju tragovi kako bi se stiglo do poslednjeg, krajnjeg, od kojeg je sve satkano, tj. do atomosa, kako ga je pre dve i po hiljade godina nazvao Demokrit iz Abdere.

Ako u sudaru ima dovoljno energije nastaju nove čestice i nove količine energije, jer se energija i materija – prema čuvenoj jednačini Alberta Ajnštajna ($E = mc^2$) – pretvaraju jedna u drugu. Što je energija ubrzanja veća, to se dublje prodire u materiju.

Većina do sada poznatih ubrzivača i sudarača ipak nije toliko velika i neobična, kao npr. televizor (koji to isto predstavlja u malom). Kod televizora elektrone ispušta zagrejana žica, ubrzava ih električno polje, usmerava magnetsko, a elektroni se otkrivaju – detektuju kada pogode ekran.

„Veliki hadronski sudarač“ sastavljen je od podzemnog koluta sa dve cevi, u kojima se ubrzavaju „reke protona“, u suprotnim smerovima, svaki energije do sedam TeV, i četiri detektora, u kojima se posmatraju sudari. Snažnim magnetima, indukcije do 8 Tesla, postavljenim sa strane, mlazevi čestica se savijaju da bi strujali kružnim tokom. Na mestima sudara njihova energija se udvostručuje na 14 TeV.

Svaki proton dostiže gotovo svetlosnu brzinu koja je približno 300.000 km/s, a u tački sudara temperatura dostiže deset hiljada milijardi °C, i više. Zato se magneti hlade tečnim helijumom.

Akceleratori predstavljaju i svojevrсни džinovski mikroskop u kojem se kroz detektore – elektronske oči – posmatra sastav subatomske čestice, toliko stisnutim da razmaci među njima ne prelaze jedan femtometar (bilijarditi deo metra ili 10^{-15}). Ovi detektori imaju i svoje nazive: ogromni detektor ATLAS, uporedo sa drugim LHC-ovim džinom od detektora CMS-om, pokušaću da u tom mnoštvu ulove pomenuti Higsov bozon, misterioznu, teorijom predskazanu česticu koja je „odgovorna“ za masu u svemiru.

Finalne pripreme u tunelu LHC-a

Detektor ATLAS

U pratećim eksperimentima, veliki broj novonastalih raznovrsnih čestica osvetliće i stanje u ranom univerzumu, neposredno posle Velikog praska, razrešiti dileme o teoriji supersimetrija i odgovoriti na pitanje zašto svet nije načinjen od antimaterije, već samo od materije. Zanimljivo je da su ovogodišnji dobitnici Nobelove nagrade za fiziku japanski naučnici koji se bave problematikom materije i antimaterije. Nakoto Cobajaši, Tošihide Masakava i Joičiro Nambu su objasnili anomalije u prirodi materije i porekla univerzuma koji je nastao u „Velikom prasku“.

Sudari, odnosno događaji, proučavaće se na četiri mesta (tri u Francuskoj i jedno u Švajcarskoj), tamo gde su detektori postavljeni, radi snimanja 800 miliona proton-proton sudara u sekundi. Iz svakog sudara slivaće se po deset miliona podataka, što predstavlja do sada nezabeleženu

Detektor CMS na LHC-u

količinu izračunavanja. Stručnjaci su u tu svrhu predložili projekat i izradu specijalne računarske mreže, pošto nijedan postojeći superkompjuter nije u stanju da se uhvati u koštac sa tolikim izračunavanjima.

Eksperiment bi trebalo da da rezultate nakon jedne godine, kada bi progonjeni Higsov bozon trebalo da se uhvati u zamku. Kada on bude izmeren i izučen, razotkriće se jedna od najvećih tajni fizike i kosmologije: poreklo mase čestica. Naime, zamišlja se

da je kosmos ispunjen jednim poljem, Higsovim poljem, koje prožima sav vakuum i koje postoji apsolutno svuda. Čestice pod dejstvom tih polja stiču masu, a to je masa mirovanja. Masa nije unutrašnja odlika čestica, već nastaje u njenom međudelovanju (interakciji) sa okolinom. Higsovo polje daje masu predmetima na svim mestima, i to bez ikakvog usmeravanja.

Pre ovog eksperimenta postojao je niz istraživačkih predradnji. Tako je npr. pre „velikog hadronskog sudarača“ (LHC-a) postojala njegova preteča – „veliki elektronsko-pozitronski sudarač“ (LEP). Pomoću njega zabeležena su dva događaja za koje se veruje da bi mogli da budu tragovi Higsovog bozona. Istraživanja su bila okončana, mašina rastavljena i sastavljen je novi akcelerator (LHC) koji će, kako se očekuje, biti uspešniji, jer će se čestice ubrzavati do većih energija nego ranije. Naime, CERN je 1994. godine odlučio da se budući LHC smesti u kanal prethodnog akceleratora LEP-a. Zatim su obavljene razne administrativne i tehničke pripreme za izgradnju. LEP je definitivno zatvoren 2000. godine i sva oprema je narednih godina podignuta na površinu i zamenjena novom.

U ovom najzamašnijem naučnom poduhvatu u ljudskoj istoriji učestvuju i srpski istraživači: jedna istraživačka grupa iz „Instituta za nuklearne nauke Vinča“ na čelu sa dr Petrom Adžićem (radi na detektoru CMS) i druga iz „Instituta za fiziku“ na čelu sa dr Draganom Popovićem (učestvuje u eksperimentima na detektoru ATLAS).

