ВАЉЕВСКА ГИМНАЗИЈА

БРОЈ * 45 * ГОДИНА * XXXIX * ЈАНУАР * 2017.

ФИЗИКА И ТЕХНИКА

ВАЉЕВО * СРБИЈА

ФИЗИКА И ТЕХНИКА, часопис за физику и мултидисциплинарну повезаност физике са осталим природним наукама, математичким и техничким наукама, филозофијом. Излази једном годишње. Тираж овог броја је 500 примерака. Издавач: **Ваљевска гимназија,** Вука Караџића 3, 14000 Ваљево, Србија, тел. 014 – 221 – 622, тел/факс 014 – 227 – 927.

www. valjevskagimnazija.edu.rs, e-mail: gimvaljevo @ ptt.rs

САДРЖАЈ

ЕВОЛУЦИЈА РОБОТИКЕ 1
ПОТРАГА ЗА НОВОМ ФИЗИКОМ У АКЦЕЛЕРАТОРУ *LHC* У *CERN*-у 7
ЗАШТО ЈЕ НЕБО МРАЧНО НОЋУ? 9
КОСМОЛОШКЕ ХИПОТЕЗЕ 13
ЕНЕРГИЈА БУДУЋНОСТИ 17
ПРЕЛАЗАК У ТРЕЋУ ДИМЕНЗИЈУ 20
У ЛОВУ НА ВАНЗЕМАЉЦЕ 23
НАСТАВАК ПОТРАГЕ ЗА ВАНЗЕМАЉЦИМА 25
ДА ЛИ СМО МИ ТО ВИДЕЛИ ВАНЗЕМАЉЦЕ? 27
У ПОТРАЗИ ЗА ВАНЗЕМАЉЦИМА - ФЕРМИЈЕВ ПАРАДОКС 30
АКО ПАПИР САВИЈЕТЕ 103 ПУТА ДОБИЋЕТЕ ДЕБЉИНУ СВЕМИРА! 35
ДЕДА МРАЗ КАО КВАНТНИ ФЕНОМЕН 37
ФИЗИКА ДЕДА МРАЗА 44
13 НАЈВАЖНИЈИХ БРОЈЕВА У КОСМОСУ 44
КОЛИКА ЈЕ ТЕМПЕРАТУРА ПАКЛА? 53
ГАЛИЛЕО И ИНКВИЗИЦИЈА 57

ГЛАВНИ И ОДГОВОРНИ УРЕДНИК: Дејан Ђокић, професор Ваљевске гимназије

РЕДАКЦИЈА: Предраг Стојаковић (*profesor emeritus* Ваљевске гимназије) Владимир М. Петровић (ЕТФ), др Милош Ђорђевић (CERN), др Дејан М. Ђокић, Дамњан Милић, Богдан Бадовинац III$_1$, Исидора Цветковић III$_3$, Милица Стојаковић III$_2$, Андреа Лескур III$_2$, Сава Гаврић III$_2$, Катарина Савић III$_1$, Марија Чулић III$_2$, Матија Додовић III$_1$, Марија Огњеновић III$_1$, Кристина Живановић III$_1$, Никола Петровић III$_1$, Филип Дамњановић III$_1$

КОНСУЛТАНТИ РЕДАКЦИЈЕ: професори и асистенти Физичког факултета Универзитета у Београду и Крагујевцу

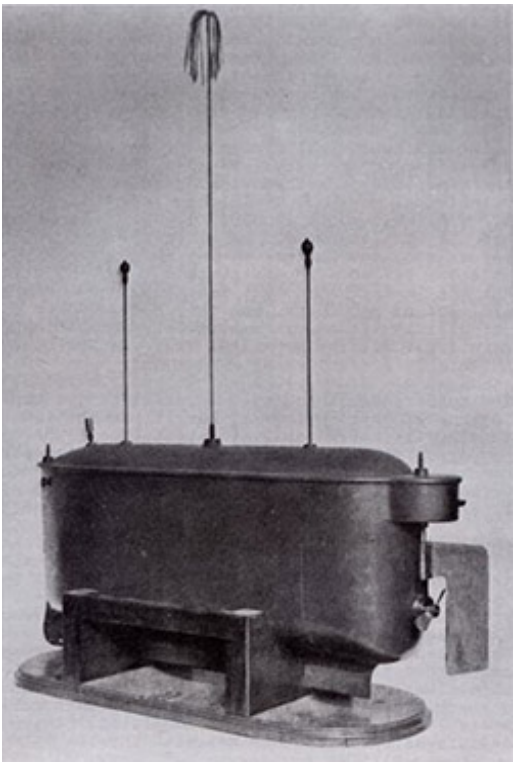
ЕВОЛУЦИЈА РОБОТИКЕ

"*Роботска технологија ће постати доминантна у току наредне деценије. Утицаће на сваки аспект живота, како на послу тако и у кућним условима. Роботика има потенцијал да трансформише животе и устаљене радне навике, подигне ниво ефикасности и безбедности, обезбеди боље услуге и створи нова радна места. Њен утицај на друштво ће расти током времена, исто као и интеракција између робота и људи.*"

Пасус којим смо почели овај текст представља један од делова документа који је асоцијација *euRobotics* објавила у оквиру свог виђења роботике у наредном периоду. Ако се пажљиво посматра развој науке и технике у последњих неколико деценија, може се приметити невероватан развој роботичких истраживања у том периоду. Да ли присуствујемо некој новој технолошкој револуцији и колико смо далеко од тога да имамо персоналног роботског асистента? Овај текст има за циљ да читаоца управо упозна са одговором на ово питање, укратко разматрајући развој роботичке науке.

Одакле уопште потиче људска фасциниција роботиком? Одговоре између осталог можемо тражити у историји. Још у античко доба, грчка митологија говори о џину Талосу направљеном од бронзе, који је чувао острво Крит од уљеза. Касније кроз историју, јављали су се разни покушаји да се направе механичке творевине које ће опонашати људе. Заправо, људи су одувек имали жељу да на неки начин створе вештачког човека. Управо из тог разлога овај текст ће се фокусирати на хуманоидну роботику. Ипак, пре него што кренемо са хуманоидима, ваља поменути пар битних момената у историјату роботике. Иако у то доба још увек није ушла у употребу кованица "робот", ако гледамо из данашње перспективе пионирски радови у овој области припадају нашем највећем научнику Николи Тесли. Његов визионарски подухват датира у 19. век, тачније у 1898. годину, када је конструисао аутономна возила која се могу сматрати првим мобилним роботима. Презентација његовог роботизованог брода (слика 1.) који је бежично управљан преко радио таласа, одржана је у Медисон Сквер Гардену, у Њујорку. Теслин робот се сам напајао помоћу неколико батерија, док су радио таласи контролисали пропелер, кормило... Упркос великој медијској пропраћености, испоставиће се да свет још увек није био спреман за експанзију роботике, а Теслина идеја као уосталом и многи његови проналасци била је једноставно много испред свог времена (за више детаља погледати патент #: 613.809, из 1898. године). Прави развој роботичких дисциплина креће крајем педесетих и почетком шездесетих година двадесетог века, а главни замајац томе дају индустријски роботи. Концепт индустријског робота је патентирао 1954. године *G.C. Devol*, описујући како се конструише контролисана механичка рука која може да обавља задатке у

индустрији. Првог индустријског робота инсталирала је компанија *Unimation Inc.* већ 1961. године. У Јапану је рад на роботским технологијама почео 1968. када је *Kawasaki* откупио лиценцу за хидрауличне индустријске роботе управо од америчке фирме *Unimation*. За разлику од америчких, већина фирми из Јапана која је почела да се бави роботиком је била из електронске индустрије. Многе од тих фирми су убрзо примениле развијене роботе у сопственој производњи. Упоредо са развојем индустријских манипулатора, на познатим универзитетима *Johns Hopkins, Carnegie Mellon, Stanford, MIT*, итд – развијају се током шездесетих и седамдесетих година бројни мобилни роботи. Поменућемо само неке од мобилних точкаша као што су *Hopkins Beast, Shakey the Robot, Stanford Cart, HILARE, CMU Rover*; а ту су и ходачи као *General Electric Quadruped.*



Слика 1. Теслин роботизовани брод.

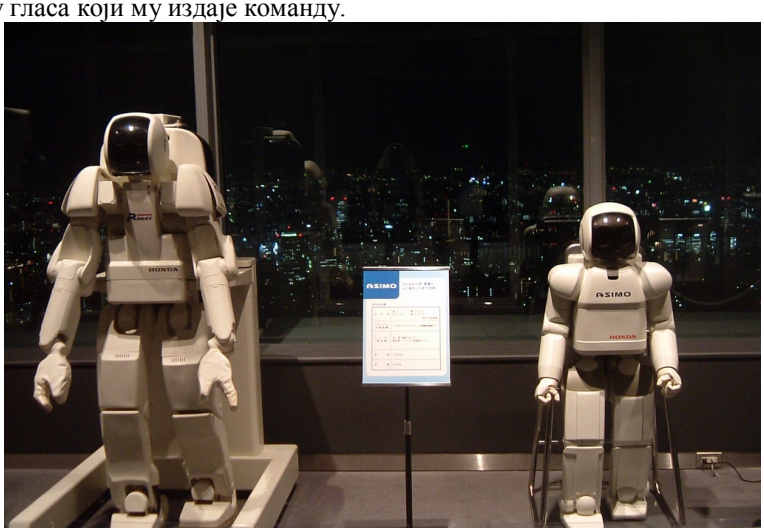
Ипак, вратимо се на главну тему – хуманоидне роботе. Негде у то доба, током шездесетих година прошлог века, када су главни роботичарски центри широм света радили на бројним пројектима, Институт Михајло Пупин

(Универзитет у Београду) постао је дом ЗМП теорије. Овај теоријски концепт који је развио академик Миомир Вукобратовић уз асистенцију својих сарадника, постаће касније незаобилазни метод за решавање хода код готово свих хуманоидних робота. Као и у случају индустријских робота, главну примену ће наћи у Јапану, земљи коју можемо сматрати колевком хуманоидних робота. Водеће компаније као и водећи универзитети те земље су јако активни у овој области, тако да Јапан данас има највећу популацију хуманоидних система и сигурно најјачи истраживачки програм на свету.

Још 1970. године, биоинжењерска истраживачка група са Васеда Универзитета, започела је ВАБОТ (***WA**seda ro**BOT***) пројекат. Као резултат њиховог рада, настао је ВАБОТ-1 (1970.–1973. година) – први потпуно антропоморфни робот развијен у свету. Систем за визуелно препознавање, вербални комуникациони систем и квази-статички контролер двоножног хода омогућавали су роботу да обавља основне задатке. За хватање и транспортовање објектата рукама било је потребно уградити тактилне сензоре. Васеда Универзитет је институција са вероватно најдужом традицијом на свету (у погледу развоја хуманоида), а током година из њихових лабораторија је изашао импресиван низ прототипова. Познат је њихов вишенаменски WL-16RII *(Waseda-leg no 16 Refind II)* робот, који је способан да се пење и спушта низ степенице носећи човека.

Ипак, догађај који је изазвао ефекат лавине у свету роботике и који је покренуо технолошку трку, била је промоција Хондиног робота П2, 1996. године. Робот је могао стабилно да хода као и да се попне уз степенице, а истраживачка заједница је била фасцинирана. Промоцији робота П2 претходила је деценија истраживања, чији су многи делови вођени у тајности: прототип Е0 је направљен 1986. године, како би се темељно испитао концепт двоножног хода; Е1-Е2-Е3 су настали између 1987. и 1991. године, како би се остварила одговарајућа брзина хода, Е4-Е5-Е6 (1991.–1993. година) су имали за циљ да се комплетирају основне функције, а верзија П1 (1993. година) је служила за истраживање аутономности. Годину дана након модела П2, Хонда је представила и П3 верзију (слика 2.). Коначно, 31. октобра 2000. године комплетиран је развој Хонда АСИМО (***A**dvanced **S**tep in **I**nnovative **Mo**bility***) робота, 2005. године је представљен и нови АСИМО, а након тога је уследило још неколико побољшаних верзија. До данас, АСИМО представља најнапреднијег хуманоидног робота (слика 2.). Планиран је за сервисне сврхе, те су димензије робота пажљиво биране како би био што погоднији за кућне задатке. Циљ је био да се постигне известан компромис – било је потребно да робот својом појавом делује пријатељски, али да у исто време може да рукује објектима од интереса. Висина од 130 центиметара доводи до тога да се очи робота налазе негде у висини очију одрасле особе која седи у столици, а све са циљем да се омогући што лакша и природнија комуникација. Укупно 14 степени слободе

у руци даје роботу прилично велики опсег покрета. Главну новину код АСИМО робота представљала је *„i-WALK”* (интелигентан флексибилан ход у реалном времену) технологија, која је побољшала динамичку стабилност робота приликом наглих покрета. За разлику од модела П3 који је морао да застане прилком промене смера кретања, АСИМО може да мења смер кретања слично људима, те ход робота изгледа природније. АСИМО може да хода по неравном терену и чак да издржи ударац или гурање до одређене мере. Ово представља јако битну особину, с обзиром да су у свакодневном животу честе ситуације у којима се појављује утицај неочекиваних спољашњих сила. Литијум-јонска батерија која је смештена у „ранцу” робота, може да издржи око сат времена активног рада. Две камере које се налазе у глави робота задужене су да обезбеде визију околног простора. Уз одговарајући софтвер, оне могу прецизно да одреде удаљеност од било ког објекта. АСИМО је такође способан да препозна и одговори на велики број наредби, као и да одреди одакле долази звук, окрећући се на тај начин у смеру гласа који му издаје команду.

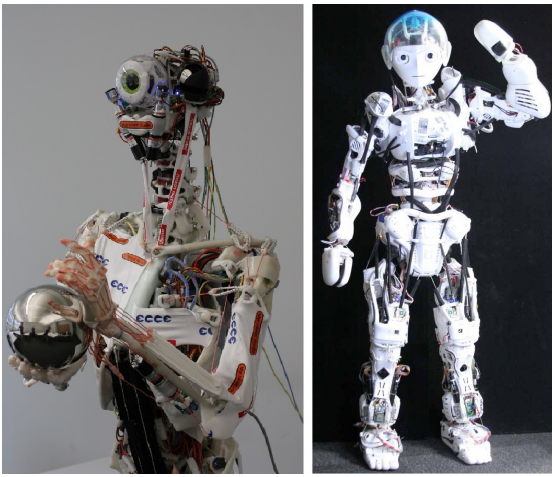


Слика 2. Модел П3 (лево), АСИМО (десно).

Поред приватних компанија (*Honda, Sony,* итд) и влада Јапана обезбеђује велика буџетска средства за развој хуманоидне роботике. Јапанско Министарство Економије, Трговине и Индустрије је 1998. године покренуло петогодишњи пројекат ХРП (***H****umanoid* ***R****obotics* ***P****roject*), у то доба највећи пројекат те врсте у свету, са буџетом од 40 милиона долара. Главни циљ је био развој хуманоидних робота за задатке у индустријским постројењима и у сервисне сврхе (код куће и у канцеларијама). ХРП-1 је био први робот развијен у ХРП пројекту и представљао је побољшану верзију Хондиног П3

робота. Управљачка стратегија ХРП-1 робота је била проблематична, тако да је робот морао да престане да хода када би хтео да користи руке. Због тога је мноштво практичних апликација било немогуће. Ово је решено моделом ХРП-1С. Након тога, компанија *Kawada* је развила ХРП-2Л, ХРП-2П и ХРП-2. Такође, у сарадњи са компанијом Генерал Роботих, развијена је и софтверска платформа *OpenHRP* за извођење динамичких симулација. Различити институти и универзитети тренутно користе ХРП-2. Једини ХРП-2 изван Јапана се користи у JRL-France ***(Joint Japanese-French Robotics Laboratory)*** у Тулузу. NEDO ***(New Energy and Industrial Techonlogy Development Organization)*** је спонзорисала даља истраживања ХРП-а, као и први прототип ХРП-3П који је отпоран на воду и прашину, тако да је робот способан да ради у спољашњим условима, а уз то је и хардвер побољшан.

Последњих година, јављају се нешто другачији трендови у хуманоидној роботици. Концепти пасивне и активне попустљивости уводе се како би се обезбедило безбедно понашање робота у интеракцији са људима. Такође је интересантно споменути антропомиметички принцип, који пре свега има за циљ да ископира човекове унутрашње механизме. ЕЦЦЕРОБОТ и робот Кojиро (слика 3.), су најбољи представници овог приступа. Имплементација био-инспирисаних и хуманоидних принципа функционисања, свакако представља будућност роботике. Једна од тема којима се, на Електротехничком факултету у Београду, бави и аутор овог текста јесте управо дубље разумевање и примена човекове биомеханике и физиологије на роботске механизме.



Слика 3. ЕЦЦЕРОБОТ (лево), Кojиро (десно)

Оно на шта је такође потребно обратити пажњу је до које мере је уопште потребно да спољашњост робота буде слична човеку. Иако у свету постоје истраживања која имају за циљ да у потпуности ископирају човеков

спољашњи изглед (проф. Hiroshi Ishiguro– слика 4.), веома је дискутабилно да ли то треба радити. Јапански научник, Масахиро Мори је пре готово пола века дефинисао *Uncanny Valley*, појам који описује везу између нивоа сличности роботског механизма са човеком и човековог афинитета према таквом механизму. Тадашње истраживање је имало за закључак, да сувише велика сличност доводи до непријатног осећаја.

Слика 4. Hiroshi Ishigurou његова робот-реплика.

Из кратког приказа који је дат у досадашњем делу текста, види се да роботска технологија већ данас демонстрира фасцинантан спектар могућности. Очекивање целокупне научно-истраживачке заједнице је да овај напредак буде још бржи. УНЕЦЕ (*United Nations Economic Commision for Europe*) прогнозира велики пораст улагања на пољу сервисне роботике у наредном периоду. Међутим, као што је Бил Гејтс приметио у једном свом тексту, роботика се тренутно налази у сличној ситуацији у којој се налазила рачунарска индустрија средином седамдесетих година двадесетог века. Управо даљи развој рачунарске технике створиће и неопходне предуслове за већи напредак. Сваког дана роботи руше постојеће границе, али такође се сваким даном јављају и нове препреке. Још увек није толико близу тренутак када ћемо имати свог потпуно функционалног персоналног сервисног робота који ће нам помагати у кућним пословима. Тренутно највећи проблем, као и у прошлости, представљају вештачка интелигенција и управљање. Способност робота да решава непредвиђене ситуације и доноси аутономне одлуке о начину извршења постављеног задатка, још увек није на нивоу који очекујемо. Ипак, иако крајњу границу могућности роботских система у овом тренутку није лако спознати, са сигурношћу можемо да тврдимо да нас чека револуција на пољу роботике.

