

ИСХОДИ БОШКОВИЋЕВЕ ТЕОРИЈЕ – КВАНТНА МЕХАНИКА И ХИЈЕРАРХИЈА ЧЕСТИЦА МАТЕРИЈЕ

ДРАГОСЛАВ СТОИЉКОВИЋ

*Инжењерска академија Србије, Београд, Кнеза Милоша 9
Универзитет у Новом Саду, Технолошки факултет,
Нови Сад, Бул. Цара Лазара 1
Е-mail: dragos@uns.ac.rs*

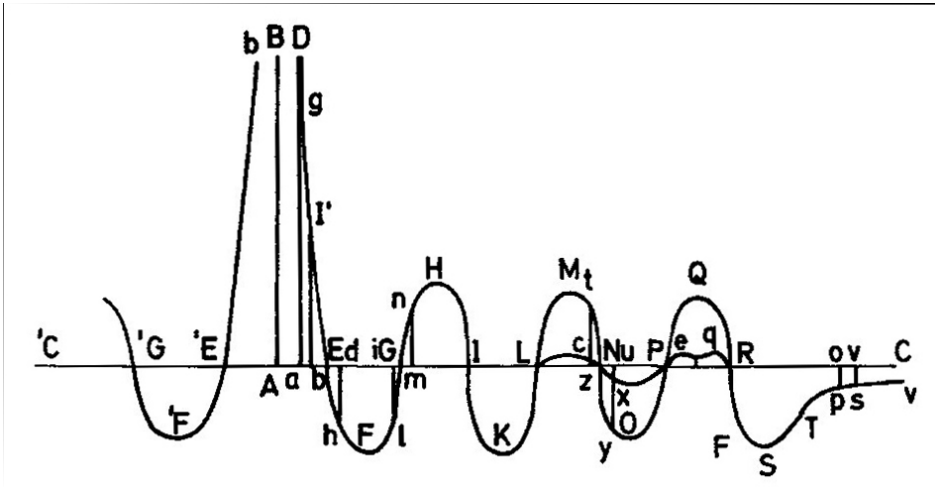
Резиме: Окосница Бошковићевог монументалног дела "Теорија природне филозофије сведена на један једини закон сила које постоје у природи" је тзв. Бошковићева крива која приказује промену привлачне и одбојне силе са променом растојања између елементарних тачака или честица материје. Готово сва остала његова схватања су логичне последице тог јединственог закона сила чија разрада доводи до мноштва примена у различитим областима физике, хемије и других природних наука. У овом раду се разматрају: границе кохезије и некохезије, кретање по орбиталама, кванти енергије, начело двојности талас-честица, допринос открићу структуре атома, сличност Бошковићевог и савременог схватања хијерархије материје и мишљење нобеловца Леона Ледермана да Бошковићева теорија представља кључ целокупне модерне физике.

Кључне речи: Руђер Бошковић, Теорија природне филозофије, претеча квантне теорије, откриће структуре атома, хијерархија материје.

УВОД – БОШКОВИЋЕВА "ТЕОРИЈА ПРИРОДНЕ ФИЛОЗОФИЈЕ"

Руђер Бошковић (Roger Boscovich, 1711-1787) од Лајбница (Gottfried Wilhelm Leibnitz, 1646-1716) прихвата претпоставку да су основни елементи материје сићушни као тачке (монаде), које немају величину (непротежне су) и које су недељиве. Међутим, не прихвата Лајбницову претпоставку да се тачке додирују. Сматра да су тачке међусобно удаљене неким размаком, који се може бесконачно повећавати или смањивати, али не може потпуно нестати. Од Њутна (Isaac Newton, 1643-1727) прихвата постојање узајамних сила између ових тачака. За разлику од Њутна, који сматра да при веома малим удаљеностима влада снажна привлачна сила између честица, Бошковић сматра да тада постоји велика одбојна сила, која је утолико већа уколико је удаљеност мања. Слично схватањима Емпедокла (Empedocles, око 492-432 п. н. е.) да постоје силе љубави и силе мржње, Бошковић сматра да силе могу бити атрактивне

(привлачне) или репулзивне (одбојне) које се смењују зависно од растојања између тачака (Сл. 1). Готово сва остала Бошковићева схватања су логичне последице тог јединственог закона сила.



Слика 1. Општи облик Бошковићеве криве за промену привлачне и одбојне силе (доња и горња ордината, редом) са променом растојања (апсциса) између елементарних тачака или честица материје (Boscovich, 1763, 1974).

