

ИЗАЗОВИ ФИЗИКЕ ТРЕЋЕГ МИЛЕНИЈУМА

др Драган Маркушев, Институт за физику, Београд

Часопис "Тајм" (Time) изабрао га је за личност столећа. Алберт Ајнштајн (Albert Einstein) је идејни творац три велике теорије. Прва је Специјална теорија релативности (1905), дајући нам добропознату једначину $E = mc^2$ која је довела до стварања атомске бомбе и разоткрила тајне постојања звезда. Друга је Општа теорија релативности (1915) која је предвидела постојање црних рупа, свемирских вртлога и Великог праска (Big Bang). Мало је, међутим, познато да је његова најзначајнија теорија остала недовршена: то је тзв. "Свеопшта теорија". За Ајнштајна је као највеће достигнуће представљала теорија која би ујединила све постојеће силе у природи, што је било ништа друго до покушај "читања Божијих мисли".

Међутим, у том трећем покушају Ајнштајн није успео. Последњих 30 година свог живота провео је у потрази за једначином, можда не много већом од 3 cm, која би могла да објасни све познате физичке појаве. Све од самог постанка света па до супернових, атома и молекула, можда чак и DNK, људи и њихових међусобних односа могло би се објаснити том једначином. Да је пронађена, представљала би најзначајније откриће 2000 година дугих истраживања природе простора и материје, чак од оних дана када су се још древни Грци питали која је то најмања честица материје и најмањи део простора. Иако још има много нерешених питања, данас водећа и једина теорија која је истински кандидат за Свеопшту теорију је теорија "суперструна", која је дефинисана у 10-о димензионалном хиперпростору. Можда ће једнога дана баш теорија суперструна дати одговоре на најбитнија питања која се тичу постојања нас и нашег Универзума, као што су:

- Шта је постојало пре великог праска?

- Да ли је могуће направити времеплов?
- Можемо ли пробушити рупу у свемиру?

Ова теорија није само узбуркала свет математике и уздрмала свет физике већ представља најсмелију теорију икад предложену.

Четири основне силе

Данас знамо да у читавом универзуму делују четири основне силе:

- Гравитациона сила, која нас "држи" на површини Земље и не дозвољава нам да одлетимо у свемир, те нашем Сунцу (огромној водородској бомби) не дозвољава да експлодира.
- Електромагнетна сила захваљујући којој су нам осветљени градови и раде наши ласери и компјутери.
- Јака и слаба нуклеарна сила које чине да светле наше звезде и галаксије

Гравитација се може описати Ајнштајновом општом теоријом релативности. Материја криви простор око себе стварајући, на тај начин, гравитациону "силу".

Замислите мрав који се креће по изгужваном папиру. Мрав би могао да закључи да постоји нека мистериозна "сила" која га вуче леви или десно. Али, ми знамо да не постоји "сила" која вуче мрав, већ је за то крив изгужвани папир. Не вуче гравитација већ празан искривљени простор изгужваног папира.

Преостале три силе се могу описати квантном теоријом. Квантна теорија је имала мукотрпну историју. Вратимо ли се у педесете године двадесетог века, када су се као бујица јављале нове и нове "елементарне" честице у експериментима широм света. Роберт Опенхајмер (J. Robert Oppenheimer), отац атомске бомбе, је тада резигнирано изјавио: "Нобелову награду из физике требао би да добије

онај ко НИЈЕ до сада пронашао нову честицу”. Честица је било толико много, свакој је давано неко чудно Грчко име, па је Енрико Ферми (Enrico Fermi) рекао: “.. да сам знао да постоји овако велики број честица, радије бих се бавио ботаником него физиком”

Али, после толико лутања (и потрошених милијарди долара) физичари су успели да уједине те три квантне интеракције у нешто што данас зовемо Стандардни модел, базиран на мноштву једноставних честица које називамо кварковима, лептонима, Higgs-бозонима, Young-Mills честицама, глюонима, W-бозонима и још много њих. Зачуђује можда помало, али све познате појаве у природи могу се, у принципу, описати са већ поменуте две велике теорије: теоријом релативитета и квантном теоријом.

И поред тога што те две велике теорије представљају два стуба на којима почива сво знање из физике данас, основна загонетка лежи у питању зашто се оне толико разликују у сваком погледу.

Прва је теорија заснована на закривљености глатких површина, чиме се описује свет великих тела (планета, звезда, галаксија и тд.)

Друга је теорија заснована на малим издвојеним пакетима енергије (називаним “квантима”) и објашњава свет веома малих тела (атома и њихових језгара)

Али зашто би се природа, у својој основи, заснивала на две тотално различите теорије? Нажалост, било какав покушај сједињавања ове две теорије није успео. Многи од највећих умова двадесетог века прихватили су се посла и покушали да реше овај проблем, али безуспешно.