Написао: Владимир М. Петровић
(истраживач сарадник – Универзитет у Београду, Електротехнички факултет, Катедра за сигнале и системе, Лабораторија за роботику)

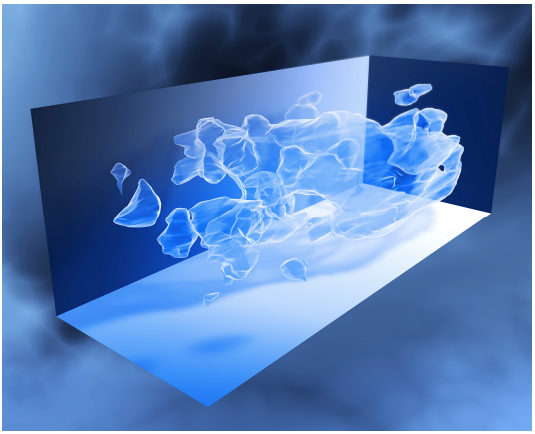
ПОТРАГА ЗА НОВОМ ФИЗИКОМ У АКЦЕЛЕРАТОРУ *LHC* У *CERN*-у

У неколико последњих издања часописа имали сте прилику да се упознате са неким од отворених питања у оквиру физике елементарних честица, као и са Великим Хадронским Сударачем (*LHC*) у *CERN*-у, најмодернијим и најсложенијим акцелератором честица, који на таква питања нуди одговоре. Поред потраге за Хигсовим бозоном, научници се такође надају да ће помоћу овог акцелератора бити у могућности да региструју и неке од нових честица, за које се сматра да могу да настану у сударима протона, који се кроз акцелератор крећу рекордним брзинама, веома блиским брзини светлости. Оно за чиме се трага представља нову физику, односно физику која није обухваћена познатом теоријом, која се назива Стандардни модел физике честица. Ова теорија развијена је током седамдесетих година прошлог века и до сада веома добро објашњава које су то елементарне честице од којих је свет изграђен, као и на који начин те елементарне честице међусобно интерагују.

Међутим, постоје одређене теоријске поставке, као и неколико недавних експерименталних резултата за које не постоји адекватно објашњење у оквиру Стандардног модела и који указују да ова физичка теорија није комплетна.

Тамна материја и тамна енергија

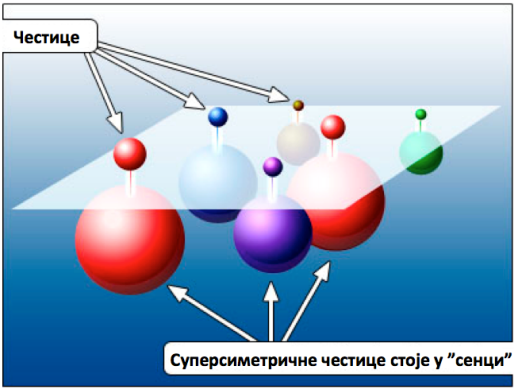
Материја у нашем универзуму коју сматрамо видљивом, односно она од које су изграђене планете, звезде и галаксије, чини само четири процента укупне постојеће материје. Процењује се да такозвани „остатак” заузимају тамна материја (око 73%) и тамна енергија (око 23%). Тамна материја би требало да се понаша исто као и видљива материја, осим што за разлику од нама познате материје она веома слабо интерагује са физичким пољима која предвиђа Стандардни модел. Са друге стране, концепт тамне енергије, који је за научнике још већа непознаница, уведен је да би се објаснило убрзано ширење универзума. Овај феномен може да се региструје искључиво на основу прецизних астрономских посматрања и проучавања. Тамна материја и тамна енергија не могу директно да се уоче, пре свега због тога што нити емитују, нити рефлектују довољно светлости, која би могла да се детектује и на основу које би оне биле регистроване. Међутим, постојање ова два типа материје може да се потврди на основу гравитационог утицаја које оне остварују у односу на појединачне галаксије или читаве кластере.



Слика.1. Тродимензионална мапа која приказује расподелу тамне материје у простору, добијена коришћењем чувеног телескопа ”Хабл”.

Научници веома мало знају о самој природи тамне материје и тамне енергије. Ипак, то их не спречава да постављају претпоставке. Теорија суперсиметрије (SUSY) предвиђа да свака елементарна честица која припада Стандардном моделу има свог знатно масивнијег, суперсиметричног партнера. Ова теорија је данас једна од најактуелнијих у физици честица, за којом трага велики број научника уз помоћ акцелератора LHC у CERN-у. Основни разлог овога је зато што се претпоставља да је тамна материја изграђена управо од суперсиметричних честица. Сасвим је извесно да ће научници, ако суперсиметричне честице постоје на енергијама које су данас доступне на LHC-у, у наступајућем периоду моћи да детектују или да искључе њихово постојање. Постојање и концепт антиматерије први је теоријски предвидео енглески физичар Пол Дирак 1928. године. Он је, комбинујући квантну механику са Ајнштајновом специјалном теоријом релативности, дошао до једначине која има два решења. Једно одговара електрону, а друго аналогној честици позитивног наелектрисања. Нешто касније, 1932. године, у експериментима са космичким зрачењем, потврђено је постојање позитрона, односно честице која се од електрона разликује по томе што има једнаку вредност, али супротан знак наелектрисања. Тиме је Диракова теорија била потврђена. Данас је познато да свака елементарна честица која припада „обичној” материји има своју одговарајућу античестицу. Честица и њена античестица имају једнаку масу, али се разликују по знаку наелектрисања. На пример, протон има своју античестицу која се назива антипротон, односно ради се о протону са негативним наелектрисањем. На исти начин, атом водоника, којег чини један протон и један електрон, има свој антиатом под

називом антиводоник, који је изграђен од једног антипротона и једног антиелектрона, тј. позитрона.



Слика 2. Суперсиметричне честице

У тренутку када се честица „сусретне" са својом античестицом, долази до процеса који се назива „анихилација", при чему обе честице нестају, а њихова маса се претвара у енергију која се ослобађа. Са друге стране, ако је универзум створен у Великом праску, том приликом би морала да настане једнака количина материје и антиматерије. Природно је да се постави питање зашто се тада сва створена материја и антиматерија нису једноставно анихилирале. Данас живимо у универзуму који је готово у потпуности изграђен од материје, па се опет поставља питање где је сва антиматерија нестала. Сматра се да је акцелератор LHC данас у стању да научницима, а затим и свима осталима, понуди одговоре чак и на таква сложена питања какво је порекло антиматерије.

Написао др Милош Ђорђевић
истраживач сарадник из *CERNA*-а

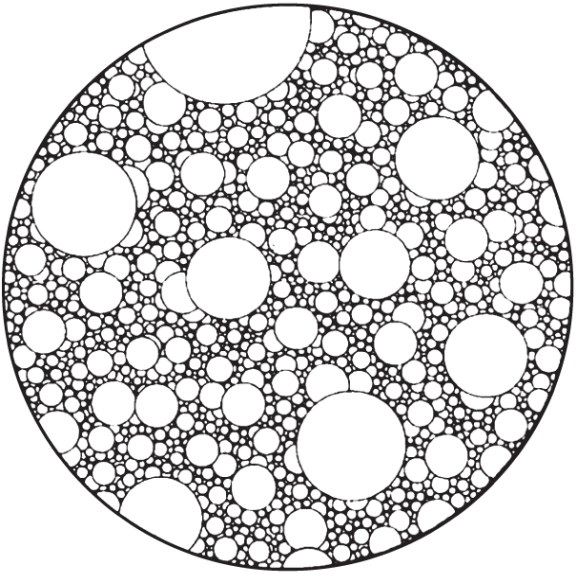
ЗАШТО ЈЕ НЕБО МРАЧНО НОЋУ?

У науци нема парадокса ...
Лорд Келвин - Вилијам Томсон (1824–1907)

Стари народи су знали одговор на ово питање. По њима дан и ноћ су постојали као два независна безузрочна ентитета. Небо је тамно ноћу јер је ноћ, а дан је светао јер је дан и нико није појмио сунце као извор светлости. Оно беспотребно сија дању, премда греје, и мање је важно од месеца који

игра улогу небеског светионика и путовође. Ипак, постављено питање није нимало апсурдно, а одговор ништа мање тривијалан.

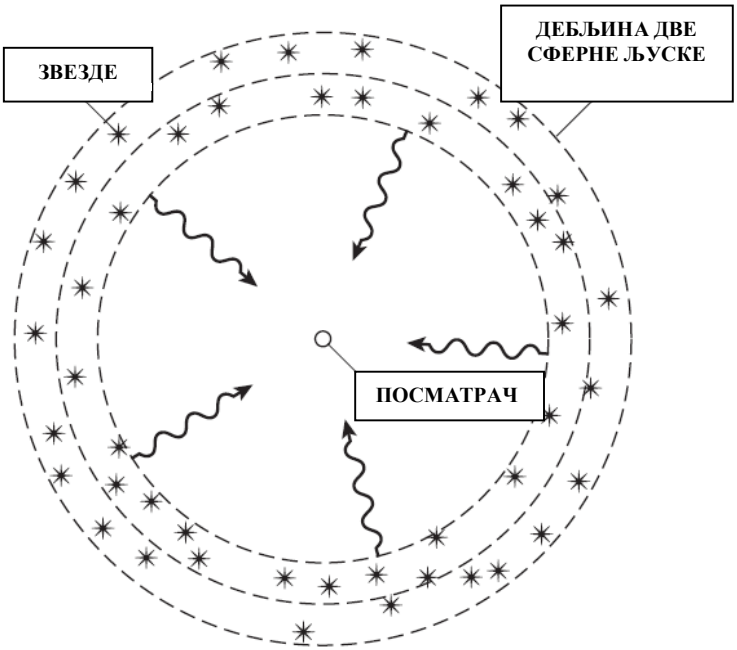
Једно решење се крије у следећем. Уколико би Универзум био бескрајан, ноћно небо би по логици ствари увек било заслепљујуће светло као што имплицира слика 1. Но будући да то није случај и како је број звезда коначан небески свод је пре таман него светао у ноћним сатима. Наравно, ово јесте одговор, али научни апарат размишљања има потребе за далеко софистициранијим решењима чак и у случају бесконачног свемира. Стога, покушајамо да прво разумемо проблем ноћног неба бескрајног свемира уз помоћ ригорозног математичког апарата.



Слика 1. Звезда где год се осврнеш.

Наиме, прво ћемо ради једноставности претпоставити да је свемир бескрајан и да су све звезде једнако светле као наше Сунце са температуром на површини нешто већој од 11 000 °C. Ништа посебно у космосу, колико год да нам се ово чини врело. Ево геометријске аргументације. Замислимо да се налазимо у центру Универзима, што није тешко замислити будући да је центар свуда. Поделимо сад цео простор на концентричне сферне љуске, свака исте дебљине Δr. Запремина сферне љуске на растојању r износи $4\pi r^2 \Delta r$ када је $\Delta r << r$. Ова запремина одговара броју звезда које се налазе на растојању r од посматрача. Видети слику 2. Интензитет светлости којом свака звезда зрачи изражен у W/m^2 је обрнуто сразмеран квадрату растојања

звезде $\sim 1/r^2$ тако да је укупан интензитет свих звезда на растојању r пропорционалан $(1/r^2)(4\pi r^2 \Delta r) = 4\pi \Delta r$.



Слика 2. Две звездане сферне љуске.

Ова вредност интензитета је константна независно од растојања сферне љуске мерено од посматрача. Дакле, како постоји неограничен број оваквих љуски свеукупан интензитет мора бити бесконачан, што је по Лорду Келвину само привидан парадокс. Он је веровао да чак и у случају бескрајног свемира мора да постоји коначно решење. Ево и математичког образложења.

Ако замислимо да је космос дводимензиони онда га можемо мапирати као мрежу Декартовог координатног система са почетком на месту посматрача. Претпоставимо сада да је број звезда бесконачно велики, али и даље пребројиво бесконачан. Ово смемо да претпоставимо јер и сами сведочимо да између две произвољно изабране звезде можемо наићи на празан простор, што није случај када би простор звезда био густ, тј. непребројиво бескрајан. Повуцимо сада полуправу у првом квадранту са полазном тачком у координатном почетку под углом $0<\theta<\pi/4$. Њен коефицијент правца $tan(\theta)$ се мора подударити са y_k/x_k количником координата звезде (k) уколико желимо да постоји допринос ове звезде у интензитету светлости, при чему је разломак y_k/x_k строго рационалан број, док $tan(\theta)$ узима све могуће реалне

непребројиве вредности. Вероватноћа да се ово деси је равна нули што није случај уколико би се у разматрање узеле димензије звезда. Дакле, вероватноћа да произвољно повучена полуправа садржи барем једну звезду из дискретне мреже је једнака нули. То је зато што постоји огроман број права који не садржи звезду у односу на број са другачијим својством.

Као што видимо успели смо да се у случају бескрајног космоса спасемо од претходног закључка о "бесконачном интензитету". Захвалност дугујемо теорији вероватноће. У противном били бисмо спржени спољашњим зрачењем. Зато погледајмо колико је то зрачење хладно у односу на ∞ °C, тј. врело у односу на 11 000 °C што добијамо од оближње звезде. Одговор се крије у чињеници да звезда која се нађе прва на нашој линији видика заклони, односно блокира, остале звезде на истом правцу, те не добијамо светлост од преосталих звезда већ само од једне. Ово ублажава свеукупно сумирање светлосног интензитета и искључује могућност постојању бесконачног доприноса као што се тврдило раније.

Идеју о блокирању светлости преосталих звезда су независно предложила два астронома: швајцарски Жан-Филип Шесо (1718–1751) и немачки Хајнрих Вилхелм Олберс (1758-1840). Они су дошли до овог закључка пре него што је у свет физике уведен концепт о одржању енергије. Светлосна блокада је генијално објашњење о тамном свемиру, али и даље недовољно добро с обзиром на закон одржања енергије који тврди да се светлост емитована са једне звезде преноси на другу путем апсорпције и све тако редом да плаве планете на којој упркос свему томе нити ври нити кључа. Дакле, Шесо и Олберс јесу у праву, али је њихово решење недовољно добро за нас којима је близак закон одржања енергије.

Амерички песник Едгар Алан По (1809-1849) је донекле одгонетнуо енигму. У свом 100 страна дугом есеју "Еурека" он говори о екстремно празном Универзуму, толико празном да светлост није у стању да стигне до других звезда и да им преда топлоту. Ову замисао је касније детаљније разрадио Вилијам Томсон (1824–1907), познатији као Лорд Келвин. У свом чланку 1901. године предлаже рачун који између осталог узима у обзир и звездано време живота. У то време се заиста мало знало о начину на који звезде "стварају" своју топлоту путем термонуклеанарних реакција. Ипак, генијални Келвин је сматрао да су гравитациони колапси одговорни за ове феномене, што је исувише прецизан погодак у оно време будући да се данас зна да је гравитација главни окидач у стеларној генези. Не тако комплексним рачуном Келвин је проценио средње растојање између звезда (λ) у тада познатом космосу и добио резултат по којем је очекивано време живота просечне звезде у свемиру краће од времена за које светлост превали просечно растојање између звезда. Предложио је формулу сличну оној код везе између

средњег слободног пута молекула и ефикасног попречног пресека у термодинамици. Наиме,

$$\lambda=1/n\sigma,$$

где је n звездана густина, а σ попречни пресек простора који заузима једна звезда у просеку. Уз малу поправку, која укључује савременије параметре Универзума попут средњег звезданог радијуса који износи приближно 7.5×10^{-8} светлосних година (~ радијусу Сунца) и звездане густине од око 0.0066 звезда/кубу светлосне године (~ густина наше галаксије), добија се да је средње звездано растојање негде око 9×10^{15} светлосних година. Ово значи да би светлости требало у просеку око 9 квадрилиона година да доспе са једне звезде на другу, а ми добро знамо да космос није толико стар.

Написао др Дејан М. Ђокић
наставник физике у Ваљевској гимназији

КОСМОЛОШКЕ ХИПОТЕЗЕ

Петак увече, већ су сви стигли са својих послова, вечерас у овој емисији можете присуствовати директном окршају између Артура Дента и његовог комшије 14-огодишњег Томија Алена, који се пожалио јавности како његов први комшија који прешао целу галаксију као аутостопер неће да му објасни да ли се свемир шири или не...

Новинар: Господине Артуре драго ми је што сам вас угостио вечерас, напокон имам ту част да вас упознам као што се надам да су проблеми око куће завршени, да ли сте свесни проблема због којег се налазите вечерас у студију?
Артур: Добро вече, хах, проблеми са кућом су срећени. Наравно проблем је крајње озбиљан али се плашим да можда нећу одговорти на свако питање!
Новинар: Драги Томи, Како си вечерас надам се да си спремио пуно питања за свог комшију, зашто те избегавао?
Дечак: Добро вече, чика новинару, мој комшија је јако фин господин али ја никако нисам могао да га натерам да ми појасни одакле ми овде, јер он мисли да сам ја превише тупав да то сазнам, мада моја мама често то прича… Имам питања понео сам читаву свеску и желео бих да почнем са првим да ли је свемир бесконачан?
Артур: Ух дете то пише у основним уџбеницима астрофизике...
Дечак: Да чика Артуре али мени тамо ништа није јасно.
Артур: У реду! Покушаћу да будем што сликовитији...Добро је што си то питао прво јер се плашим следећих питања и то је савршен почетак! С обзиром да је Астрономија једна од најстаријих наука на свету да се простире 20.000 у историју. То нам говори да су људи посматрали небо још тада и

вероватно сматрали да је он бесконачан као и ти сада, нису имали идеју како би било могуће да буде другачије. Али временом се знања мењају. Покушаћу то да објасним овако, кренимо од наше најближе звезде, Сунца. Помоћу Сунца ми видимо јел' тако? Оно нас обасјава зрацима, пошто је свемир хомоген и исти закони важе и овде и тамо негде далеко, на исти начин раде и друге звезде можемо закључити да и друге звезде сијају попут Сунца. Ако замислимо да је свемир бесконачан то би значило да има бесконачно много звезда које би све сијале и онда ноћ не би постојала а ми смо сведоци да постоји! Ово се зове Олберсов парадокс, који нам је указао још од 1826. да васиона није бесконачна.
Дечак: то онда значи да је ограничена а ја сам чуо да се она шири, како се то дешава?
Алберт: Хах, очекивао сам тако нешто, хмм кренућемо од једног рагбисте под именом Едвин Хабл, који је посматрао далеке галаксије и схватио да се оне крећу и то што су даље све већим брзинама, то нас може навести на идеју да је у једном тренутку све кренуло из једне тачке, једног сингуларитета, који називамо велики прасак! Овај догађај се десио пре око 13,7 милијарди година, толико је стар универзум! Ова прича се веома добро уклапа са причом чика Ајнштајна и круга физичара који га подржавају.
Дечак: А како се то она шири?
Алберт: Па овако, замислимо да је свемир исте густине, истог састава целом својом величином тада постоје три могућа модела васионе која се шири. Они се називају, затворени, равански и отворени модел. Сваки почиње из сингуларитета, а од тога колика је гостина васионе зависи њен даљи пут. Ако је густина већа од 5000 протона по m^3 онда ће настати први стадијум, другачије назван Пулсирајући стадијум! У оваквом моделу након неког времена гравитационе силе ће се успорити јер ће густина постати исувише мала, објекти ће престати да се удаљавају и приближаваће се и сударати док се опет не врате у тачку настанка када ће опет можда настати нови универзум!
Дечак: Вауу!
Новинар: Ајој Алберте то звучи страшно! Морамо се припремити за то, да ли постоји неки срећнији завршетак?
Алберт: Не мораш се бринути то се неће десити уопште толико ускоро! Хмм, не знам колико је ово сретнији али ако је густина васионе мања од поменуте густине гравитација која је иначе најслабија сила у природи неће моћи да обузда ширење галаксија и оне ће се удаљавати заувек и ко зна где ће све завршити, овај модел се зове и модел хлађена јер ће свемир у једном тренутку достићи апсолутну нулу и ништа па чак ни електрони се неће кретати!
Новинар: То ме драги мој ни мало не теши дај ми неки разлог да верујем да се нећу пробудити сутра у свом стану залеђен и метар удаљен од свог кревета!