ГРАНИЦЕ КОХЕЗИЈЕ И НЕКОХЕЗИЈЕ

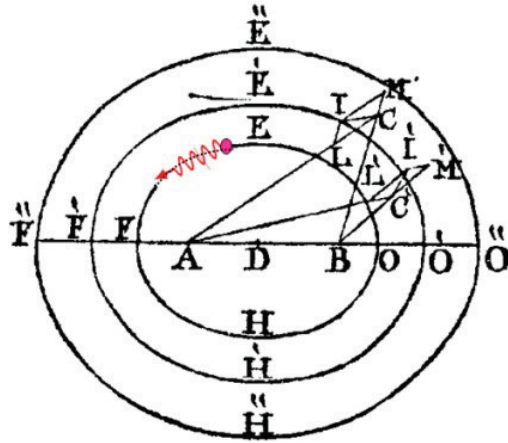
Бошковић нарочито истиче да постоје растојања (E, G, I, L, N, P и R на слици 1) при којима су одбојна и привлачна сила изједначене, а честице су у равнотежи. Међутим, ту постоје две врсте случајева. У неким (E, I, N и R) при повећању растојања расте привлачна, а при смањивању расте одбојна сила. У тим случајевима се честице налазе у постојаној равнотежи, јер ако се случајно повећа растојање између честица, тад настаје привлачна сила и поново их враћа на претходно растојање. Ако се, пак, смањи растојање, онда настаје одбојна сила која их враћа на претходно растојање. Та растојања (E, I, N и R) је назвао границама кохезије.

У другим случајевима, ако растојања одговарају положајима G, L и P, честице су у непостојаној равнотежи, јер најмање повећање (или смањивање растојања) доводи до појаве одбојне (или привлачне) силе и до још већег растављања (или приближавања) честица. Ове положаје је Бошковић назвао границама некохезије.

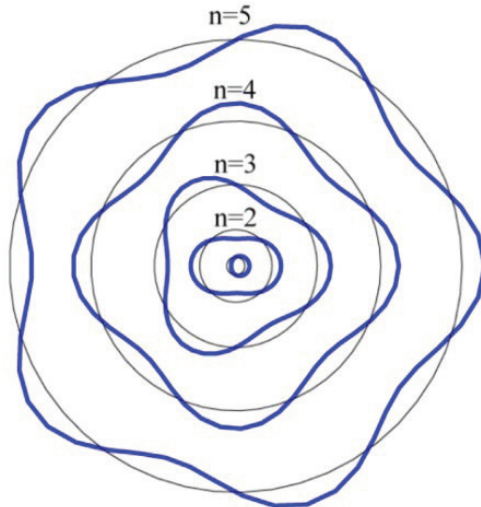
КРЕТАЊЕ ЧЕСТИЦА ПО ОРБИТАЛАМА

Ако би се нека честица налазила у центру (нпр. положај A), друга би могла бити на било ком месту на сфери чији полупречник одговара некој граници кохезије, нпр. положаји E и E', I и I', итд. (Сл. 1). Таква сфера је заправо орбитала по којој се може кретати друга честица, а може бити толико орбитала колико има граница кохезије.

При разматрању међусобног дејства три тачке, Бошковић указује на "красну теорију о тачки смештеној на елипси, док друге две тачке заузимају жиже елипсе" (бројеви 230–235 у Boscovich, 1763, 1974). Наиме, ако се две тачке (или честице) налазе у жижима А и В у близини центра D, тада се трећа тачка може налазити на некој од елиписа на растојању које одговара некој граници кохезије (Сл. 2). Ово је веома слично савременом приказу орбита по којима се крећу електрони око језгра атома у виду де Бројевих таласа (Сл. 3).



Слика 2. Орбитале у Бошковићевој теорији, Сл. 33 у (Boscovich, 1763, 1974). У Бошковићев цртеж елиптичних путања смо према његовом опису, (бројеви 191–194) стрелицом приказали кружно кретање честице која осцилује око границе кохезије Е. (Објашњење је у наредном поглављу.)