Takođe, pojedine konstruktivne elemente ovog složenog sistema izradila su i srpska preduzeća. Tako je preduzeće Zastava Alati izradilo hidraulične držače za veliki detektorski sistem na akcelatoru.

Pripreme eksperimenta pratile su i neke sumnje. Tako je čuveni astrofizičar Stiven Hoking javno izjavio da se tajanstvena čestica neće pronaći. Inače, Stiven Hoking se sa svojim kolegom Rodžerom Penrouzom, proslavio sa opisom „crne rupe“. Pojedini naučnici idu i dalje, pa se tako već mesecima pre početka eksperimenta u javnosti podgrevalo nagađanje da će se pojaviti manja „crna rupa“, koja bi vremenom narastala i nakon nekoliko godina usisala kompletnu Zemlju. Dvojica fizičara, Stiven Godings sa Kalifornijskog univerziteta Santa Barbara, i Mikelandelo Mangano iz CERN-a, nedavno su to opovrgli u uglednom časopisu „Fisical review“, tvrdeći da bi, eventualna tako stvorena „crna rupa“, isparila u deliću sekunde.

Ovakve katastrofične teorije nisu mnogo više od običnih spekulacija, ali ako bi na novom akceleratoru na kraju došlo do nezgode u kojoj bi nastala crna rupa, bilo bi to gore od svih postojećih opisa Sudnjeg dana. Objekat kao što je crna rupa bi mogao usisati ozbiljno parče prostor-vremena, veće od Sunčevog sistema. Prave astronomske crne rupe, kao jedno od mogućih stanja u kojima će masivne zvezde posle milijardama godina duge evolucije provesti svoju penziju, podrazumeva deo prostora gde je gravitaciono polje toliko jako da čak ni svetlost ne može da ga napusti. Međutim, crne rupe gube energiju tzv. Hokingovim zračenjem. Prema postojećim proračunima, mikroskopske crne rupe, čak i da nastanu pri maksimalnim energijama na LHC-u, bile bi nestabilne i iščezle bi za svega 10–100 sekundi.

U CERN-u veruju da, ako pak, i postoji mogućnost da nastanu mikroskopske crne rupe koje su stabilne i ne gube energiju, to znači da takve objekte već stvaraju kosmički zraci koji inače padaju na planetu. Međutim, to se ne događa, a i ako se događa, u CERN-u smatraju da je očigledno bezopasno, jer planeta još uvek postoji.

Fizičari čak misle da bi nastanak takve crne rupe otvorio novo poglavlje u fizici čestica.

Uz ovaj bukvalno najcrnji scenario, novi akcelerator, kao i gotovo svako tehnološko čudo u istoriji, izaziva i čitav niz drugih strahova. Tako postoji zabrinutost da bi na njemu moglo doći do nastanka misterioznih strangeleta, magnetnih monopola, vakuumskih mehurova ili kosmičkog zračenja koje bi uništilo naš svet.

Određene kontroverze u vezi sa eksperimentom otklonili su nezavisni eksperti organizovanim uvidom i analizom studije o sigurnosti eksperimenta. Najpre je izveštaj sastavila Grupa za sigurnost LHC-a (*LHC Safety Study Group*), koju su činili naučnici iz CERN-a, sa Univerziteta u Kaliforniji i Instituta za nuklearne nauke Ruske akademije nauka. Njihov izveštaj pregledao je panel od pet nezavisnih naučnika, među kojima je i jedan nobelovac, da bi ga, konačno, predstavio Komitetu za naučnu politiku (*SPC, Scientific Policy Committee*). Dvadeset članova ovog komiteta je tajno glasalo o izveštaju i usvojilo ga, posle čega je Savet CERN-a saopštio da nema nikakve pretnje po čovečanstvo od novog akceleratora.

Ipak, na samom početku došlo je do nekih nepredviđenih teškoća. Tako je tri dana nakon početka eksperimenta došlo do hakerskog upada u računar Evropske organizacije za nuklearna istraživanja, što je izazvalo zabrinutost u vezi sa bezbednošću najvećeg naučnog eksperimenta u istoriji. Grupa koja sebe naziva „Grčki bezbednosni tim“ saopštila je da je samo želela da ukaže na slabosti u vezi sa bezbednošću računarske mreže velikog sudarača protona, a ne da nanese štetu ovom multimilionskom eksperimentu. Ipak, hakeri su uspeali da pronađu slabost u samo jednom javno dostupnom veb sajtu CERN-ove mreže, koji je odvojen od glavnog programa za zaštitu od upada, ali bi, uprkos tome, posledice mogle biti ozbiljne.

Na žalost, posle nekoliko dana rada došlo je do prvog kraćeg isključenja, a nakon tri nedelje do drugog. Kvar je nastao zbog isticanja helijuma u tunel. Ispostavilo se da je zastoj bio mnogo ozbiljnije prirode, pa je prema poslednjim informacijama nastavak eksperimenta odložen do proleća 2009. godine, nakon redovne zimske pauze.

Literatura

- [1] Zvanična prezentacija CERN-a, <http://www.cern.ch/>
- [2] Eksperiment ATLAS: <http://atlas.ch/index.html>
- [3] Eksperiment CMS: <http://cms.cern.ch/>
- [4] Stojiljković, S: Veliki lov na „Božiju česticu“, Politika – kultura umetnost nauka, Beograd, 6. 9. 2008.
- [5] Bubnjević, S.: CERN: Mašina sudnjeg dana?, www.b92.net