Алберт: Хаха, пази свемир се хлади то стоји али још увек смо свесни да гравитација „ради“ ипак се Земља окреће око Сунца. Када се деси то верујем да ћемо знати мало дуже од једне ноћи.
Дечак: А да ли постоји још неки случај?
Алберт: Да да отворени модел! Тачније када је густина свемира једнака густини 5000 протона по m^3 овај модел нам каже да ће се ширење зауставити и да ће васиона прећи у стационарно стање!
Дечак: Чика Алберте а у каквом ми свемиру заправо живимо?
Алберт: Сјајно питање драги мој, али на њега чини ми се ни највећи умови тренутно не знају одговор али у било ком, ни једно од ова три или можда сва три истовремено! Знам да сам те збунио, објаснићу... досадашњим посматрањем смо приметили да је маса Васионе мања од густине према којој смо правили моделе, али чињеница је ми доста масе не видимо, тачније велики део масе не чине звезда овда се може закључити тј. израчунати да је густина свемира приближна 5000 протона по m^3, тако да сва три модела могу бити тачна!
Дечак: Аух! Нисам се надао овоме да ли је васиона одувек била оваква као данас?
Алберт: Наједноставнији одговор је Не! Гледаћемо прво стандардни модел великог праска. Као што и човек расте тако и васиона прати свој животни ток, само док човек мења боре на лицу она мења топлоту! Васиона има 4 стадијума. Први стадијум је „стадијум тешких честица“. На почетку сва материја се понашала као светлост, фотони! Тачније почетно стање је била хаотична смеша фотона и честица које се крећу брзинама блиским брзини светлости која је пре свега највећа брзина у природи и никада се не може достићи. Е како је време пролазило васиона се ширила и хладила а теже честице су постајале још теже у овој фази су настале честице попут протона и неутрона од којих се састоји језгро атома.
Дечак: А да ли су у том добу настали и електрони?
Алберт: Не, они настају у другом делу који се зове Доба „Лаких честица“! И креће од 10^{-4} *s* траје једну секунду након великог праска тада се температура смањила испод 10^{10} *K*.
Новинар: Ја се извињавам што се убацујем али мене занима ако су настали протони неутрони и електрони имамо атоме значи да имамо и хемијске елементе?
Алберт:Да и елементи се стварају у фази која носи назив „Доба зрачења“ јер је сва енергија која је избачена из великог праска у облику светлости. Но у овој фази настају само водоник, хелијум деутеријум, на остале елементе ћемо сачекати до појаве првих звезда!
Дечак: а када до тога долази?
Алберт: Полако! У коначној фази која носи назив „Доба супстанце“. Температура је и даље била јако велика , требало је сачекати 300.000 година да материја не буде јонизована, и да би се коначно узвикнуло и би светло! Јер је до тада васиона понашала као апсолутно црно тело. Ми ту прву светлост

можемо видети и данас на 2,7 *K* као позадинско зрачење. Такође елементи-материја се сада груписала и правила прве галаксије.
Дечак: И тада смо настали?
Алберт: Хехе не ми смо настали много много касније након тих првих галаксија.
Новинар: А шта се десило са антиматеријом?
Алберт: Драго ми је што сте то питали! Овај модел не одговара на питање зашто има више материје од антиметерије, једноставно је материја преовладала. Такође нема одговор на то зашто није запажена закривљеност васионе при посматрањима, и последње деловањем којих сила су тачно настале првобитне галаксије.
Дечак: А да ли постоји модел који одговара на та питања?
Алберт: Наравно! Инфлаторни модел. Како настаје Инфлаторни модел ћеш научити кроз пар година сада ћемо рећи да по њему може доћи до спонтаног нарушавања симетрије основних сила на температури од 10^{27} *K* што се десило после 10^{-34}s.
Дечак: А шта је било пре тога?
Алберт: Хаха. Пре тога су живели змајеви што би рекао Стивен Хокинг?
Дечак: Змајеви стварно?
Новинар: Морам вам признати Алберте да сте и мене збунили?
Алберт: Не не знамо шта се десило пре тога. Једноставно наш поглед допире дотле, елем ово спонтано нарушавање симетрије довело је до огромног излива енергије које је довело до брзог ширења, тачније васиона се повећала невероватних 10^{50} пута за свега 10^{-32} s. Овај период се назива период инфлације! Овако се решавају проблеми исправљености заправо закривљености простора, замислимо васиону као балон који дувамо свака тачка се удаљава од сваке! А такође простор који некоћ беше закривљен се исправља.
Новинар: Аух видим да нам се Томи нешто мршти, а шта је са друга два проблема?
Алберт: Жао ми је Томи да би ово разумео мораш развити неке једначине које ћеш знати да решиш за пар година. Наравно! Интеракцијом елемената на температурама испод 10^{27} К довело се до вишка метерије. Нарушавањем симетрије се такође објашњава проблем стварања галаксија, али о томе такође касније, сада знај да имамо одговор!
Новинар: Жао ми је што вас прекидам али наш термин се приближава крају драго ми је Алберте што си објаснио Томију настанак васионе! Надам се да јеси заправо Томи да чујемо утиске?
Дечак: Ја сам одушевљен хвала чика Алберте, мада има пар ствари које ми се не свиђају мораћу то да променим кроз пар година!
Алберт: Хаха Браво Томи то је став, тада ћеш ти мени објашњавати свој став!
Новинар: Даме и господо, бића свих раса из свих делова галаксије поздрав из студија 42, видимо се следећег петка у исто време на истом месту када ћемо угостити Гандалфа Сивог и Ајнштајна који ће нам појаснити да је танка црта

између Физике и Магије, поздрав и нека је сила уз Вас! Ваш водитељ Ејприл О Нил.

Дамњан Милић, студент астрономије,
бивши ваљевски гимназијалац

ЕНЕРГИЈА БУДУЋНОСТИ

Соларни панели су прошли дуг развојни пут како би постали технологија која би у будућности требало да напаја већ пренасељену планету

У малом граду у Холандији осванула је технологија из футуристичких филмова. Свет је добио свој прву стазу која производи електричну енергију. Бициклистичка стаза у градићу Кромени надомак Амстердама дугачка 70 метара направљена је од соларних плоча и током шест месеци тест периода произвела је преко три хиљаде киловата електричне енергије. Сразмере ради, ова количина је довољна да напаја просечно холандско домаћинство енергијом током читаве године.

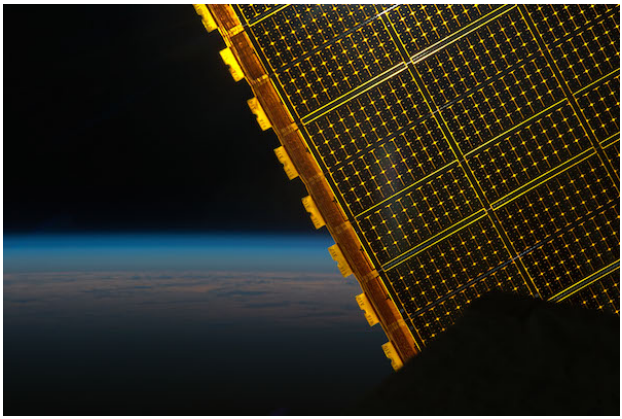
Данас су соларне ћелије постале ствар свакодневнице. Оне енергију електромагнетног зрачења са Сунца, светлост, претварају у електричну. Технологија коју у овом тренутки човечанство поседује у свемиру била би готово незамислива без ових извора струје. Као млађи, били смо импресионирани калкулаторима који се угасе када им прстом прекријемо црна поља изнад екрана, не размишљајучи да тако у ствари затварамо довод зрачења на соларну батерију. Соларне плоче напајају (макар

у развијенијим земљама у свету) уличну расвету, семафоре, а соларне фарме све су чешћи призор поред ауто-путева кроз Словачку, Мађарску, САД, Француску…

Како енергију Сунца претворити у електричну?

У основи соларних плоча налазе се фото-напонске ћелије. Ове компоненте служе да енергију електромагнетног зрачења претворе у електрични напон,. Ове фото-ћелије, како их често зовемо, су у суштини полупроводничке компоненте у чијој су основи најчешће силицијум или германијум, допиране, односно обогаћене другим елементима како би се у кристалној решетки материјала добили електрони (или шупљине, односно празна места у љусци атома) вишка. Овакви материјали праве такозвани п-н спој, који је основа полупроводничких компоненти попут диоде, транзистора и да, соларних ћелија.

Када п-н спој добије енергију споља, у овом случају у виду зрачења са Сунца, електрони у п-н споју се побуде, ”излазе” из атома и крећу се кроз кристалну решетку, те долазе до електрода, које се налазе на крајевима компоненте. Енергија зрачења, односно фотона који долазе на фото-ћелију мора бити већа од такозваног енергетског процепа полупроводника, који зависи од материјала који се користи. Овако се добија разлика потенцијала на електродама, односно напон. Истоимена наелектрисања се скупљају на истим странама, па уколико су електроде повезане – тече струја. Једноставно говорећи, када фотон падне на полупроводник, електрони се у њему побуде и добијамо напон.



Звучи сјајно, зар не? Па зашто онда не користимо више овај чисти, обновљиви извор електричне енергије, који нам је ”испред носа”? Није све баш тако једноставно. Један од главних проблема јесте ефикасност соларних ћелија. Најосновније – фотоћелија може да прикупи само одређену количину укупног

зрачења које на њу падне, а и сва та енергија се у потпуности не претвори у електричну, већ се делом изгуби. Део енергије, на пример, троши се на загревање. Данас просечне фотоћелије искористе тек између 10 и 25 одсто укупне енергије коју прикупе. Ово није довољно ефикасно да би соларна технологија у потпуности заменила термоелектране, аутомобиле на фосилна горива и остале ”прљаве” изворе електричне енергије.

Није једноставно забости чиоду у календар која би представљала почетак приче о соларној енергији. Једна од великих година је 1905. када је Алберт Ајнштајн објаснио фотоелектрични ефекат, у чијој је основи интеракција електрона и фотона, односно светлости. Међутим, овај принцип је још 1888. користио руски научник Александар Столетов, када је направио експеримент који је у многоме прототип данашње фото-ћелије. Чак и пет година пре тога, још један научник, Чарлс Фритс, експериментисао је са силицијумом који је прекривен златним честицама и који је једва око 1 одсто зрачења претварао у наелектрисање.

Модерну соларну ћелију патентирао је Расел Охл, амерички проналазач, 1946. године. Он је до патента дошао покушавајући да унапреди конструкцију тадашњих транзистора. Осам година касније, Бел Лабораторије у САД конструисале су и пласирале комерцијалне соларне ћелије.

Развој соларне технологије до сада је био прилично брдовит. Када су се појавиле, ћелије су биле врло неефикасне и велике. Цена вата електричне енергије добијене на овај начин била је неколико стотина долара. Ову цену просечно домаћинство није могло да плати. Концепт искоришћавања соларне енергије је ипак био превише добар да би се одбацио. Технологију је ”преузела” свемирска индустрија, са идејом је да ван Земљине атмосфере зрачење много интензивније, па се више енергије може прикупити на плочама. Велике свемирске агенције имале су новца да плате високу цену соларних ћелија, чије су карактеристике сваке године бивале све боље, али је исто тако и цена постајала све већа. Чинило се да је технологија соларних ћелија намењена само богатим индустријама да ће тако и остати.

Зачарани круг прекинула је компанија Ексон, крајем шездесетих година прошлог века. Елиот Берман, један од истраживача и конструктора у овој фирми, добио је задатак да прорачуна и осмисли концепт соларне ћелије чија би цена била испод 20 долара по вату – сасвим прихватљиво за широку употребу.

Берман је овај задатак схватио веома озбиљно, почевши уштеде од самог процеса производње соларних плоча. Уместо да се полупроводне плоче секу, полирају па затим превлаче антирефлексивним слојем, он је приметио да само грубо сечење плоча већ оставља површину антирефлексивном.

Испоставило се да овакви полупроводници више него добро раде, чиме су два веома скупа процеса у производњи – полирање и заштита слоја, потпуно елимисана. Технологија штампаних електронских плочица омогућила је гушће паковање ћелија са мање жица и материјала за повезивање. Резултат Берманових уштеда – призводња ћелија за 10 долара по вату.

Данас, напретком технологије интегрисаних електронских компоненти, полупроводничких материјала и производње цена соларних плоча пала је на испод једног долара по вату у производњи. Соларни панели су од технологије будућности прошле преко стигме елитистичке технологије свемирског програма, напајања за играчке и светиљке, поново до технологије која би у будућности требало да напаја ову већ пренасељену планету.

Пројекат *Desertec*

Један од највећих пројеката за коришћење обновљивих извора енергије (понајвише соларне) био је такзвани пројекат *Desertec* који је предложила група организација из читаве Европе, као и делова Африке и Азије. Њихов план – мрежа обновљивих извора енергије кроз читаву Европу, Северну Африку и Источну Азију са центрима соларних фарми у Сахари и Ветрењача на северу Европе. Оваква мрежа, наишла је на иницијално одобравање земаља у Европи. Међутим пројекат је званично прекинут 2014. године. Разлози су углавном политички, од бојазни од терористичких напада на центре извора енергије, преко нестабилности у државама Северне Африке, па до страха од превелике политичке моћи држава са овим изворима.

Исидора Цветковић III$_3$

ПРЕЛАЗАК У ТРЕЋУ ДИМЕНЗИЈУ

Дугорочни утицај 3Д штампе још је немогуће сагледати. Да ли ће први објекти на Месецу бити ”одштампани”?

Мада инжењери нове технолошке могућности познате као 3Д штампа називају производњом у слојевима (адитивни производни процес), она се може посматрати као нова револуција у развоју штампе. Историја „дводимензионалне“ штампе која овоме претходи почиње још у 15. веку,

када је Јохан Гутенберг (1395−1468), немачки ковач, кујунџија и штампар, одштампао прву Библију.
Својим изумом покретног слога Гутенберг је покренуо револуцију у штампи која се сматра једним од најзначајнијих догађаја у другом миленијуму. Она је довела до експлозије писмености, образованости и информисаности.
Пре Гутенберга, штампари су резбарили дрвене даске, урезујући у њих свако слово текста који је требало одштампати. Овакво прављење матрице био је мукотрпан, дуготрајан процес, а штампало се мало и књиге су биле изузетно скупе.
Гутенберг је направио металне калупе за појединачна слова која је само требало пресложити у оквире да би се добиле речи и затим оставио отисак на папиру. Метална слова могла су се употребљавати и преслагати небројено пута.

Покретни слог - фото: Вили Хајделбах

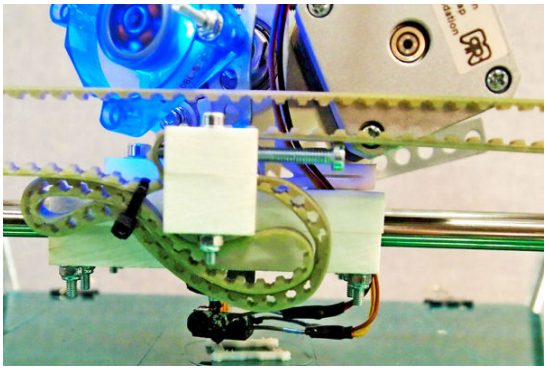
Може ли и 3Д штампа покренути револуцију у свакодневном животу људи?

3Д штампа – производња у слојевима

3Д штампачи производе чврсте објекте засноване на компјутерским моделима. То су заправо индустријски роботи који су у употреби већ 30 година, али су тек у последњој деценији постали широко распрострањени, па су ушли и у индустријску употребу.
Први 3Д штампач направио је Чак Хул 1984, годину дана након што је патентирао апаратуру за производњу тродимензионалних објеката. Поступак је назвао стереолитографија − израда чврстих објеката „штампањем“ (наношењем, слагањем) танких слојева материјала, један преко другог.
Као мастило за 3Д штампач најчешће се користе материјали у облику праха, жице, пластичне фолије, или материјали који загревањем прелазе у течно стање, а затим хлађењем, одговарајућим поступцима, прелазе у чврсто стање. Шта би то још могло бити? На пример − чоколада!

Како ради 3Д штампа? Како се течни фотополимер, прах или течност, који се налазе у посуди, могу претворити у објекат по нашој жељи? Према идеји оца 3Д штампе Чака Хула, један од начина је да се зрак ултраљубичастог

ласерског светла усмерава на радну површину посуде машине („штампача“). Светлосни зрак који наводи компјутер црта (осветљава и греје) сваки нанети слој објекта. Где год да сноп удари у површину, фотополимер или неки други изабрани материјал се претвара у чврсту материју. На овај начин гради се објекат било ког облика.



3Д принтер, фото: Тиа Монто

Како компјутер зна где треба да штампа? Компјутерски софтвер математички „раставља“ модел који израђујемо на велики број танких слојева. Уобичајена дебљина слоја је око 100 микрометара, а може бити и мања. Затим се објекат штампа слој преко слоја.

Штампање објекта је релативно споро и захтева неколико часова или чак неколико дана. Но, како се у овај процес укључују велики индустријски роботи тако се он убрзава. С друге стране, штампање „било чега“ повлачи и питање кршења и заштите ауторских права.

”Штампане” Најки патике

3Д штампа веома је погодна за брзу израду прототипова, посебно у процесима истраживања. Индустрији је занимљива јер је цена израде појединачног предмета релативно ниска и не варира у зависности од тога да ли их правимо 10 или 100.000.

Ово је такође и једно од ограничења технологије која је веома спора и непогодна за масовну производњу. Данас већ постоје 3Д штампачи са неколико глава, који истовремено штампају више објеката, међутим, и даље се не може говорити о масовној производњи.

И поред овог проблема, индустрија се полако отвара према 3Д штампи, па је тако, на пример, компанија Најки користила ову технологију да би израдила упадљиве патике за амерички фудбал, док друга компанија, Њу баланс, за спортисте израђује обућу по мери.

Тим НАСА тестира 3Д принтер, фото: НАСА

3Д штампа је технологија која у средиште пажње ставља појединца и представља нову револуцију у дизајну и производњи. Уз њену помоћ, у исто време могуће је израдити потпуно различите делове произода, прилагођене потребама сваког појединачно, а да то не утиче на повећање цене.
Дугорочни утицај 3Д штампе још је немогуће сагледати, али се аналитичари слажу да би он могао бити огроман. Једног дана, могли бисмо чак и кућним 3Д штампачем да израдимо све што нам падне на памет. Испитују се могућности у грађевинарству, па би тако први објекти на Месецу, сматрају у НАСА, могли бити изграђени управо захваљујући 3Д штампи. Ове године, на тај начин, градиће се и прва 3Д зграда.
Научници сматрају да би ускоро могли да једемо 3Д храну и користимо 3Д лекове, с обзиром на то да је могуће штампати врло танке слојеве, до нивоа молекула, а да се као мастило могу користити најразличитији састојци.

У више научних институција раде се истраживања која би чак могла да омогуће 3Д штампање органа и ткива, при којем се уместо пластике као материјал користи биомастило − живе ћелије. Већ сада је потребно мање од једног часа да се одштампа узорак „мини јетре“, или узорак хрскавице уха дуг десетак центиметара.

Богдан Бадовинац III$_1$

У ЛОВУ НА ВАНЗЕМАЉЦЕ

Векови људске културе испреплетани су тврдњама о наводним посетама супериорнијих бића која долазе из удаљених кутака космоса. Тајнама обавијена војна база у Области 51, летећи тањир срушен у градићу Розвел, НЛО изнад Сибира, кругови у житу, мистерије древних астронаута… Векови људске културе испреплетани су са тврдњама о наводним посетама супериорнијих бића која долазе из удаљених кутака космоса. Нека од најпознатијих, сада већ историјских сведочења о блиским сусретима са ванземаљцима, након теста времена и много година узалудне потраге за доказима, остају управо то – празна сведочења.

Једна од првих рационализација проблематике у вези са проценом високе вероватноће постојања ванземаљаца, а одсуства икаквих доказа о томе, дошла је од једне од култних фигура из света физике, Енрика Фермија, главног актера шездесет три године старе, сада већ легендарне приче о ручку четворице колега у кантини Националне лабораторије у Лос Аламосу. У необавезном разговору о све популарнијим сведочењима о летећим тањирима, Ферми је замишљено прокоментарисао, сумирајући у једној реченици суштину проблема: „Где су сви?“ (*Where is everybody?*).