Као што је физичар Фриман Дисон (Freeman Dyson) указао, пут ка обједињеној теорији поља је “посут трњем”. Нилс Бор (Neils Bohr) је једанпут присуствовао састанку на којем је нобеловац Волфганг Паули (Wolfgang Pauli) представљао његову верзију обједињене теорије поља. У току излагања Бор је изненада устао и рекао: “Господине

Паули, сви ми који седимо позади уверени смо да је ваша теорија сулуда. Оно у чему се разликујемо је само одговор на питање: да ли је ваша теорија довољно сулуда или не?”

Уједињење све четири основне силе у природи у једну доследну и усклађену слику можда представља највећи изазов свих времена. Данас је теорија суперструна једини кандидат за ту тзв. свеопшту теорију.

Суперструне и десет димензија

Теорија суперструна на један елегантан и интуитиван начин спаја релативност и кванте. Као прво, она описује мноштво квантних честица у природи тако што сваку честицу посматра као “ноту” струне која вибрира. Ако посматрамо струне виолине, нико не може тврдити да је струна А више основна (или важна) за свирање од струна В и/или С. Оно што је основно то је сама струна, јер ако она не постоји, онда се на виолини не може свирати.

Теорија суперструна каже нам да, ако би имали супермикроскоп и уперили га ка електрону, видели би струну која вибрира на одређени начин (у одређеном моду). Та струна би имала екстремно мале димензије (10 на минус 33 центиметара!), тако да би се електрон за нас понашао као материјална тачка. Ако би успели да ту исту струну продрмамо тако да она почне да вибрира на други начин (у другом моду), онда би то значило да се електрон претворио у нешто сасвим друго, кварк на пример, основну честицу од које су изграђени протони и неутрони. Продрмајмо струну опет, и она ће завибрирати у таквом моду тј. на такав начин који описује фотоне (кванте светлости). Продрмајмо струну поново, и од фотона ћемо добити гравитон (квант гравитације), итд.

У ствари, ако сумирамо све могуће начине вибрирања струне видећемо да тај сет вибрација у потпуности одговара читавом спектру познатих честица. Уместо да дефинишемо милионе различитих честица, ми дефинишемо само један објекат, суперструну. Субатомске честице би

представљале ноте суперструна. Наша би тела, на основу тога, представљала синфонију, док би закони физике представљали законе хармоније суперструна.

Теорија суперструна такође објашњава и гравитацију. Крећући се кроз простор и време, суперструна се може делити и поново спајати у друге струне, присиљавајући при томе своје просторно-временско окружење да се криви на начин на који то Ајнштајнове једначине предвиђају. Другим речима, чак и да Ајнштајн никада није ни сањао о теорији опште релативности, ми би је открили помоћу теорије суперструна.

Хиперпростор

Теорија суперструна, наравно, има и своје критичаре. Многи од њих указују на то да ова теорија дефинише наш универзум у 10-о димензионалном хиперпростору, што звучи више као научна фантастика него физичка реалност. Непобитна је чињеница да наш Универзум постоји у четири димензије (три просторне и једна временска). Сваком телу у Универзуму, од врха нашег носа па до најудаљеније звезде, можемо дефинисати место у простору дајући му три координате: дужину, ширину и висину. Уколико тим координатама додамо још и време, онда сваки догађај у Универзуму можемо описати са само четири броја. На пример, ако желите да се са пријатељем нађете у Њујорку, можете му рећи: “нађимо се у згради на углу 42. улице и 4. авеније, на 25. спрату тачно у 12.00”. На овај начин је, са четири броја (42,4,25,12), потпуно дефинисан сусрет два пријатеља у простору и времену.

Међутим, теорија суперструна предвиђа, као што смо рекли, постојање Универзума у 10 димензија, не четири. Како физичари објашњавају где су преосталих шест димензија. Верује се да је Универзум, на свом самом почетку, постојао и десет димензија, али да се тих шест непосредно после Великог праска, из за сада непознатих разлога, “склупчало” и престало да се развија, док је осталих четири димензија наставило да се брзо шири. У неком смислу наш Универзум је

наставио да се развија на рачун свог близанца који је изненада престао да расте оставши на микроскопским димензијама.

Други пак критичари указују на чињеницу да је теорију суперструна за сада немогуће експериментално потврдити, јер би акцелератори честица потребни за њено тестирање морали да имају димензије галаксије. Међутим, треба имати у виду да је већина научних теорија потврђивана индиректно тј. Посредно а не директно. Нико до сада није био на Сунцу или посетио Црне рупе, а ипак знамо тачно од ког материјала је Сунце саздано и пронађено је, посредним доказима, постојање бар 20 Црних рупа. На исти начин ћемо можда детектовати ехо неке од “изгубљених” димензија у некој од лабораторија у свету (нпр. Large Hadron Collider (LHC) која се сада гради у CERN-у). За сада су мале шансе да ћемо бити у могућности да детектујемо суперчестице ("sparticles") које би представљале више вибрације суперструна.