Ово опажање, данас универзално познато као Фермијев парадокс, и даље је велики изазов за научнике и знатижељнике који желе да на њега дају одговор. Оно што буни јесте чињеница да у нашој галаксији живи преко 200 милијарди звезда, да данас знамо да огроман број тих звезда око себе има планетарне системе, да је наша галаксија само једна у космичком океану, као и да је процењена старост свемира на преко 14 милијарди година, што оставља простор и време многим цивилизацијама да интелектуално и технолошки еволуирају до тачке у којој би могли да овладају интерстеларним путовањима. Уколико су ове премисе тачне, а поведемо се страшћу за истраживањем и радозналошћу као фундаменталним људским особинама, и даље немамо одговор на питање: „Где су сви?“

Деценију након чувеног ручка научници су покушали да оду корак даље у математичкој апроксимацији проблема лова на ванземаљце. Једна од понуђених опција, која традиционално стоји раме уз раме са Фермијевим парадоксом, огледа се у поставци Дрејкове једначине. Френк Дрејк, амерички астрофизичар, желећи да квантификује непознате елементе са којима се морамо суочити када размишљамо о животу ван Земље, број интелигентних цивилизација у свемиру представио је као производ неколико фактора: просечног броја звезда и планета способних да подрже живот, оног процента међу њима који би изнедрио интелигентан и технолошки развијен живот, али и временског периода неопходног да таква цивилизација пошаље у свемир детектибилан сигнал. Данас Дрејкова једначина има пуку традиционалну вредност, управо јер су многи њени елементи изразито спекулативни.

Иако су напори и даље без резултата, научници у америчком институту *SETI* (*Search for Extraterrestrial Intelligence*) и даље „ослушкују“ свемир. Основан управо од стране Френка Дрејка у сврху потраге за радио-сигналном који би недвосмислено потицао од интелигентне цивилизације, *SETI* одолева критикама строге научне

заједнице као и финансијским проблемима, и већ тридесет година, уз помоћ огромних радио-телескопа снима и анализира радио-сигнале који долазе из космоса, у нади да ће се један од њих понашати као светионик или одашиљач неке удаљене цивилизације.

С друге стране, наша планета се већ деценијама, тачније – од емитовања првог радио и телевизијског сигнала, и сама понаша као светионик, и шаље у међузвездани простор доказ о постојању интелигентног живота на нашој планети. Овакав сигнал остаје детектабилан само у домету од једне светлосне године. Имајући у виду да је нама најближа звезда, Проксима Кентаури, удаљена 4,3 светлосне године, јасно је да је потрага за оваквим сигналом врло вероватно безнадежна, па да би ванземаљцима био потребан телескоп величине Земље не би ли примили наше „случајне“ телевизијске поруке.

Ипак, у *SETI*-ју верују да једном примљени вештачки сигнал, у чије постојање не сумњају, неће бити секундарни телевизијски ехо, већ да ће то бити наменски дизајниран, довољно моћан сигнал који ће и наши земаљски телескопи успети да детектују, а који ће бити намењен суседним планетама као својеврсни позив на упознавање.

Милица Стојаковић III$_2$

НАСТАВАК ПОТРАГЕ ЗА ВАНЗЕМАЉЦИМА

Ванземаљци никада нису били ближе – Стивен Хокинг најавио најсвеобухватнију потрагу за интелигентним животом у свемиру до сада

Физичар Стивен Хокинг и руски приватни предузетник Јури Милнер, заљубљеник у науку и оснивач наградних фондова из области природних наука, најавили су до сада најсвеобухватнију потрагу за ванземаљским животом у свемиру. *Breakthrough Listen* пројекат ће користити најмодерније радио и оптичке телескопе које човечанство има и коштаће 100 милиона долара. Мисија ће започети 2016. године, а планирано је да траје једну деценију.

Breakthrough Listen ће финансирати директно Јури Милнер, који је напустио докторат из физике како би се посветио предузетништву. Стивен Хокинг је подржао Милнеров пројекат, али је и даље скептичан што се тиче директног контактирања ванземаљске цивилизације. Чувени космолог сматра да је боље да останемо тихи, бар док не утврдимо намере наших суседа.

Захваљујући фонду којим располаже, пројекат ће успети да обезбеди на хиљаде сати коришћења два од највећих светских радио телескопа годишње, *Green Bank Observatory* у Западној Вирџинији, као и *Parkes Observatory* у Аустралији. Ови моћни телескопи ће покрити 10 пута више неба него што су то успели претходни *SETI* програми, и чиниће то 100 пута брже.

Научници који ће радити на овој мисији, међу којима су чувени Френк Дрејк, али и Ан Драјан, прикупљаће и обрађивати радио сигнале из правца милион звезда најближих Земљи, али и 100 најближих галаксија. Циљ је детектовање радио сигнала који дефинитивно потиче из вештачког извора, што би значило да негде у свемиру постоји интелигентна цивилизација која користи технологију.

Пројекат се снажно ослања на чувени *SETI* (*Search for Extraterrestrial Intelligence*), који већ деценијама ослушкује свемир у потрази за радио сигналима који потичу из вештачких, а не природних извора. Без обзира на своју медијску видљивост и културну улогу у популарној култури, *SETI* је у последњим годинама суочен са све мањим фондовима, занемарљиво малим бројем сати коришћења светских телескопа и маргинализацијом у научним круговима, али зато поседује искуство и људске ресурсе који ће пружити изванредну подршку овој амбициозној идеји.

Реализација пројекта ће умногоме зависити и од *SETI@home*, револуционарне компјутерске платформе формиране на Беркли Универзитету, која користи донирано компјутерско време и процесорску снагу приватних рачунара милиона волонтера широм света, створивши тако својеврсни суперкомпјутер који обрађује прикупљене податке.

Сви подаци прикупљени током десетогодишње мисије биће у потпуности доступни јавности. Исто важи и за софтвере који ће бити коришћени, а које ће свако моћи да *скине* са интернета и слободно користи. Управо ће ови

софтвери бити написани тако да буду компатибилни са свим телескопима на свету, ради олакшане евентуалне сарадње. Читав пројекат је замишљен као у потпуности отворен за сваког ко би желео да се укључи и помогне.

Осим *Breakthrough Listen,* најављена је још једна иницијатива, *Breakthrough Message.* Идеја је мотивисати људе да се у што већем броју пријаве на такмичење у осмишљавању дигиталне поруке која би представљала планету Земљу и њене становнике. Сама порука неће бити послата у свемир, као што је то раније радио *SETI*, већ ће конкурс покушати да пробуди јавну етичку и филозофску расправу о евентуалном комуницирању са интелигентним животом ван наше планете.

Андреа Лескур III$_2$

ДА ЛИ СМО МИ ТО ВИДЕЛИ ВАНЗЕМАЉЦЕ?

Управо објављен рад на *arXivs*-у указује да нам изузетно снажни и краткотрајни радио-сигнали из дубоког свемира можда преносе поруку: **187.5**

Није се догодило ништа од онога што бисмо могли замислити. Није се спустио ванземаљски брод на Њујорк, Област 51, Београд или било који велики или мали град на Земљи. Није прекинут телевизијски програм, нити су друштвене мреже подивљале јер је група астронома пријавила како НЛО објекат промиче поред Сатурна.
Ни на једном земаљском или орбиталном радио-телескопу, од свих оних који годинама скенирају небо нисмо добили било какву за нас људе смислену, а камоли експлицитну поруку типа: „Ђао тамо доле. Каква сте само разочаравајућа врста, а тако једна фина планета.“

Десило се нешто што је свакако технолошки интригантније и за лаике мање разумљиво. Прича је настала кад је у отвореној бази са више од милион научних радова, познатој као *arXivs,* 30. марта, објављена ревизија две недеље раније објављеног рада под насловом *Discrete steps in dispersion measures of Fast Radio Bursts.*

Вест о овом научном раду, дан касније, пренео је угледни, научнопопуларни часопис *New Scientist*. Текст насловљен *Is this ET? Mystery of strange radio bursts from space,* написала је ауторка Сара Сколс, специјализована за астрофизику и *SETI* теме. Након што је објављена, вест су пренели многи популарни научни и неки авангардни медији.

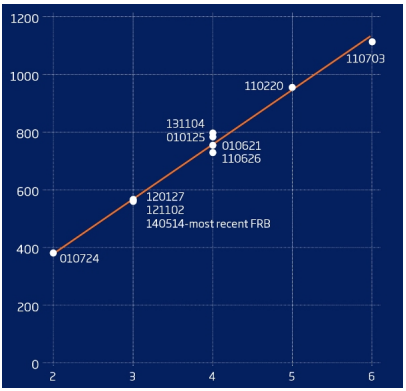
Без сумње, узбуђење су осетили сви они који су се удубили у график приказан у овом раду (*слика на следећој страни*) и на њему открили једну нову, мистериозну правилност у радио-сигналима из дубоког свемира. Но, сасвим природно за научну заједницу, уз нормалну дозу скептицизма и обазривости, лавина интересовања нарастала је успорено.

С друге стране, будући да се цела вест састоји од уочене линеарности нечега што се у радио-астрономији назива *мера дисперзије*, велики медији нису прекинули програм, па чак ни пренели информацију пошто је сувише сложена да би могла брзо и тривијално да се процесуира. Упркос томе што би ова прича могла бити потенцијално запаљива или чак цивилизацијски битна.

Наиме, поменути научни рад наговештава како постоји могућност да имамо – сигнал ванземаљске цивилизације!

А порука коју смо добили, ако је којим случајем тако, гласи: 187,5.

ДЕСЕТ ЧУДНИХ РАДИО-СИГНАЛА



О чему је заправо реч? Радио-телескопи су од 2001. почели да бележе један необичан астрономски феномен који је досад остао необјашњен и који је назван *Fast Radio Burst,* односно *FRB*. Наиме, током последњих 15 година, забележили смо десет чудних радио-сигнала који трају свега милисекнду, а изузетно су снажни, толико да у том тренутку израче енергију коју би Сунце емитовало месец дана.

Ови *FRB* сигнали очигледно стижу са изузетно велике даљине, далеко изван наше галаксије Млечни пут, а то значи и да су до нас, ма како краткотрајни, изузетно дуго путовали, хиљадама или милионима година. За сада немамо расподелу одакле тачно ови сигнали долазе.

У раду са *arXivs*-а, који су објавили Мајкл Хипке са немачког Института за анализу података из Нојкирхен-Влуина, Вифред Домјенко са Института „Макс Планк“ и Џон Лернд са Универзитета Хаваји из Маоне, анализирано је свих десет до сада снимљених *FRB*-ова. На сличан начин на који се

анализирају природни сигнали са пулсара, израчуната је поменута мера дисперзије, која иначе служи да се на основу ширења снопа по фреквенцијама, због проласка кроз космичку материју, одреди са ког растојања сноп стиже.

Анализа је у случају *FRB*-а открила нешто друго. Уочена је, потпуно неочекивано, линеарна правилност, тако да су мере дисперзије једнаке целобројном умношку броја 187,5. Вероватноћа да подаци дају тако чисту линеарну функцију коинциденцијом је врло мала, а ниво поверења у добијене податке је 99,95 одсто.

Ниједан познати природни објекат у дубоком свемиру не може да емитује радио-сигнале на такав начин да доведе до тога да мера дисперзије поштује такву правилност и следи целобројне умношке броја 187,5. Наиме, извор сигнала који стижу до Земље очигледно на неки начин „контролисано“ пушта сноп.

КО ГАСИ И ПАЛИ ЗВЕЗДЕ?

Радио телескоп

Добијени резултати, ако се покажу као тачни, могу да значе три ствари. Пре свега, врло је могуће да су *FRB*-ови сигнали људског порекла и да су емитовани са постојећих сателита, расходованих летелица или било какве друге канте коју је човек направио и заборавио у орбити, а која шаље понекад и тако јак сигнал. Ма како мало вероватно да 15 година није пронађен такав извор, аутори поменутог рада су углавном разматрали ову могућност.

Друга могућност је да *FRB*-ови представљају један сасвим нови астрономски феномен, који се не може тек тако објаснити оним што данас знамо о природним радио-изворима. Већ та околност је сама по себи изузетно узбудљива.

Трећа опција је да смо ухватили сигнал изузетно напредне цивилизације која има тако моћне радио-изворе, да намерно или случајно „пали и гаси“ неку звезду како би јаким радио-сигналом у други део свемира послала поруку 187,5 . Према донекле спекулативној теорији Николаја Кардашева, то би значило да је реч о цивилизацији која је тип 2, будући да у тип 1 спадају цивилизације попут наше, које користе свакојаке, мале изворе зрачења, у тип 2 оне које контролишу звезде, док су тип 3 оне цивилизације које емитују сигнале помоћу галаксија.

Како год, ако је *FRB* сигнал на Земљу заиста послала ванземаљска интелигенција, то се десило пре много времена на огромном, вангалактичком

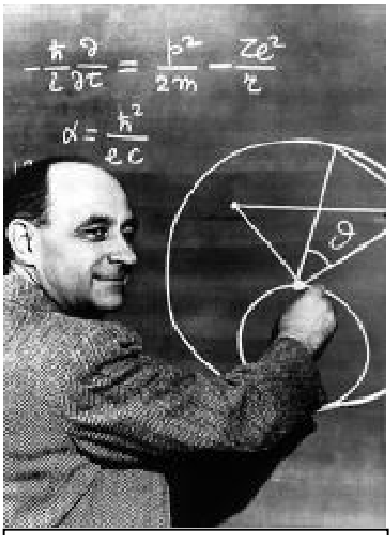
растојању. То значи и да је реч о цивилизацији која је технолошки, а вероватно и на сваки други начин далеко, далеко напреднија од наше, о свету бића која управљају звездама.

У нашем свету, овде доле, следи доба у коме ће *FRB* подаци бити још много пута анализирани, тумачени и преиспитивани, како од научника тако и од медија, теоретичара завера, љубитеља НЛО-а и свих других. И шта год на крају буде био одговор, *FRB* сигнали су број 187,5 не само носили кроз дубоки свемир, него сада заувек увели и у људску историју.

Сава Гаврић III$_2$

У ПОТРАЗИ ЗА ВАНЗЕМАЉЦИМА - ФЕРМИЈЕВ ПАРАДОКС

У пролеће 1950. године у кантини нуклеарне лабораторије у Лос Аламосу се одиграо историјски ручак, о коме су се касније испредале разне легенде.Према ономе што суисторичари науке, нарочито др Ерик Џонс, утврдили као веродостојно, за столом су седели Херберт Јорк, Емил Конопински, Едвард Телер и Енрико Ферми. 20. век, век екстремне специјализације, није дао универзалнијег физичара од Фермија - последњег човека који се са подједнаким успехом бавио и експерименталном и теоријском науком, увео нас у нуклеарно доба, крстио неутрине, израчунао број клавир-штимера у Чикагу, и уопште био један сјајан тип. (Нема потребе ишта више говорити ако се зна да се и ми и све што видимо унаоколо не састоји без разлога од **фермиона**.)



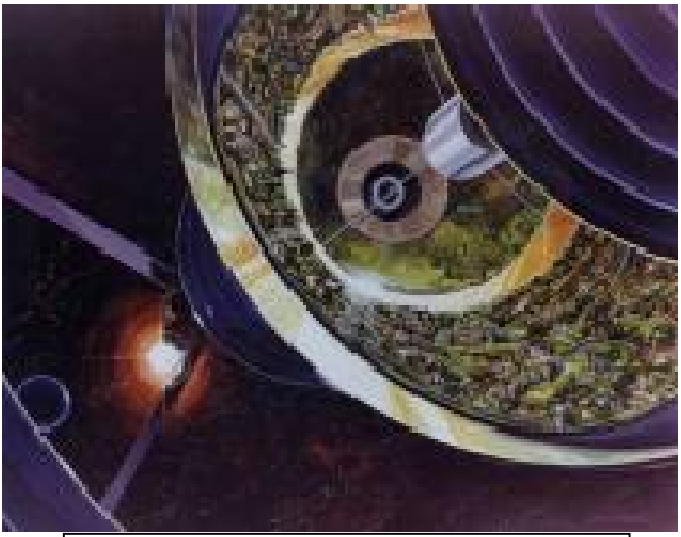
Енрико Ферми (1901-1954)

За ручком се повела реч о летећим тањирима који су у то време почели да се виђају широм САД, те да ли, када се одбаце те сензационалистичке приче, има разлога за веровање у постојање напреднијих ванземаљских цивилизација од наше. Кад су питали Фермија за његово мишљење, он је прво избегао да одговори, а потом је током целог ручка нешто жврљао по салвети, да би изненада, усред конверзације на неку сасвим десету тему, поставио просто питање, ону врсту једноставног питања

чији значај само врхунски геније може да уочи: *Whereiseverybody?*Његови пријатељи одмах су разумели да се питање односи на ванземаљске цивилизације.

Ферми није знао много егзактних бројева, али је имао ону врсту осећаја за редове величине која карактерише сваког искусног физичара. Знајући да је Галаксија неколико пута старија од Земље, и знајући да има око стотину хиљада светлосних година с краја на крај, Ферми је закључио да би ванземаљске цивилизације одавно требало да су ту, у Сунчевом систему и на Земљи. Наиме, под претпоставком да бар нека од њих овлада техником међузвезданог лета, крећући се чак и скромном брзином од 1% брзине светлости, било би потребно реда величине 10 милиона година да се обиђе цела Галаксија. А сама Галаксија је **више негохиљаду пута старија!** Дакле, било је времена да наш Сунчев систем буде посећен хиљаду пута. Где су, дакле, они? Из њиховог одсуства, Ферми је извукао радикални закључак да је, из неког нејасног разлога, Земља јединствена у Галаксији. Другим речима, сами само. И данас, више од пола века након Фермијевог ручка, ово остаје најснажнији и најозбиљнији аргумент противника постојања ванземаљских цивилизација.

Најстарија верзија Фермијевог парадокса, иако крајње компликовано формулисана и повезана са специфичним видом пантеизма, налази се код још једног генија, руског математичара, инжењера и визионара Константина Циолковског. Не само што је он био по томе, као и гомили других ствари, испред свог времена, већ је и Фермијев ручак био релативно брзо заборављен и више пута поново откриван тек кад је, у складу са *Зеитгеист*-ом, дошло време за то у последњој четвртини 20. века. Британски инжењер Дејвид Вјуинг поново је открио парадокс 1975. и лепо га изразио: "Сва наша логика, сама срж науке, уверава нас да ни по чему нисмо јединствени - да они морају постојати. А ипак их не видимо." Исте године је Мајкл Харт, један од разочараних сарадника на СЕТИ пројектима, извео прве детаљне прорачуне Фермијевог парадокса и објавио резултате у *Кварталном журналу Краљевског*



Уметничка визија О'Ниловог хабитата.

астрономског друштва, што је изазвало једну од најдужих дебата у историји ове древне научне организације. Хартов закључак био је исти као и Фермијев: то што их не видимо (или трагове њихове активности, попут макроинжењерских подухвата које би било могуће открити нашим астрономским уређајима, попут Дајсонових сфера или великих О'Нилових хабитата значи да их доиста и нема.

Коначно, најекстремнију верзију Фермијевог парадокса дао је амерички физичар Френк Типлер у неколико изразито анти-СЕТИ оријентисаних радова из 1980-тих; она је и најзанимљивија пошто користи савремени технички речник, а нарочито концепт *фон Нојманових сонди*. Типлер уочава да и у краткотрајној историји људске астронаутике, сонде значајно претходе и надмашују домет мисија са људском посадом. За међузвездани случај, додатни састојак који драматично убрзава ствар јесу само-репродукујуће (фон Нојманове) сонде: машине које по доласку у неки планетски систем могу од локалног материјала сачинити једну или више својих копија које би се потом упутиле у друге планетске системе. На тај начин дошло би до "ланчане реакције" или "епидемије" фон Нојманових сонди које би, детаљни прорачуни показују, могле посетити сваку звезду у Галаксији чак и ако се крећу истом скромном брзином, у року од свега неколико милиона до неколико десетина милиона година, занемарљиво по стандардима астрономских временских скала.Ово је још озбиљнија верзија парадокса, јер показује да за посете свим планетским система у Галаксији није потребно изградити огромне флоте свемирских бродова; довољна је **једна једина** машина, само довољно сложене конструкције.
Оно што Ферми 1950. године није могао знати, али што ми, након 2001. и сјајног рада новозеландског астробиолога Чарлса Лајнвивера знамо, јесте каква је расподела старости планета налик Земљи широм Млечног пута. *И то сазнање битно оснажује Фермијев парадокс*. Наиме, на основу аргумената који се односе на брзину хемијске еволуције материје у Галаксији и једноставних помоћних космогонијских претпоставки, Лајнвивер је показао да су се земљолике планете почеле формирати пре око 11 милијарди година, те да је просечна планета налик Земљи читавих 1,8 милијарди година **старија од Земље!** Дакле, сад имамо и врло конкретну форму парадокса: ако смо ми у свему типични - како нам сугерише наука од Коперникових времена - онда је и типична биосфера отишла скоро две милијарде година даље у еволуцији од нас, те је просечна ванземаљска цивилизација исто толико старија од наше. Чисто ради поређења, пре две милијарди година су на Земљи постојали само најједноставнији једноћелијски организми, бактерије и архее. А то су тек просечне вредности - а код овога нас заправо занимају управо **најстарије настањене планете!**

Решења Фермијевог парадокса

Фермијев парадокс је, дакле, израз тензије између натуралистичког погледа на настанак живота, интелигенције и цивилизације плус коперниканско начело на једној страни, и нашег разумевања астрономских просторних и временских скала на другој страни. Наглашавам да се ради о тензији, не о конфликту (стога је назив "парадокс" донекле обмањујући; држим га се из историјских разлога). И доиста, предложено је мноштво могућих разрешења проблема - поменућу овде неколико, а постоји сјајна књига мог *pen-frienda* Стивена Веба, предавача на британском Опен Университу, чији је поднаслов *Педесет решења Фермијевог парадокса* (обашка што има бар 5-6 додатних могућности којих или није био свестан или још никоме нису пале на памет). Овде помињем неке само као илустрацију, а никако због тога што се ради о најбољим решењима - испод ћу рећи и понешто о онима која су по мени најадекватнија:

- Ванземаљске цивилизације се униште чим открију нуклеарно / биолошко / нанотехнолошко / итд. оружје и стога никад не остваре међузвездано путовање.
- Земља је јединствена у Галаксији зато што је тако створена вољом натприродне Силе, те ванземаљске цивилизације не постоје.
-Ванземаљске цивилизације су ту, међу нама, али из етичких /еколошких/ политичких разлога желе да остану скривене.
- Ванземаљске цивилизације теже да се налазе или близу центра Галаксије или напротив, далеко на периферији Млечног пута, регион у коме се налази Сунчев систем је неинтересантан за њих.
- Међузвездано путовање је немогуће, због постојања неког нама непознатог физичког разлога.
- Међузвездано путовање је још далеко теже и скупље него што се нама чини, тако да све ванземаљске цивилизације "остају код куће", развијајући се у правцу све веће минијатуризације, постизања индивидуалне бесмртности, максимализацији рачунарских ресурса, уплоадовању својих умова у рачунаре, или се једноставно посвећују лепим уметностима и играју компјутерске игрице - све ове активности могу лако остати непримећене из даљине.
- Земља је јединствена у Галаксији зато што је стицај околности који је неопходан за настанак и еволуцију комплексних биолошких организама, носилаца интелигенције, производ више екстремно мало вероватних фактора, те мада је једноћелијски живот веома распрострањен, комплексни живот може да постоји само на ~1 планети по галаксији.
- Ванземаљске цивилизације нису још стигле да дођу до нас, зато што је Галаксија тек од скоро (у астрономским терминима) гостољубива за комплексна / разумна бића.

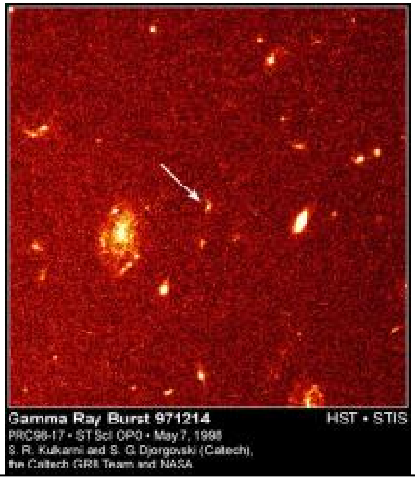
Оно што ваља разумети - а нажалост у 99% дискусија Фермијевог парадокса се или не разуме или тек наслућује - јесте да какво год било решење, оно

мора задовољавати **критеријум не-ексклузивности**. То значи да мора бити примењиво на сва места и сва времена широм историје наше Галаксије подједнако. Тврдити да се цивилизација на планети А одлучила да не колонизује Галаксију је, у недостатку информација, прихватљиво је. Међутим, тврдити да се баш исто морало десити и пар милијарди година раније или касније на планетама Б, Ц, ... је нешто сасвим друго - и више није прихватљиво као озбиљно решење Фермијевог парадокса! Сходно томе, објашњења која се позивају на појединачне инстанце - која су ексклузивна - не треба узимати сувише озбиљно.

Ово до сада је било мање-више опште знање људи који се баве астробиологијом и СЕТИ-студијама. Ево сада и мог личног мишљења: чини ми се да се сва решења Фермијевог парадокса која се могу показати као права могу груписати у само две основе категорије, само два "супер-решења" чије су све остале прихватљиве хипотезе само варијанте:

1. **"ретка Земља"**: сценарији у којима су услови на Земљи веома ретки, јер је за појаву комплексне биосфере и интелигентних посматрача неопходан или натприродни уплив или веома редак стицај маловероватних околности (планета у настањивој зони, права врста звезде, права врста сателита, тектоника плоча, итд. исл.). Ово је у извесном смислу постала "нулта" хипотеза савременог дискурса о животу ван Земље, према којој је СЕТИ лишен озбиљнијег смисла. Књига *Ретка Земља* двојице истакнутих савремених астробиолога, Питера Ворда и Доналда Браунлија, која се појавила 2001. године представља "библију" овог приступа, далеко најодговорнијег за "кризу идентитета" СЕТИ пројеката.

2."**Еони опасног живљења":** неокатастрофички сценарији у којима је настанак и успон живота широм Галаксије одређен пре свега великим катаклизмичким догађајима, било локалним (супервулканизам, судари са кометама и астероидима), било глобалним (експлозије галактичких гама-бљескова). Уколико су ови механизми довољно деструктивни и довољно учестани, они ће спречити појаву веома напредних суперцивилизација (оних милијардама или чак и само милионима година старијих од нас), али уколико истовремено постају све ређи са космичком еволуцијом, могу објаснити наше постојање у овом тренутку галактичке историје без позивања на чуда.



Гама-бљесак откривен у галаксији удаљеној милијардама парсека

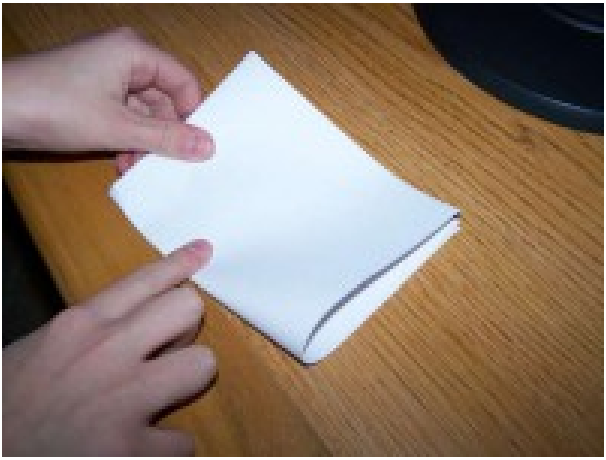
Прелиминарно, сматрам да једино ове две основне варијанте могу опстати и израсти у астробиолошке/СЕТИ теорије ширег замаха. Лично, далеко ми је ближа неокатастрофичка хипотеза, тим пре пошто она пружа - иронично, али истинито - знатно више оправдања за СЕТИ пројекте. У светлу наших новијих астрофизичких, али и планетолошких, сазнања, данас знамо да је свемир далеко ризичније место за живот него што су људи конвенционално претпостављалитоком 20. века.

Велике катастрофе у више махова су потпуно преокретале земаљску биосферу и драматично утицале на ток еволуције. На крају перма и почетку тријаса, нестало је можда и до 96% свих живих врста које су нашу планету настањивале - милионима година након тог катаклизмичког догађаја, копно на Земљи изгледало је пусто као површина Месеца. Врло се лако могло десити да нека катастрофа у потпуности уништи живот на Земљи; и то се врло лако може десити у будућности. У контексту Фермијевог парадокса, катастрофе које имају највише изгледа да пруже глобално уверљиво објашњење су гама-бљескови, колосалне експлозије које су у стању да стерилишу планете налик Земљи на скалама које се мере килопарсецима, односно широм настањиве зоне Млечног пута. Посебно привлачна у овом контексту је идеја да су гама-бљескови тај "регулациони механизам", с обзиром на добро етаблирану астрофизичку чињеницу да њихова фреквенција опада са временом, тако да мада се данас одигравају спорим ритмом од једног бљеска у галаксији налик на нашу сваких пола милијарде или тако што година, у прошлости су били далеко чешћи. Другим речима, у прошлости је Галаксија била негостољубиво место за живот, док како време пролази, она постаје све гостољубивија, како стопа катаклизмичких поремећаја опада. Јасно је да ова идеја (коју је пре осам година први сугерисао амерички астрофизичар Џејмс Анис) даје снажан подстрек СЕТИ пројектима - и без детаљнијих модела (на којима се тренутно ради), јасно је да је у оквиру овог сценарија за очекивати постојање значајног броја мета ових потрага. (Према чланку Милана М. Ћирковића)

Катарина Савић III$_1$

АКО ПАПИР САВИЈЕТЕ 103 ПУТА ДОБИЋЕТЕ ДЕБЉИНУ СВЕМИРА!

Мит каже да папир можете да савијете максимално седам пута, али у релности могуће га је савити бесконачно много пута. Ипак математичка експоненцијална функција каже да је папир могуће максимално савити 103 пута и и то зато што се тада добије дебљина универзума!



Савијање папира је много теже него што изгледа. Тренутни рекорд је 12 пута, који је пре десет година остварила Америчка средњошколка Бритни Галиван. Пре тога рекорд је био седам савијања, и веровало се да је математички немогуће направити више савијања.

Феномен се заснива на експоненцијалном расту дебљине листа папира када се савије на пола – приликом сваког савијања дебљина се дуплира и захтева све више и више енергије да се савије. Др. Карл Крузелницки је урадио кул математички експеримент на ABC Science Onlinesa стандардним А4 папиром, са димензијама: 300 мм дугачак и 0,05 мм дебљине:"Први пута када га савијете, буде 150 мм дугачак и 0,1 мм дебљине, Код другог савијања буде 75мм и 0,2 мм. Већ код осмог савијања (ако можете да дођете дотле), папир је дугачак 1,25 мм и дебео 12,8мм. Сада је дебљи него што је дужи, и ако покушате да га савијете изгледа као да има стуктурни интегритет као челик."

Према Итану Сигелу са It Starts With A Bang, папир савијен 20 пута ће бити висок 10 километара што значи да је виши од Монт Евереста. Али шта ако наставимо да савијамо? Никола Селаковић је урадио математички прорачун проблема савијања папира на свом YoyТубе каналу и дошао до следећег: ако савијете комад папира дебљине 0,099 мм 103 пута, дебљина папира ће бити већа од посматраног универзума: 93 милијарди светлосних година, да будемо прецизни. То наравно подразумева да можете наћи довољно велико парче папира и да имате довољно енергије да га савијете 103 пута.

Хесус Дијас са Гисмода је урадио поређење:

"Када савијете папир три пута биће дебљине нокта.
Код 10 савијање ће већ бити дебљине длана.

Код 23 савијања ће бити дебео један километар.
Код 30 савијања ћете доћи до свемира. Ваш папир ће бити дебео 100 километара.
Код 42 савијања ћете доћи до Месеца.
Да мало убрзамо, код 81 савијања ваш папир ће бити дебео 127,786 светлосних година, дебео скоро као Андромеда Галаксија. На крају код 103 савијања добићете дебљину видљивог свемира, који се процењује на 93 милијарде светлосних година у пречнику. “

Марија Чулић III$_2$

ДЕДА МРАЗ КАО КВАНТНИ ФЕНОМЕН

Сигурно сте већ чули за анализу проблема Деда Мраза у физици. Просто, елементарним испитивањем особина које Деда Мраз треба да поседује да би успео да остави поклоне под јелку сваком добром детету у новогодишњој ноћи, закључује се да то није могуће, односно да је то практично неизводљиво кад се проблем сагледа у целини. У овом тексту ћемо показати да је савремена физика ипак у могућности да опише феномен Деда Мраза на задовољавајући начин.

Први корак у решавању било ког проблема састоји се у ваљаној поставци. Зато ћемо најпре да се позабавимо прецизирањем кључних питања која постављамо и претпоставки од којих полазимо. Деда Мраз има задатак да у току новогодишње ноћи остави под јелку поклоне свој доброј деци на свету. Он носи поклоне у врећи на леђима, до куће у којој има добре деце. До њих се довози летећим санкама у које су упрегнути јелени. Када дође до куће, онда треба да слети на кров, спусти се низ димњак, остави поклоне испод лепо окићене јелке и након тога попне истим путем натраг на кров и продужи даље. У зградама и кућама где не постоји димњак овај сценарио је мало другачији, али разлике нису релевантне за нашу анализу.
Како нас интересује само груба процена, решимо следеће задатке, са задатим апроксимацијама:

1. Израчунавање укупног броја добре деце на свету. Претпоставићемо да од укупне популације на свету, која износи отприлике шест милијарди, сва деца чине отприлике четвртину. Како већину деце можемо сматрати добром, укупан број деце које Деда Мраз треба да посети представља четвртину наше популације.
2. Израчунавање укупног броја кућа које Деда Мраз треба да посети, као и средњег растојања између две куће са добром децом. Сматраћемо да су деца хомогено распоређена по свим континентима, који заузимају приближно четвртину површине Земље, као и да је у просеку по двоје деце живи у истој кући. Полупречник Земље је шест хиљада километара.
3. Израчунавање укупног времена које Деда Мраз има на располагању да обави посао, као и средњег времена по једној кући. Узећемо да новогодишња ноћ почиње 31.12. у 21:00, а завршава се 1.1. у 7:00, што представља 10 сати, наизглед недовољно да се посао обави. Због једноставности, третираћемо проблем нерелативистички и са грубом апроксимацијом да сва деца живе у истој временској зони. Затим ћемо израчунати средњу брзину санки.
4. Процена укупне масе и запремине вреће са поклонима коју Деда Мраз треба да понесе са собом. Замислићемо да један поклон стаје у кутију запремине једног литра и да је тежак 200 грама, сматрајући притом да свако дете добија по један такав поклон, без изузетка.

Пошто смо прецизно формулисали питања и претпоставке, засноване на одређеним апроксимацијама, прелазимо на решавање. Генерално гледано, постоје два могућа приступа: класичан и квантни приступ.

Класичан приступ

Веома једноставним и праволинијским рачунањем добијамо следеће податке: укупан број добре деце на свету је милијарду и по (четвртина укупног броја), и живе у 750 милиона кућа (у једној кући живи двоје деце). На основу полупречника Земље налазимо да је њена површина око 400 милиона

квадратних километара, док континенти заузимимају четвртину овога, тј. 100 милиона. Пошто претпостављамо да су куће хомогено распоређене по овој површини, имамо да се по једна кућа са двоје добре деце налази на сваких 13 хектара. Ако узмемо да је плац сваке куће облика квадрата са толиком површином и да се кућа налази у његовом тежишту, средње растојање између најближих суседа је једнако основици квадрата, односно 365 метара. То је (у просеку) растојање које Деда Мраз треба да пређе између две узастопне испоруке поклона. Са задатим претпоставкама, укупно време које он има на располагању да обави посао је 10 сати, односно 0.048 милисекунди по једној кући. Просечна брзина санки треба да буде 27.4 милиона километара на сат. Укупна запремина поклона на санкама се смањује са временом, а у почетном тренутку износи 1.5 милион кубних метара (око 600 просечних десетоспратних стамбених зграда). Пошто је сваки поклон по претпоставци тежак 200 грама, укупна маса вреће је 300 хиљада тона.

Ови резултати су, благо речено, обесхрабрујући. Деда Мраз нема никакве шансе да обави свој задатак. Покушајмо да поставимо задатак мало прецизније. На пример узимајући у обзир различите временске зоне у којима живе деца, Деда Мраз ће имати нешто више времена да подели поклоне што смањује просечну брзину санки. Или, ако се ограничимо само на хришћанску децу која ките јелке њихов број ће се донекле смањити. Напокон, ако прецизније задамо положаје свих кућа и узмемо у обзир да су подручја насељена људима углавном згуснута у села и градове смањује се укупан пут који треба превалити. Но, и поред свих ових претпоставки, све величине које смо израчунали су и даље крајње нереалне. Евентуално се може размотрити сценарио у ком Деда Мраз не ради сам, већ има логистичку подршку – неко је раније већ дистрибуирао по пар поклона негде у околину сваке куће, или постоје помоћници, тзв. вршиоци дужности (в.д.) Деда Мраза који у његовом одсуству испоручују поклоне у његово име – али и такви модели имају проблема. Један од највећих је број потребних помоћника и одговарајућа диспечерска служба која би координирала допремање и испоруку поклона. Напокон, ти модели нису у духу првобитне, изворне идеје Деда Мраза који ради сам.

Све у свему, ово је углавном свима познат, често цитиран резултат, из кога следи закључак да класична механика није у стању да на задовољавајући начин опише феномен Деда Мраза. Међутим, имајући на уму најновије резултате које ћемо сада приказати, било би крајње погрешно закључити да Деда Мраз не постоји. Напротив, може се рећи да класична механика, која је по својој природи апроксимативна теорија, у овом случају греши, тј. није довољно добра за опис понашања Деда Мраза.

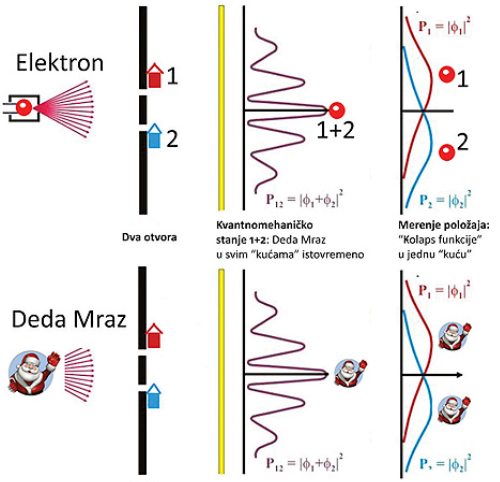
Квантномеханички приступ

Процена броја деце, броја кућа, средњег растојања између њих и укупног времена које Деда Мраз има на располагању се овде не разликују од класичног приступа, и резултати су исти. Међутим, време по једној кући,

средња брзина санки, као и укупна запремина и маса вреће са поклонима се у квантном случају драстично разликују од класичних резултата.