Како сада ствари стоје, највероватније комплетно решење проблема лежи у математици. Она ће својим решењима објаснити порекло Универзума и даће одговоре на многа до сада нерешена питања.

Путовање кроз време?

Иако квантна теорија гравитације данас има своју директну примену у скоро свим областима истраживања, постоји једна новија област физике посвећена необичној примени квантне физике: путовање кроз време. Довољно необично, али и Ајнштајнове једначине признавале су могућност путовања кроз време. Међутим, требало би пуно снаге и времена да би помоћу обједињене теорије поља успели да израчунамо да ли је то могуће или не. Ако се вретимо у 1949. годину, Ајнштајнов колега са Универзитета за напредне студије, велики математичар Курт Гедел (Kurt Goedel), показао је да Ајнштајнове једначине дозвољавају путовање кроз време уколико Универзум ротира око своје замишљене осе. Тада би било могуће, и то је математички и доказано, да ако кренете на пут око Универзума из једне тачке, постоји могућност да до полазне тачке дођете и пре него што сте пошли.

У својим сећањима Ајнштајн је указао на чињеницу да такво решење његових једначина може бити одбачено са “физичких основа” јер се свемир шири а не ротира. Међутим, ипак је то решење оставило бар вероватноћу да постоји могућност путовања кроз време.

Од тада су физичари пронашли на стотине решења Ајнштајнових једначина које дају могућност путовања кроз време. Оне укључују:

- Простор у облику бесконачног цилиндра који ротира око своје главне осе. То даје могућност путовања кроз време неке ко путује око цилиндра.
- Космичке струне. Оне дају могућност путовања кроз време уколико се струне сударе.
- Ротирајуће црне рупе. Оне се сажимају у ротирајући прстен (а не у тачку), тако да свако ко прође кроз прстен заправо пролази кроз тунел (Ајнштајн-Розенов мост) који, као огледало из приче Алиса у земљи чуда, спаја два различита света, тј. две различите области времена и простора.
- Антиматерију. Уколико би се пронашло довољно антиматерије могао би се отворити довољно велики тунел у простору који би учинио путовање кроз време довољно једноставним као што је нпр. путовање авионом.
- Негативну енергију. Слично као и у претходном случају, велика концентрација негативне енергије могла би такође да отвори временски тунел. Грубу верзију путовања брзинама већим од брзине светлости (c) добијамо уколико растегнемо простор испред себе а сабијемо простор иза себе помоћу негативне енергије.

Свеопшта теорија може нам помоћи у објашњењу озбиљних парадокса који су повезани са путовањем кроз време. Један од њих је парадокс предака (шта се дешава ако током свог путовања у прошлост убијете своје претке пре него што се ви родите?). Објашњење за сада лежи у

претпоставци да читав Универзум мора бити квантован, те да се дели на пола и свака половина на пола и тако у бесконачност како идемо више у прошлост. “Река времена” се рачва у две различите реке, у следећем тренутку у четири, осам итд.

Ако зажелимо да се вратимо у прошлост, нпр. да спасемо председника Кенедија од атентата, спасићемо неког другог Кенедија, из неке сасвим различите “реке времена”, а не онога који је везан за наш живот. Наша прошлост се не може променити.

Али немојмо очекивати да ће ускоро неки аматер проналазач конструисати времеплов. Антиматерија никада није била виђена, и потребно је фантастично много и негативне и позитивне енергије, то зовемо Планковом енергијом (која је милион милиона пута већа од очекиваних енергија које би биле ослобођене у ЛНС-у), да би отворили просторно-временски тунел и започели толико жељено путовање. Чак и када би успели да сакупимо довољно енергије и антиматерије питање је да ли би такав времеплов био стабилан и сигуран да нас одведе и врати са путовања кроз време живе и здраве.

Изгледи за успех

Како ствари данас стоје, теорија суперструна је од једне граничне теорије на ивици немогућег постала доминантна област истраживања, произевши на десетине хиљада написаних радова до сада. Темпо истраживања је грозничав. Едвард Витен (Edward Witten), један од водећих истраживача теорије струна, скоро је дошао до открића да можда постоји и једанаеста скривена димензија. Међутим, и поред свега, истина лежи у чињеници да нико за сада није довољно паметан да би у потпуности решио теорију и поставио на право место сва интригантна теоријска питања о томе шта је постојало пре Великог праска и да ли је могуће путовати кроз време.