Размотримо ово детаљније. Основна парадигма квантног описа физичког система састоји се у *особинама стања* у коме систем може да се нађе. Једна од тих особина је тзв. принцип *суперпозиције стања.*

Овај принцип у глобалу каже да ако систем може да се нађе у стању А и стању Б, онда може да се нађе и у суперпозицији (збиру) тих стања, А+Б. Прецизније, збир два стања је такође стање. На пример, ова особина се користи када желимо да опишемо феномен проласка једне честице истовремено кроз два отвора на заклону – ако стање "честица пролази кроз горњи отвор" обележимо са А, а стање "честица пролази кроз доњи отвор" са Б, онда квантна механика тврди да је А+Б, тј. ситуација "честица пролази и кроз горњи и кроз доњи отвор" такође стање у коме честица може да се нађе (узгред, ово није само теорија, постоје и експерименти који потврђују да се овакве ствари заиста и догађају). Прецизно речено, кажемо да се честица налази у стању *кохерентне суперпозиције*. Принцип суперпозиције стања је фундаментална особина природе, и веома је важан.



Друга парадигма квантног описа физичког система је *утицај мерења* на систем. У класичној физици се подразумевало да можемо да меримо (односно посматрамо) неку особину неког физичког система, а да се физички систем не промени. У квантној физици то <u>није могуће</u>, и свако мерење (посматрање) система обавезно има утицај на систем, што по правилу (мада не увек) мења стање у коме се систем налази. Тај феномен се стручно зове *колапс таласне функције*, и лепо може да се илуструје на примеру честице која пролази кроз два отвора. Наиме, ако се наша честица налази у стању А+Б (пролазак кроз оба отвора), ми као експериментатори имамо три могућности:

1. да измеримо да ли је честица прошла кроз горњи отвор,

2. да измеримо да ли је честица прошла кроз доњи отвор, или
3. да не меримо путању честице.

Рецимо, ако изаберемо прву опцију и као резултат измеримо да честица јесте прошла кроз горњи отвор, онда знамо да честица није прошла кроз доњи отвор. Стање система се променило зато што смо вршили мерење, систем који је пре мерења био у стању А+Б након мерења је у стању А и није у стању Б, таласна функција система је "колапсирала" из А+Б у А. Уколико бисмо као резултат истог мерења добили резултат да честица није прошла кроз горњи отвор, онда бисмо знали да јесте прошла кроз доњи, тј. таласна функција колапсира из А+Б у Б. Слично се догађа и ако уместо горњег проверавамо доњи отвор. Али, можемо одабрати и трећу опцију, да не вршимо мерење, и тада систем остаје у стању А+Б, нема колапса таласне функције и закључујемо да је честица прошла кроз оба отвора. Процес колапса таласне функције се другим именом још зове декохеренција, јер систем из стања кохерентне суперпозиције прелази у стање које није у кохерентној суперпозицији, тј. долази до *декохеренције*.

Сада када смо изучили две основне особине квантне механике, можемо да се вратимо Деда Мразу и да покушамо да га опишемо са квантног становишта. Ту нас чека велико изненађење.

Замислимо Деда Мраза у квантном стању А(к) где оставља поклоне у к-ту кућу (број к пребројава све куће које Деда Мраз треба да посети, од 1 до 750 милиона). Нека са собом носи у врећи свега два поклона, која ће оставити у кући (у свакој кући је двоје деце). Саберимо затим сва стања А(к) за све могуће вредности к. Добијени збир је, по законима квантне механике, такође могуће стање у коме Деда Мраз може да се нађе, тј. кохерентна суперпозиција свих појединачних стања. Ако се Деда Мраз нађе у таквом стању, онда он заправо оставља поклоне у свим кућама истовремено. То онда значи да он има пуних десет сати времена да се санкама довезе до куће са свега пар поклона у врећи, сачека у прикрајку, када га нико не види остави поклоне испод јелке и одвезе се кући. Нема велике брзине санки, нема 300 хиљада тона поклона, нема само 0.048 милисекунди времена за сваку кућу!

И то није све, квантна механика елегантно објашњава и зашто ниједно дете никада није видело Деда Мраза! Просто, ако би га неко дете видело, његов положај би био измерен, дошло би до колапса Деда Мразове таласне функције и испоставило би се да је он био баш у тој кући и да није био у другим кућама, што није тачно, јер сва добра деца проналазе његове поклоне испод јелке. Зато, када вас ваше дете буде једном питало "А зашто ја никад не видим Деда Мраза?", исправан одговор је: "Да би и друга добра деца могла да добију поклоне!".

Као што видимо, квантна механика даје сасвим реалан и задовољавајући опис Деда Мраза, а сем тога пружа и нова предвиђања, тј. даје одговоре на питања на која класична механика није имала одговор. Као што честица може да прође кроз два отвора истовремено, тако и Деда Мраз може да остави поклоне у свих 750 милиона кућа истовремено. Штавише, да не би дошло до

декохеренције Деда Мразовог квантног стања, ниједно дете не сме да га види како оставља поклон, што се заправо и догађа. Закључујемо, као што смо претходно обећали да квантна механика сасвим успешно описује феномен Деда Мраза, чиме се показује да Деда Мраз може да постоји, а да једино класична механика не уме да га опише.

Недостаци квантномеханичког приступа

Свако ко хоће да се озбиљно бави науком (пре свега физиком) мора критички да посматра било какав модел или теорију, без обзира колико се она чини успешна. Критика је услов без кога нема напретка у науци, јер у том случају нема нових питања на која би требало одговорити, а која би се кроз критику природно јавила.

Па дакле, који проблеми постоје у нашем квантном моделу Деда Мраза?

1. Пошто је Деда Мраз у стању кохерентне суперпозиције када оставља поклоне деци, и ти поклони су у стању исте такве кохерентне суперпозиције. Заправо, то је један поклон који се, попут Деда Мраза, налази испод свих јелки истовремено. Како то да, када дете ујутру нађе поклон и отвори га, не дође до декохеренције поклона и он нестане испод свих јелки осим испод оне код које га је "измерило" прво дете?!

2. Како то да само Деда Мраз, и нико други, може да се нађе у суперпонираном стању, тј. на више места истовремено? Зашто то не можемо и ми остали да изведемо?

Ова питања су озбиљна, и претендују да угрозе наш модел ако се на њих не одговори на задовољавајући начин. Одговори, дакако, постоје, а треба накнадно проценити да ли су задовољавајући,. Идемо редом.

Најпре, ако конзистентно примењујемо законе квантне механике, тачно је да ће прво дете које отвори поклон тим чином извршити "мерење" над њим, па ће таласна функција поклона колапсирати и као резултат поклон ће се наћи код тог детета, а код друге деце неће. То је управо и био разлог због кога ниједно дете није могло да види Деда Мраза. За ову критику не постоји добар одговор, и проблем може да се реши једино ако смислимо бољи модел Деда Мраза. Такав модел се, свакако, може конструисати.

На пример, можемо да претпоставимо да Деда Мраз негде на Северном Полу има велики хангар са милијарду и по поклона. Затим, када одлучи да крене на пут, Деда Мраз се нађе у стању кохерентне суперпозиције нових стања, А(к,ј), где свако стање А(к,ј) описује Деда Мраза како у к-тој кући оставља ј-ти поклон! Заправо, Деда Мраз се налази у суперпозицији стања у којој у сваку кућу доноси други, различит поклон. Када дете сутра ујутру измери свој поклон, доћи ће до колапса таласне функције поклона, али овај пут он неће нестати испод осталих јелки, него из хангара. Тако ће свако дете добити свој поклон, и проблем се не јавља. Иначе, овакав сценарио је могућ, и јавља се на пример у феномену који се зове *квантна телепортација* и који је предмет веома интензивних проучавања у данашње време.

Узмимо као пример две рукавице, леву и десну, и њих ставимо их у 2 кутије не знајући поредак, и једну од кутија однесемо на било које место у универзуму, па чак и на крај универзума (нешто касније ће бити речи и о разлогу за помињање краја универзума, иако ће ово важити у било ком случају). Сада на сцену ступа колапс таласне функције, тј. ако не погледамо унутар нама остављене кутије, рукавица ће се налазити у суперпозицији стања: "Лева рукавица" и "Десна рукавица", тј. биће у оба од та два стања. Уколико погледамо у прву кутију, тј. извршимо мерење стања прве рукавице, једнозначно смо одредили да ли је она у стању "Лева рукавица" или "Десна рукавица". Али урадили смо и још нешто поред тога! Све док нисмо вршили мерење стања прве рукавице, и друга рукавица налазила се у стању суперпозиције истоветних стања као и рукавица у нама остављеној кутији, с малом напоменом да ако је код нас "Лева рукавица", онда је њој супротна, "Десна руквица", у кутији однешеној од нас, на пример на крај универзума, и обрнуто. Кад извршимо мерење стања рукавице која је код нас, и начинимо колапс њене таласне функције, ми смо у истом тренутку извршили "мерење без мерења" стања друге рукавице, тј. једнозначно смо јој одредили стање, што представља принцип квантне телепортације.

Покушајмо да се оправдамо и од друге критике, која поставља питање зашто се закони квантне механике не виде свуда око нас, него само кад је у питању Деда Мраз. Најпре, појава да неки физички систем великих, свакодневних димензија испољава квантне особине, као у овом случају Деда Мраз, зове се *макроскопски квантни феномен* (погледајте наслов овог текста: "[…] квантни

феномен”). Затим, није тачно да је Деда Мраз једини феномен те врсте. Постоји их неколико, а овде ћемо навести три – појава *суперпроводљивости*, која описује провођење електричне струје без отпора кроз неке материјале, појава *суперфлудности*, која описује протицање извесних течности (течног хелијума, на пример) без трења и вискозности, и појава *феромагнетизма*, тј. постојање сталних магнета направљених (најчешће) од гвожђа. Мали, кућни, магнети којима смо се сви играли и вероватно их имамо у кући не могу никако да се опишу класичном, већ само квантном механиком! Дакле, макроскопски квантни феномени су обично ретки, али постоје, па зашто не би и Деда Мраз постојао?

Закључак

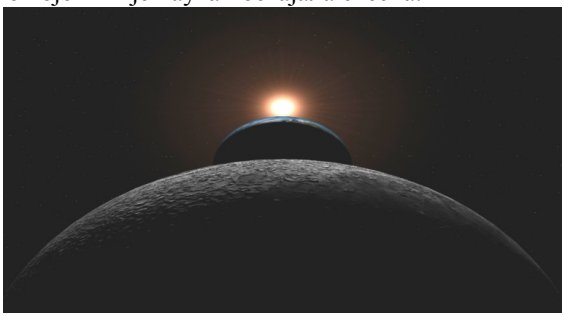
Да резимирамо: закључили смо (експлицитном конструкцијом модела) да се феномен Деда Мраза не може описати класичном механиком, али да се може (уз неке додатне апроксимације) успешно описати квантном механиком. Дакле, ако хоћете да за новогодишњу ноћ добијете поклон од Деда Мраза, будите добри, окитите јелку и учите квантну механику. Разлог помињања краја универзума као места остављања друге кутије, лежи у потврди чињенице да информација путује готово тренутно и да смо ми у истом тренутку измерили стања две рукавице енормно много удаљене.

Остало је само једно питање на које нисмо дали одговор, о њему чак нисмо ни дискутовали: Како то да Деда Мразове санке могу да лете? Ако хоћете да једног дана постанете успешни физичари, покушајте да направите модел Деда Мраза који ће ово лепо да објасни. У међувремену, човек мора понекад, помало и да сања, зар не?

Кристина Живановић III$_1$ и Матија Додовић III$_1$

13 НАЈВАЖНИЈИХ БРОЈЕВА У КОСМОСУ

Поједини бројеви, попут вашег телефонског или број хитних служби, су несумњиво важнији од других. Међутим, бројеви на овој листи су од космичког значаја – они су фундаментални концепти који дефинишу наш универзум, који само постојање живота чине могућим и који ће одлучити коначну судбину космоса. Сада су пред вама, фино аранжирани у редоследу по којем их је наука постајала свесна.



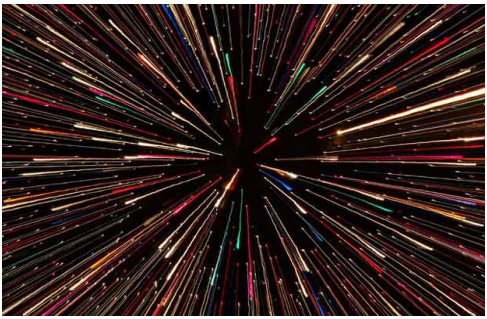
1. Универзална гравитациона константа

Можда 2011-а није била посебно сјајна година,

али је 1665. била далеко гора – поготову ако сте били житељ Лондона. То је била година последње велике епидемије куге и последњег великог егзила житеља престонице Енглеске ван града. Чак је и Универзитет у Кембрицу затворен, због чега је један од студената, Исак Њутн, био приморан да се врати кући у Вулсторп где је провео следећих 18 месеци отварајући врата модерног света.

Технолошка ера у којој живимо би била немогућа без способности квантитативних предвиђања, а први велики пример тога је у Њутновој теорији универзалне гравитације. Почев од хипотезе да је гравитациона привлачност између два тела директно пропорционална производу масе и обрнуто пропорционална квадрату растојања између њих, Њутн је докучио да је орбита планете елипса са сунцем као једном од жижа. Јохан Кеплер је дошао до овог закључка након година мукотрпних посматрања, али је Њутн учинио исто самом претпоставком о гравитационој привлачности и математичком алатком "калкулус" (коју је изумео у ове сврхе).

Занимљиво је да, иако је гравитациона константа G прва која је откривена, о њој се зна најмање од свих 13 константи. То је услед екстремне слабости гравитационе силе када се упореди са осталим основним силама.



2. Брзина светлости

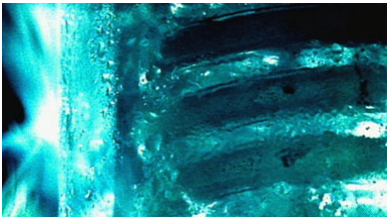
Изум топа у Средњем Веку је доказао да је брзина звука коначна: могли сте да видите ђуле много пре него што чујете звук експлозије. Након тога, неколицина научника, укључујући и великог Галилеја, схватили су да је могуће и да је брзина светлости коначна. Галилеј је спровео опит који је могао то да докаже, који се састојао од телескопа и људи који су упирали светлима једни ка другима преко великих раздаљина. Али екстремна брзина светлости, укомбинована са техолошким ограничењима XVII века, учинили су овај експеримент немогућим.

До краја XIX века, технологија и домишљатост су напредовали до мере да је било могуће измерити брзину светлости до 0.02 посто своје праве вредности. Алберт Мајклсон и Едвард Морли су то искористили да демонстрирају да је брзина светлости независна од правца. Овај резултат је посредно довео до Ајнштајнове теорије релативности, легендарног интелектуалног досгитнућа XX века.

3. Константа идеалног гаса

У XVII веку, научници су поимали три фазе материје – чврсту, течну и гасовиту (откриће

плазме, четвртог стања, је још било вековима удаљено). У то време, са чврстим и течним материјалима је било теже радити, јер су промене у њима биле теже за измерити са опремом која је била на располагању, па су се физичари и хемичари углавном играли гасовима како би дедуковали фундаменталне физичке законе.
Роберт Бојл је био вероватно први велики експериментатор модерног типа и одговоран за оно што се данас сматра суштином експериментисања: варирати један или два параметра и посматрати како се остали мењају. У ретроспективи делује очигледно, али накнадна памет, као што је физичар Лео Силард једном помало саркастично приметио, је невероватно тачнија од предвиђања.
Бојл је открио везу између притиска и запремине гаса, а век касније француски научници Жак Шарл и Јозеф Геј-Лисак су открили везу између запремине и температуре. Како би стекао неопходне податке, Геј-Лисак се балоном попео на велику висину, вероватно рекордну у то време. Резултати које су постигли Бојл, Шарл и Геј-Лисак се могу укомпоновати да се докаже да је у фиксној количини гаса температура пропорционална производу притиска и гаса. Константа пропорционалности је позната и као константа идеалног гаса.



4. Апсолутна нула
Лако је стварати топлоту. Људи су способни за прављење ватре још од праисторије. Стварање хладноће је много тежи задатак. Универзум је експерт у томе, јер је просечна температура свемира тек нешто изнад апсолутне нуле. А свемир то чини на исти начин на који то раде наши фрижидери: ширењем гаса.
Мајкл Фарадеј, који је много познатији по својим доприносима студији о електрицитету, је први нагласио могућност произвођења ниских температура употребом експанзије гаса. Фарадеј је произвео мало течног хлора у запечаћеној епрувети, а када ју је сломио (и тако снизио притисак), хлор се тренутно претворио у гас. Приметио је да ако снижавање притиска може да трансформише течност у гас, онда би примена притиска на гас можда могла да га врати у течно стање – са нижом температуром. Управо то се, суштински, дешава и у фрижидерима: гас је под притиском и дозвољено му је да се шири, што хлади сав материјал.
Херметизација је омогућила научницима да кисеоник и водоник претворе у течност, а од почетка XX века и хелијум. То нас је довело до само неколико степени од апсолутне нуле. Али, топлота је такође и кретање, а техника успоравања атома ласерима је довела до тога да смо на само милионити део степена од апсолутне нуле,за коју сада знамо да је нешто више од −273.15 °C.

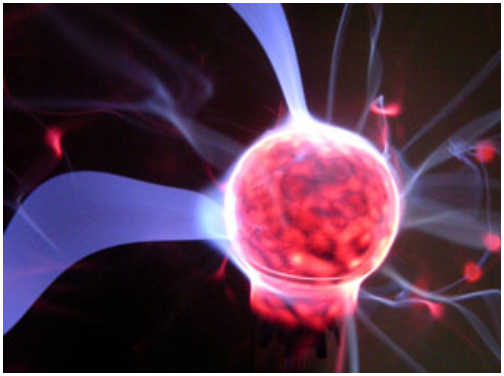
5. Авогардов број

Откључавање тајни хемије није много другачије од откључавања сефа. Требају вам барем два кључа да то постигнете.

Први кључ, атомска теорија, установљена је од стране Џона Далтона у освит XIX века. Еминентни физичар Ричард Фајнман сматра да је атомска теорија толико важна да, како је рекао, "ако, у некој катаклизми, све научно знање буде уништено, осим једне реченице која може бити пренета будућим генерацијама, која би реченица садржала највише важних информација у мало речи? Верујем да је то хипотеза да је све направљено од атома – малих честица које се вечито крећу."

Постоје 92 природна елемента који су градивне опеке свега опипљивог и неопипљивог у универзуму. Међутим, скоро све у свемиру је смеса, једињење: комбинација различитих елемената. Стога, други кључ у модерној хемији је било откриће да је свако једињење колекција идентичних молекула. На пример, бачва чисте воде је сачињена од много идентичних H_2O молекула. Али, колико молекула? Италијански хемичар Амадео Авогардо постулирао је да на истој температури и притиску, једнаке запремине различитих гасова садрже исте количине молекула. Ова хипотеза није баш прихваћена са одушевљењем одмах након што је изнета, али је омогућила хемичарима да дедукују структуру молекула мерењем запремине на почетку и крају хемијске реакције. Авогардов број је дефинисан бројем атома у 12 грама угљеника, и приближно је 6 иза ког следи 23 нуле.

6. Релативна снага електрицитета и гравитације



Ако прошетате по тепиху на хладно зимско јутро, генерисали сте довољно статичког електрицитета да узрокујете прилепљивање малих објеката за вашу одећу или дизање косе на глави. То пружа сликовиту демонстрацију тога колико је електрицитет јачи од гравитације. Читава маса Земље примењује своје највеће гравитационе покушаје да повуче објекат на доле, па ипак та мала количина статичког електрицитета коју сте генерисали побеђује те покушаје.

И то је добра ствар – чињеница да је електрицитет знатно јачи од гравитације омогућава животу да постоји. Живот је комплекс хемијских и електричних реакција, а чак и хемијске реакције које покрећу мишиће или варење хране су, у својој нутрини, зависни од електрицитета. Хемијске реакције се одвијају тако што електрони у спољњим орбитама атома своју "верност" једном атому замене верношћу другом. На тај начин се стварају различита једињења како се атоми рекомбинују. Ти скокови узрокују слање порука из нерава у мишиће што нам пружа моћ кретања, или у мозак, где се информације које наша чула примају и обрађују.

7. Болцманова константа

Свима је јасно да вода тече низбрдо а не узбрдо, јер тако гравитација диктира. Гравитациона сила Земље делује као да је концентрисана у самом центру планете. Међутим, не постоји слично објашњење за то зашто се коцкице леда топе када их ставимо у чашу топле воде, али никада не видимо да се формирају спонтано у чаши млаке воде. Ово има везе са тим како се рапосређује енергија топлоте, а солуција овог проблема је била једна од великих потрага физике XIX века.

Решење је пронашао аустријски физичар Лудвиг Болцман који је установио да постоји много више начина да се енергија распореди по молекулима чаше млаке воде него у чаши вруће воде са коцкицама леда. Природа је играч на проценте. Функционише по принципу највероватнијег начина да се ствари ураде, а Болцманова константа квантификује тај однос. Неред је много чешћи од реда – постоји много више начина да соба буде неуредна него уредна (а за коцкицу леда је много лакше да се истопи у неред него да се уредна структура коцкице једноставно појави).

Болцманова једначина ентропије, која инкорпорира и Болцманову константу, такође објашњава и Марфијев закон: ако нешто може да пође по злу, поћи ће. Није у питању нека малигна сила која се уротила против вас – већ то да је количина начина на које ствари могу да пођу наопако много већа од броја ствари на које могу да прођу како треба.

8. Планкова константа

Научници знају да је природа коначни судија свих анализа које начине, а природи је некада потребна значајна количина времена да пресуди. Па ипак, једног дана је Макс Планк саздао претпоставку о физичком универзуму која га је приморала да каже свом сину током

шетње пре ручка: “Данас сам имао замисао револуционарну и велику попут Њутнових.”

Заиста јаке речи, али време је показало да је Планк био апсолутно у праву. Његово запрепашћујуће откровење је било то да универзум “пакује” енергију у коначним садржатељима најмањих количина, онолико колико атомска теорија тврди да свемир садржи материје у коначним количинама атома. Ови мали пакети енергије се зову кванти, а Планкова константа, скраћено “h”, описује величину тих пакета.

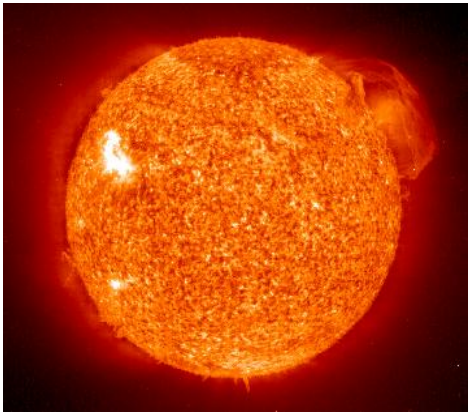
Планкова квантна теорија се испоставила не само објашњењем начина на који је универзум структуиран, већ је била и искра технолошке револуције у XX и XXI веку. Готово сваки напредак у електроници, од ласера преко компјутера до магнетних резонанци, потиче из онога што нам квантна теорија говори о космосу. Осим тога, она нам исликава контраинтуитивну слику реалности.

9. Шварцшилдов радијус

Концепт црне рупе, простора у којем је згуснуто толико материје да његова гравитација привлачи и светлост, је познат још од XVIII века, иако више као теоретска могућност. Више од теорије црне рупе су постале након Опште релативности која је детаљно објаснила суптилности гравитације које су обмањивале Њутна. Један примерак Ајнштајновог ремек-дела доспео је и на руски фронт током Првог светског рата, до Карла Шварцшилда, физичара и астронома који је служио у немачкој армији.

Ајнштајн је своју теорију предочио у облику система једначина. Ове једначине је било изузетно тешко решити, али је Шварцшилд успео да нађе начин да се избори са њима усред ратног вихора. И не само то – показао је и да за било коју количину материје постоји сфера толико мала да ако се сва материја “спакује” унутар ње, постаће црна рупа. Радијус ове сфере је познат као Шварцшилдов радијус.

Популарне представе нам стварају утисак да су црне рупе неописиво мале, густе и, па, црне. Шварцшилдов радијус за масу величину Земље је само један центиметар. Али изненађујуће, много веће црне рупе могу бити дифузне. Ако се читава маса галаксије равномерно распореди унутар свог радијусе да креира црну рупу, густина црне рупе би била око 0.0002 дела густина Земљине атмосфере.



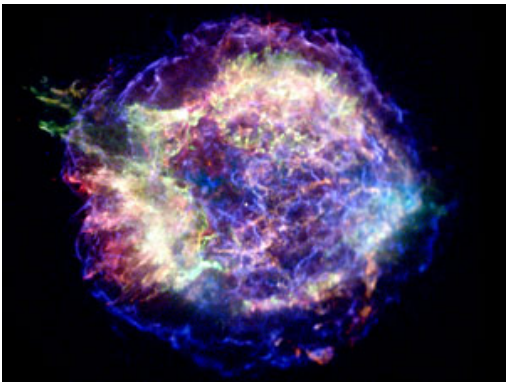
10. Ефикасност водоничне фузије

Карл Саган је изрекао познату мисао: "Сви смо звездана твар." То је истина, и то захваљујући ефикасности водоничне фузије.

Универзум је, највећим делом, водоник. Како би се производили још комплекснији елементи – поготово они који живот чине могућим – мора постојати начин да се ти елементи извуку из водоника. Васиона то чини звездама, које су заиста "само" велике лопте водоника, груписаног снагом гравитације. Притисак такве силе теже је толико јак да долази до нуклеарних реакција, те се фузијом водоник претвара у хелијум.

Количина енергија која се ослободи у овом процесу је објашњена Ајнштајновом чувеном једначином $E=mc^2$. Међутим, само 0,7 процената водоника присутно у старту заиста постаје енергија. Изражен у децималама, то је број 0.007 – то је, у ствари, ефикасност водоничне фузије а присуство живота у васиони веома зависи од тог броја.

Један од првих корака у фузији водоника је производња деутеријума (тешког водоника), а до тога не би дошло када би ефикасност водоничне фузије пала испод 0,006. Звезде би се и даље формирале, али би биле просто велике сјајне кугле водоника и ништа више од тога. А опет, када би ефикасност фузије био 0,008 или већи, фузија би била превише ефикасности – тј, водоник би се тако брзо претварао у хелијум да би се сав водоник у космосу брзо потрошио. Пошто сваки молекул воде садржи два атома водоника, било би немогуће да се створи вода. А без ње, јасно, живот какав знамо не би могао да настане.



11. Граница Чандрасекар

Живот је основан на угљенику, али му је потребан и велики варијетет других, тежих атома. Постоји само један процес који ствара ове теже елементе и распростире их широм космоса, а то је супернова, експлозија џиновске звезде. Супернове су ретке, али спектакуларне. Једна од њих се на Земљином небу појавила

1987. Године, а била је видљива голим оком иако се десила више од 150.000 светлосних година далеко од нас.

Величина звезде одлучује о њеној судбини. Звезде величине Сунца живе релативно "тихим" животом (иако ће Сунце достићи свој крај животног века за неких 5 милијарди година када ће се претворити у црвеног џина и достићи обим који ће вероватно премашити и њено растојање од Земље). Звезде нешто веће од Сунца ће постати бели патуљци, интензивно вруће али мале звезде које ће се лагано хладити и умрети. Међутим, ако звезда надиђе одређену масу – границу Чандрасекар – суђено јој је да постане супернова.

Граница Чандрасекар је приближно 1.4 пута већа од масе Сунца. Посебно је занимљиво што ју је Субрахмањан Чандрасекар открио док је био двадесетогодишњи студент, комбиновањем теорија звезданих настајања, релативности и квантне механике током путовања на парном броду од Индије до Енглеске.

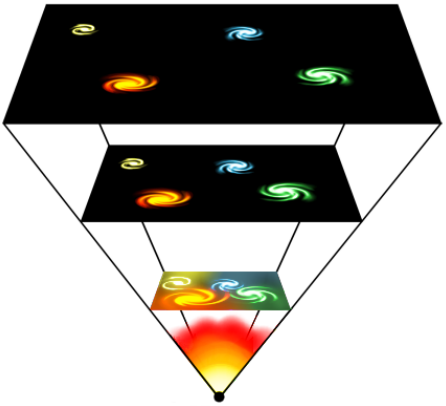
12. Хаблова константа

Постоје само две опције за наш свемир: или је одувек био овде, или је имао почетак. Питање која је могућност тачна је решено касних 1960-их када је крајњи доказ показао да је космос отпочео у џиновској експлозији. Поједини детаљи Великог Праска су скоро немогући за схватити. Сва твар свемира, све звезде и галаксије су биле стишњене у тачку толико малу да атом изгледа гаргантуанских размера у поређењу са њом.

А када се тачно одиграла та експлозија и колики је велики космос данас? Испоставило се да постоји изненађујућа веза између ова два питања, веза о којој се слутило још 1920-их након посматрања које је обавио Едвин Хабл.

Он је, употребом технике сличне оној коју користе радари данас, открио да се галаксије, уопштено, удаљавају од Земље. Будући да нема ничег астрономски посебног у вези са Земљиним местом у космосу, то мора да се дешава свуда широм њега: све галаксије се међусобно удаљавају. Веза између брзине којом се чини да се галаксија удаљава и њена удаљеност од Земље је дата у Хабловој константи. Због ње можемо да закључимо да се Велики Прасак десио пре неких 13,7 милијарди година.

13. Омега



Знамо како је космос отпочео и колико је стар. Али не знамо како ће се све завршити. Ипак, постоји начин да се одреди његова судбина, када би смо могли да прикупимо довољно информација да комплетирамо вредност константе познате као Омега.

Ако лансирате ракету са планете и знате њену брзину, то да ли ће успети да се отргне гравитацији зависи од масе планете. На пример, ракета са довољно убрзања да "побегне" са Месеца можда није довољно брза да напусти Земљино гравитационо поље.

Судбина универзума зависи од исте врсте калкулације. Уколико је Велики Прасак подарио довољно велико убрзање галаксијама, могле би да се удаљавају заувек. Али ако није, галаксије ће се наћи у ситуацији сличној ракетином која није довољно брза да побегне гравитацији. Биће заједно повучене назад у Велико Сажимање – процес супротан Великом Праску.

Све зависи од укупне масе целог универзума. Знамо да би, ако има приближно пет атома водоника по кубном метру свемира, то било сасвим довољно материје да сила теже повуче галаксије назад у Велико Сажимање. Та критична тачка се зове Омега: то је однос укупне количине материје у васељени подељен са минималном количином потребном да се узрокује Велико Сажимање. Ако је Омега мања од један, галаксије ће се међусобно удаљавати заувек. Ако је више од један, у некој даљој будућности ће доћи до Великог Сажимања. Наша најбоља процена у овом тренутку гласи да је Омега негде између 0.98 и 1.1 – што значи да је судбина свемира још непозната.

Марија Огњеновић III$_1$

КОЛИКА ЈЕ ТЕМПЕРАТУРА ПАКЛА?

Шта применом Штефан-Болцмановог и других физичких закона, а на основу библијских цитата, можемо да научимо о „термодинамици Пакла“?

“Ватра ће бити ваш елемент, она ће вас хранити, она ће вас вечно одржавати да би вас вечно мучила”, говорио је француски проповедник Жерар, како би, попут многих хришћанских беседника у средњем веку, сликовито описао шта све чека душе проклетих у ватрама Пакла. Бројни слични средњовековни рецепти за пржење и динстање грешника претходе једној луцидној дебати о ни мање ни више него – физичким карактеристикама Пакла.

Да ли је свет проклетих врео или замрзнут? Ако се већ вековима тако добро познају најситнији детаљи Гехене, вечног мучилишта, да ли се некаквим прорачуном може одредити и температура на којој се кувају грешници? У коликој запремини и под којим притиском се налазе? Каква је уопште термодинамика Пакла?

Ма како изгледала као бесмислена, ова питања су заправо само задаци из физике који су формулисани на необичан начин. Методе модерне физике, управо оне које су својим успешним описивањем природе од Галилеја и Њутна до данас обесмислиле покушаје застрашивања људи измишљеним сликама страховитог мучења, могу се исто тако успешно применити не

само на моделе који довољно приближно описују стварни свет, већ и на замишљене просторе какав је Пакао.

„А страшљивцима и невернима и нечистима и убицама и блудницима и идолопоклоницима и свима лажама, њима је удео у језеру које гори огњем и сумпором, што је друга смрт“, каже се у Откривењу Јовановом (21,8), из чега се може свашта закључити, али је за физичко разматрање најважнији закључак да се сумпор у Паклу налази у језеру, дакле у течном стању.

Сумпор је неметал који прелази у течно стање када се загреје изнад 110-120°C. Његова тачка кључања се налази на 444,6^{o}C тако да се на вишим температурама од ове претвара у гас. Околина поменутог језера не може имати вишу температуру – кад би је имао, околина и језера би после довољно времена дошли у равнотежу, температура у језеру би порасла и сав сумпор би испарио. Дакле, ако је у њему сумпор течан, температура Пакла не може бити нижа од 120°C, али ни виша од 445°C јер у том случају не би било сумпорног купалишта за грешнике.

ШТА ЈЕ ТОПЛИЈЕ – РАЈ ИЛИ ПАКАО?

Температура Сунчеве коре је 6000°C, а волфрамове нити у сијалици 3000°C, тако да Пакао чак и кад има свих 445°C баш и није нарочито врео. Један необичан прорачун чак успева да покаже како је такав Пакао хладнији од Раја. Одавно познат као урбана легенда, објављен је први пут седамдесетих година XX века у америчком уџбенику *Примењена оптика*, а према коментару уредника, до њега је први дошао један “оближњи физичар” двадесетак година раније. У рачуну је очигледно користио тезе из Старог завета и, ни мање ни више него Штефан-Болцманов закона о топлотном зрачењу

Како се утврђује температура Раја? У Књизи пророка Исаије (30,26) каже се да ће за блажене у Рају „светлост месечна бити као светлост сунчана, а светлост ће сунчана бити седам пута већа, као светлост од седам дана, кад Господ завије убој народу своме и исцели ране које му је задао“. Дакле, Рај апсорбује исту количину топлоте од Месеца као и Земља од Сунца, док му од Сунца стиже седам пута седам, то јест 49 пута више енергије него што је Земља прими од Сунца. Дакле, у збиру у Рај стиже 50 пута више енергије него на Земљу. Помоћу овог податка, може се одредити температура у Рају.

Зрачење које пада на Рај загреваће га до оне температуре на којој ће доћи до термодинамичке равнотеже између примљене и емитоване светлости. То значи да Рај не само да добија већ и губи 50 пута више топлоте од Земље. Одавде се, према Штефан-Болцмановом закону, добија да је $(Тр/Тз)^4=50$,

где је Тр температура Раја, а Тз Земље. Заменом средње вредности температуре Земље Тз, што је је око 27°C (300K), једноставним рачуном се добија да је температура Раја читавих 525°C (798K).

Изгледа да је рајска температура, готово блиска вредности на којој долази до црвеног усијања метала, неугодна као она на планети Венери, а ако за изабране није обезбеђен какав еркондишн, вечно блаженство није много угодније од Пакла. Наиме, овај резултат, у својеврсном парадоксу, показује да је температура Раја за чак 80°C виша него максималних 445°C у Паклу.

По свему судећи, они зимогрожљиви грешници који су се током живота непрестано смрзавали, не могу бити сигурни да ће се бар у Паклу огрејати. У античкој традицији која претходи идеји хришћанског Пакла, овај простор је иначе замишљан као хладан и таман, али и код хришћанских мислилаца, од Тертулијана и светог Августина до језуитских схоластичара, представа Пакла је далеко комплекснија од слике ужареног лонца у коме се душе проклетника вечно динстају. Према схоластичкој подели на осамнаест пратећих мука проклетих, казна хладнећом, *rigor frigoris*, налази се на седмом месту између „огња који не уништава“ и „глади која разбешњује“.

КОЛИКИ ЈЕ БРОЈ ДУША У ПАКЛУ?

Међутим, није баш тако. Ако се вратимо и преиспитамо једноставни „сумпорни доказ“ којим је одређена температура самог Пакла, закључак како је Пакао хладнији од Раја не мора бити сасвим тачан. Наиме, течни сумпор прелази у гас на 444,6°C, али под условом да у околини влада нормалан атмосферски притисак. Али, колики је притисак у Паклу?

Пакао се назива Гехена према долини сина Хиномовог, у близини Јерусалима, мучилишту где су према *Другој књизи о царевима* приношене људске жртве богу Молоху, месту које је после јеврејског изнганства у Вавилону постало локална депонија отпада и општи синоним за Пакао. На основу познате површине ове долине од седам милиона квадратних метара, белгијски мислилац Неихт је још 1877. изнео доказ о запремини долине Гехене и броја душа у њој.

Претпостављајући да је од почетка времена до данас у Пакао стигло 29 милијарди билиона (10^{21}) душа, амерички физичар, доктор Тим Халеј је пре неколико година одредио притисак Пакла и пресипитао доказ из *Примењене оптике*. Он је претпоставио да је густина вечног мучилишта равномерна, да су душе сложене у највише два слоја јер би у супротном грешници из средњих слојева мање патили од оних у спољним и да је

просечна висина једне душе 1м, што је средња вредност између бебе и одрасле особе.

Уз ове претпоставке, Халеј је на основу познате површине одредио запремину празне Гехене и запремину коју заузимају душе до сада проклетих. Како је процес пуњења Пакла душама изотермски, Халеј је помоћу једначине стања идеалног гаса израчунао да у данашњем тренутку у Паклу влада притисак од чак 1500 атмосфера. Прилично неугодно окружење за оне који се у њему затекну. Међутим, како год да је душама, то је превелик притисак за прелаз сумпора у гасовито стање на температури од 525°C, што значи да је температура у Паклу ипак виша него у Рају.

ПАКАО И СТРАХ

„Паклени огањ је грозан, огроман, и штавише он је разборит“, пише француски историчар Жан Делимо у књизи *Грех и страх*, која се бави стварањем осећаја кривице на Западу од XIV до XVIII века. Но, висока температура је ипак најчешћа карактеристика у већини фолклорних представа Пакла. „Место које је ватра заузимала у некадашњој уобразиљи, без сумње, објашњава лаке, али ипак, упечатљиве тираде проповедника који су расправљали о Паклу“, објашњава Делимо како је раширена представа Пакла начињена у позном средњем веку да би се међу хришћанском паством што једноставније створио осећај страха.

КАКО ОБЕЗБЕДИТИ ГРЕЈАЊЕ ГЕХЕНЕ?

Како Ђаво и остатак управе овог гадног места уопште обезбеђују грејање за толике душе у вечном огњу? Какав је уопште енергетски биланс у Гехени? Још је Тертулијан писао да је паклени огањ „непокварљив“ и да он „не троши оно што спаљује, већ га поправља“.

Душе које бораве и долазе у Пакао су мртве, па стога хладне и непокретне. То значи да неће бити промене унутрашње енергије, а према Првом закону термодинамике, сваки извршени рад ће тада бити једнак количини топлоте коју Гехена прими споља. Пошто се запремина и притисак мењају због доласка нових душа, стално се врши неки рад и стога мења количина топлоте, што значи да Пакао није топлотно изолован.

С друге стране, ако није адијабатски изолован и налази се у близини нешто хладнијег Раја или остатка света, Пакао ће представљати топлотни резервоар који ће предавати извесну количину топлоте околини, услед чега би се током времена смањивала температура све док не дође у

термодинамичку равнотежу са околином. Другим речима, Пакао се хлади са порастом броја душа, осим ако му није обезбеђено спољно грејање.

Ма како била забавна данас, дискусија о Паклу пре само неколико векова није била нимало пријатна. Налик многим проповедницима у XVI и XVII веку, лутајући италијански језуита Паоло Сењери, један од посебно надахнутих беседника о Паклу, своје застрашујуће проповеди држао је у сумрак, на пољани на ободу насеља.

Кад његова ужаснута публика дође у стање потпуне застрашености, Сењери је го до појаса и са бичем водио „све оне који су грешни“ до цркве у којој се, у полутами, уз светлост свећа спроводило масовно самокажњавање и покајање, док је језиви глас Сењерија одзвањао између зидова осликаних представама Пакла и плесом мртваца: „Осећаће се истовремено јара жеравице, студен леденице, ујед гује, жуч аждаје, зуби лава, жестина мучења, чупање живаца, ишчашење костију, туча камења, киша удараца бичем, вратни гвоздени окови, ланци на рукама, гвоздени гребени, вешала, точкови и коњи мучила, све ће се то сјединити и сакупити. “Да ли је то морбидни језуита убогим покајницима хтео да каже како Пакао доживљава фазни прелаз?

Никола Петровић III$_1$

ГАЛИЛЕО И ИНКВИЗИЦИЈА

Како је Црква добила битку, а потом изгубила велики цивилизацијски рат око примата у пословима тумачења природе. У време у ком се веровало да је наша планета центар универзума, да вештице ходају земљом и да се свакодневно склапају уговори са ђаволом, разлика између науке и јереси била је тања од врха пера којим су потписиване осуде на смрт. Тамо где данас бронзане статуе окупљају туристе не би ли направили још неку фотографију модерног Рима, некада су гореле ломаче на којима су стајали носиоци идеја сувише смелих за време у ком су живели. Да би се са било каквим научним доказом који је противуречио светом писму и његовом тумачењу света изашло пред бискупе, папе и владаре, морала је постојати одређена врста слепе храбрости и одлучности.

Кроз читаву историју постојали су људи који су овом особином крчили пут кроз свемире незнања и заблуда; учењаци, научници, који су давали животе за владавину разума и одгонетање нерешивог.

Црква је путем научног прогреса газила веома споро и опрезно; толико опрезно да су у процесу њеног прилагођавања на новонастале парадигме нестајале читаве каријере и животи.

ПУТЕВИ ИНКВИЗИЦИЈЕ

Идеја о инквизицији настала је око 12. века, када се јавила потреба за установом која се неће бавити теологијом у најширем смислу, јер су за то већ постојали црквени органи, већ ће њен задатак бити превенција и борба против јереси. Инквизиција је имала за циљ да пронађе, истражи и осуди све невернике, јавне или тајне, који би на било какав начин угрозили или увредили свето учење хришћанства. Инквизитори нису одговарали никоме до папи, њихова моћ била је неприкосновена, а могли су на суд да изведу и духовнике који су били на вишим позицијама од њих самих.

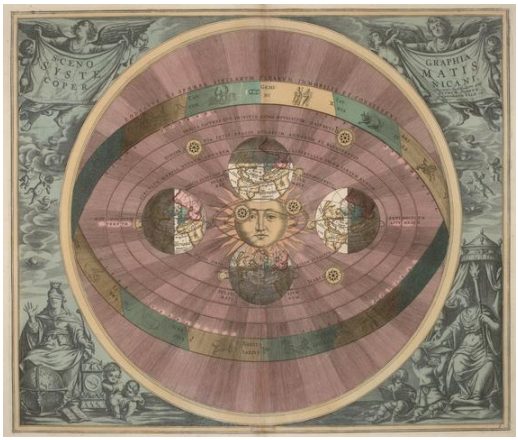
Бискупска, а потом и Папска света инквизиција, деловале су по принципу тајних оптужби и анонимних подказивања. Свако је могао оптужити свакога из потаје, и инквизиција је у овоме била савршено дискретна, успевши да у народ усади параноидни страх и општу сумњичавост. Уколико би оптужени признао грехе и у тајности потказао своје саучеснике те пригрлио цркву, био би помилован. У супротном, казна би била или одузимање имовине, затвор или смрт.

Како је признање било третирано као значајније од сваког физичког доказа, јер се само кроз истину човек могао прочистити од греха, а како је црква увек била рада да прихвати покајнике, уведен је један делотворан метод у прибављању признања и брендирања цркве као превасходно доброчититељске институције која увек пружа другу прилику. Овај метод био је мучење људи до изнуде признања, а 1252. године папа Иноћетније IV га је увео у инквизицијске протоколе као валидан и легалан начин да се јереси стане на крај.

Уколико је некад и имала какву позитивну и оправдану конотацију, инквизиција ју је током своје крваве историје загубила, те су белешке о

догађајима које је узроковала остале као једне од најбруталнијих и најострашћенијих у историји човечанства. Мада извори нису савршено усклађени код самих података, сви се слажу у томе да је као последица деловања инквизиције спаљено око 30.000 живих људи, протерано 18.000, а на друге начине кажњено 300.000.

НОВА КОСМОЛОГИЈА



Средином 16. века, црква и инквизиција добиле су тимове саветника, учених људи, теолога и правника, који би помагали кардиналима, те раскринкавали лажне доктрине и чували интегритет вере, а такође бивали консултовани у вези са горућим световним питањима. Управо се на овај начин и оваквим аналитичким процедурама инквизиција упознавала и са новим научним парадигмама које нису биле у складу са католичком догмом.

Делање ових тимова довело је до забране дистрибуције многих јеретичких књига које су пропагирале сувише смеле идеје неконзистентне са учењем цркве. Многе књиге су спаљиване на јавним местима као наук свима да се такви садржаји неће толерисати. Једну од таквих књига написао је непосредно пред смрт Никола Коперник, пољски лекар, астроном и математичар, који се дрзнуо да предложи фундаментално различит космолошки модел од оног који је био општеприхваћен. Књига се звала *О кружењу небеских тела*, а смештала је Сунце у центар универзума, око кога је кружила Земља, обрћући се истовремено и око своје осе.

Овакав модел универзума назван је хелиоцентрични модел и био је директно супротстављен Птоломејевом геоцентричном систему, по коме су сва небеска тела кружила око планете Земље, а који је црква подржавала и који се савршено слагао са филозофијом светог писма. Библијски описана статична позиција Земље толико је снажно утицала на поимање реалности читавог света, чак и научног ауторитета, да је хелиоцентризам био исмеван и од стране савременика астронома.

Коперникански модел био је само идеја, само теорија на парчету папира лишена било каквог доказа или могућности емпиријске провере. Како је сам Коперник умро непосредно по објављивању свог рада, читав проблем могао је пасти у сенку владајуће доктрине и бити заборављен од људи. Управо ово би се можда и десило да се једном математичару није учинило да

хелиоцентризам има сувише смисла да би био игнорисан. Истрајавање у овој замисли и решеност да је докаже, формирале су читав животни пут италијанског научника који се дохватио ове нове космологије.

Након Коперникове смрти, служећи се оруђима инквизиције, црква се сукобила са овим научним дивом, једним од очева научне револуције који је непослушно бранио Коперника, а скандалозно оповргавао Птоломеја и Аристотела и све уздрманији геоцентризам – Галилеом Галилејем.

АСТРОНОМ ИЗ ПИЗЕ

Као и многе друге учењаке тог доба, и Галилеа Галилеја отац је присиљавао да постане лекар. Током студија медицине на Универзитету у Пизи, сасвим случајно, једном приликом се замислио посматрајући како ветар љуља велики лустер који је висио са плафона. Користећи откуцаје свог срца као временску референцу, приметио је да је лустеру потребно исто време да направи један замах, ма колико да је лук којим се њихао био дугачак. Инспирисан, отишао је кући и овај експеримент поновио, овог пута користећи два клатна истих дужина. Потврдио је да је обома клатнима било потребно исто време да направе један замах, без обзира на то што је једно заљуљао више, а друго слабије. Галилео се сматра изумитељем часовника са клатном, иако је било потребно скоро стотину година да се овакав часовник усаврши и постане прецизан.

Страст ка експериментима и љубав према математици више није напустила маладог Италијана, те је успео да убеди свог оца и пребаци се на студије математике и филозофије природе. Касније професионално усавршавање открило му је астрономију и космологију, и тиме затворило круг његових интересовања и на својерсан начин дефинисало читав његов животни пут.

Галилео Галилеј се сматра оцем експерименталне физике, као и посматрачке астрономије. Мада му многи приписују откриће телескопа, Галилео је, заправо, искористио већ постојеће нацрте за конструисање дурбина, адаптирао их и досетио се да њиме посматра ноћно небо. У почетку, овакав дурбин могао је увеличати слику око три пута, али након Галилеових модификација и додавања стакленог сочива, направљен је први прави телескоп – рефрактор, који је, у тренутку када је био усавршен, могао увеличати посматрани објекат за око тридесет пута.

ПОГЛЕД У ЗВЕЗДАНО НЕБО

Уз помоћ свог телескопа, Галилео је прикупио неке од неборивих доказа који су могли постати емпиријска основа до сада само теоријском хелиоцентричном систему. Посматрајући планету Јупитер, приметио је да се око њега крећу четири звездице слабог сјаја. После пажљивог изучавања, схватио је да су то, заправо, Јупитерови природни сателити који орбитирају око своје матичне планете везани њеном гравитацијом. Њему у част, ова четири највећа Јупитерова месеца, од укупно 67, названи су Галилејеви месеци, а индивидуална имена су им Ио, Европа, Калисто и Ганимед.
Једна од најзначајнијих тврдњи које је изнео, био је доказ да планета Венера има своје мене, сличне Месечевима. Хелиоцентрични систем је предпостављао овакав феномен, имајући у виду кружење Венере око Сунца, те самим тим и промену осветљености њене површине посматрано са Земље, али до тог тренутка фазе Венере нису могле бити доказане.

Галилео је посматрао и Сатурн и открио његов систем прстенова. Служећи се примитивним телескопом, у почетку му се учинило да је Сатурн тројни планетни систем, да би тек касније, посматрајући Сатурн под другачијим углом, увидео да је погрешио. Још једна грешка које није био свестан, била је откриће планете Нептун. Галилео ју је пронашао на небу, означио и описао њене карактеристике, све време мислећи да је у питању обична звезда слабијег сјаја. Касније јој више није могао ући у траг, те је одустао од њеног изучавања. У Галилејево време, није се знало за две најудаљеније планете Сунчевог система – Уран и Нептун.

Данашњи астрономи посматрачи као наук користе Галилејево искуство у посматрању Сунца. Након његовог изучавања феномена на површини Сунца, које данас називамо сунчевим пегама и за које знамо да представљају промене у температури сунчеве површине које за последицу имају тамнији изглед појединих региона у односу на околину, Галилеј је у потпуности изгубио вид. Са данашњом технологијом, веома је лако и безбедно посматрати Сунце уз помоћ заштитних филтера, али као пионир астрономских посматрања, Галилео је морао платити пуну цену за своја открића.

Драматично откриће били су и кратери, планине и мора на Месецу, које су причале о несавршености небеских тела, као и демистификовање магличасте траке која се протезала преко читаве небеске сфере, а коју зовемо Млечни пут. Галилеј је схватио да ову маглу заправо чини стопљени и удружени сјај удаљених звезда које насељавају нашу галаксију.

Докази су се низали сваки пут када би Галилеј уперио свој телескоп у звездано небо, љуљали су се темељи геоцентризма и теорија која је стављала Земљу у центар универзума лагано је губила на смислу. Будно око инквизиције пратило је сваки корак сада већ славног астронома, а цркви се ни мало није допадала дрскост и бласфемија нове космолошке поставке.

КОПЕРНИКАНСКО ЗАВЕШТАЊЕ

Механизам који је покренула коперниканска револуција нису могле зауставити ни црква ни њени инквизитори, али је плаћена цена у виду многих људских живота. Италијански научник Ђордано Бруно, отишао је још даље од коперниканске теорије, те заговарао идеју да је Сунце заправо звезда и да у универзуму постоји бесконачан број насељивих светова на којима би могла живети интелигентна бића.

Данас познат као мученик науке, који је зарад својих научних идеала изгорео на ломачи запаљеној руком инквизитора након седам година дугог суђења, Ђордано Бруно свакако је послужио као наук и пример свима који су мислили да се супротставе познатом устројству.

Након Брунове трагичне смрти, и након што је конфликт цркве и хелиоцентричног учења постајао све оштрији, Галилео је отишао у Рим у покушају да убеди католичку цркву да не забрањује Коперникове идеје. Међутим, одлука је већ била донета па је и Галилеју стриктно наложено да не заступа овакве ставове. Година је била 1616, а Галилео је обећао да ће послушати папу и да неће доливати уље на већ разбукталу ватру сукоба.

Много наредних година, заиста се и држао датог обећања. Када је за папу Урбана VIII изабран Галилејев пријатељ и велики поштовалац његових идеја, кардинал Мафео Барберини, који је 1616. био против суспензије Коперникове идеје, Галилеј је осетио да је то био прави тренутак да оживи стари пројекат и заврши писање књиге која се бавила анализом геоцентричног и хелиоцентричног система. За писање ове књиге добио је специјалну дозволу како од инквизиције, тако и од самог папе, али тек након датог обећања да неће фаворизовати коперниканско учење у односу на

конвенционално, и да ће у књигу уврстити и папино виђење овог сукоба.
Галилео јесте обећао, али је након изласка чувеног ”Дијалога о два главна светска система” постало очигледно на чијој је страни велики научник. Геоцентризам је у књизи практично исмејан, а папино поверење било је изиграно, његов понос повређен, а његова политичка улога натерала га је да оштро реагује на ситуацију у коју га је ставио некадашњи велики пријатељ.

ИПАК СЕ ОКРЕЋЕ

Цењени научник се обрео у Риму 1633. године, на позив инквизитора. Суђено му је заговарање забрањених идеја које говоре о фиксном положају Сунца а о окретању Земље око њега и око своје осе, што се противи писању светог писма, и за јерес. Инквизиција је тражила од Галилеја да се одрекне овог јеретичног учења, што је он и учинио, плашећи се да га не задеси судбина Ђордана Бруна. До краја суђења је порицао да је промовисао коперникански став, те је остао при тој тврњи чак и када му је инквизитор претио мучењем не призна ли своју кривицу.
”Дијалог о два главна светска система” је забрањен, а Галилео Галилеј је проглашен кривим за јерес и осуђен на доживотни затвор. Већ наредног дана његова осуда је преименована на кућни притвор, у ком је велики научник и остао до краја свог живота.
О познатој, бунтовничкој крилатици ”Ипак се окреће”, коју је научник наводно изговорио у моментима када је осуђен, упркос томе што је порицао свој удео у развоју забрањене теорије, не постоји никакав запис или доказ. Први трагови ове легенде нађени су тек стотину година након Галилејевог суочавања са инквизицијом.
У удобности своје виле, током последњих девет година свог живота, Галилеј је написао своје најбоље радове, међу којима су и ”Дијалози о две нове науке”, високо хваљене од стране Алберта Ајнштајна, захваљујући којој је прозван оцем модерне физике.
У потпуности је ослепео 1638, а умро је 1642. године, у свом дому, у 77. години живота. Велики тосканског војвода Фердинандо II, желео је да га сахрани у гробници његових предака, што је католичка црква одбила, имајући у виду да се ради о осуђеном јеретику. Стотину година касније, његово тело је напокон пребачено у породичну гробницу у базилици, а том приликом је одстрањен средњи десни прст са посмртних остатака, који је данас изложен у Галилејевом музеју у Фиренци.

НАСЛЕЂЕ ВЕЛИКОГ ГАЛИЛЕЈА

Средином XVIII папа Бенедикт XIV дозволио је штампу сабраних Галилејевих радова, укључујући и цензурисану верзију спорних Дијалога, али је књига у свом оригиналном издању и даље остала на листи забрањених дела. Тек су 1835. године ишчезли сви трагови вековног црквеног опирања хелиоцентризму, па су са црне листе скинути и Галилејеви Дијалози и Коперникова књига ”О кружењу небеских тела”.

1992. године, папа Јован Павле II изразио је искрено кајање цркве због начина на који се са њим поступало, и издао је проглас о признању његовог рада и заслугама које му се одају. Мада је предложено да се Галилејева статуа постави унутар зидова Ватикана, тај предлог је ипак коначно суспендован.

Углавном због чињенице да је 2009. године било тачно четири века од тренутка када је Галилеј уперио телескоп у ноћно небо, та година је проглашена међународном годином астрономије и прослављена је популаризацијом ове науке и у Србији и широм света.

Чувени теоријски физичар и космолог, Стивен Хокинг, поборник је мишљења да је Галилео Галилеј најодговорнија особа за рађање модерне физике. Четири највећа Јупитера месеца и даље се називају Галилејевим сателитима, а његово име носи и свемирска летелица која је прва у историји астронаутике ушла у орбиту око Јупитера, као и глобални навигациони систем сателита. Астероид Галилеа 697 такође је назван њему у част.

Филип Дамњановић III$_1$

„Моје мишљење је да на свету може да се прода максимално пет компјутера“

Томас Ватсон, председник IBM – а, 1943. године

С обзиром да калкулатор ENIAC има 18 000 вакумских цеви и да тежи 30 тона, компјутери у будућности ће можда имати мање од 1000 вакумских цеви и тежиће само тону и по.
(Предвиђања стручног часописа „Популарна Механика“, 1949.)

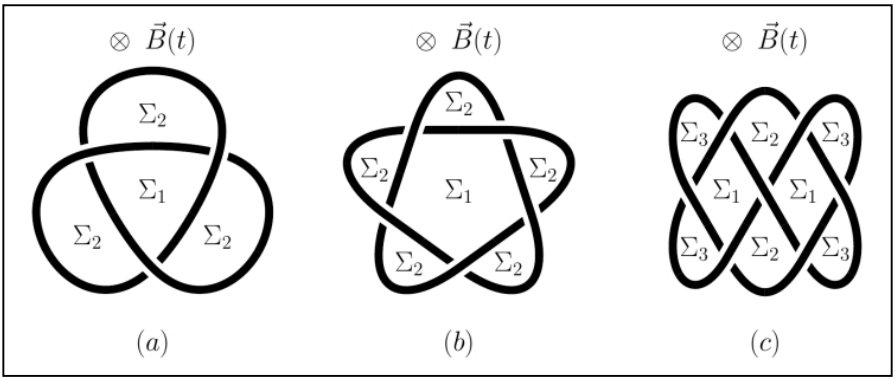
<u>Хајзенберг:</u>

Универзум није толико необичан колико мислимо, већ је необично то што уопште можемо да мислимо

ТОПОЛОШКИ ПРОБЛЕМ

Контурни проблеми електромагнетне индукције слични онима које је предложио чувени Максвел у свом делу:

A Treatise on Electricity & Magnetism (Vol. II 1891)



Три проводне контуре у равни (видети слике (a), (b) и (c)) су смештене у хомогено магнетно поље индукције B(t) које је нормално на раван и мења се линеарно у времену са константом раста ω. Ако су површине Σ_1, Σ_2 и Σ_3 познате, одредите електромоторне силе које се индукују у контурама?