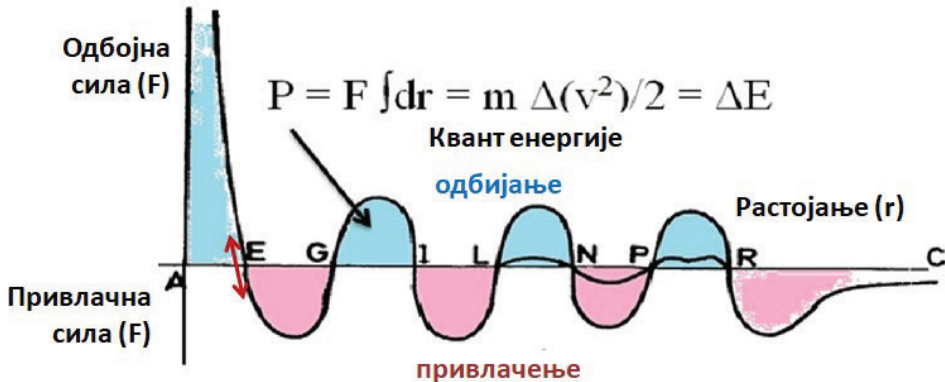
Слика 3. Де Бројеви таласи. Свака удаљенија електронска орбита има једну додатну "грбу" у електронском таласу (<https://skullsinthestars.com/2015/05/20/1975-the-year-that-quantum-mechanics-met-gravity/debroglieorbits/>).

КВАНТИ ЕНЕРГИЈЕ И ДВОЈНОСТ ТАЛАС-ЧЕСТИЦА (Стоиљковић, 2005, 2010 и 2018)

Бошковић указује да је "у механици доказано да површина криве – чије апсцисе изражавају удаљености, а ординате силе – представља пораст или пад квадрата брзине" (бројеви 118f, 176, 191 у Boscovich, 1763, 1974). Ако се нека честица приближава другој, на неким растојањима је изложена привлачним силама и тада убрзава, а на неким растојањима одбојним силама и тада успорава. При преласку преко суседних граница кохезије и некохезије је повећање или смањење квадрата њене брзине сразмерно површини омеђеној апсцисом и одговарајућим луковима криве (Сл. 4). Кад се помножи са масом честице m и подели са два то је енергија и то тачно одређена количина – тзв. квант енергије, како се то данас назива (Stoiljković, 2005, 2010, 2018). Бошковићева крива је квантирана, а кванти енергије су једнаки површинама које су омеђене апсцисом и луковима криве, једначина (1).

$$\int_{r_c}^{r_n} \Delta E = \int F dr = m \Delta(v^2)/2 \quad (1)$$

Овде су r_c и r_n две суседне границе кохезије и некохезије, нпр, R и P на слици 4.



Слика 4. Бошковићева крива је квантирана, а кванти енергије су једнаки површинама које су омеђене апсцисом и луковима криве (Стоиљковић, 2005, 2010 и 2018).

Ако нека честица има довољну почетну брзину да савлада све одбојне лукове, или ако су површине одбојних лукова мање од привлачних – запажа Бошковић (бројеви 191–194 у у Boscovich, 1763, 1974) тада ће честица доћи до најближе границе кохезије (E на Сл. 4) и непрестано ће око ње осциловати, а истовремено ће се кретати по путањи полупречника E која одговара тој граници, тј. приближаваће се и удаљавати од средишта (Сл. 2). **Честица се понаша као талас** који се по орбитали E креће око честица у центру. Ово потсећа на **принцип двојности талас-честица**, који се у савременој квантној механици

односи на својство материје да се у једном тренутку понаша као талас, а у другом делује као честица Штавише, савремени приказ орбита по којима се крећу електрони око језгра атома (Сл. 3) у виду де Бројевих таласа (Louis de Broglie, 1892–1987) начелно одговара Бошковићевом опису.

Бошковић указује да та честица може прећи и на другу E' или трећу путању E'' (које припадају удаљенијим границама кохезије). При томе ће се енергија те честице променити сразмерно разлици привлачних и одбојних површина према изразу (1).

По томе је Бошковићева теорија заправо **прва квантна теорија**, јер је описао оно што је тек 1910. са неверицом претпоставио немачки физичар Планк (Max Planck, 1858–1947), тј. да сваки извор енергије може зрачити енергију само у дискретним количинама – квантима. Планка сматрају оснивачем квантне теорије. Његову идеју о дисконтинуалности енергије, која је данас темељ тумачења свих атомских појава, применили су после Нилс Бор и Ајнштајн за тумачење структуре, фотоелектричног ефекта и спектра атома водоника. Сва тројица су добили Нобелову награду. Не позивају се на Бошковића који је поставио камен темељац за откриће и развој квантне теорије.

Прегледом нама доступне, прилично обимне, литературе о Руђеру Бошковићу нисмо нашли да су други аутори (сем Александра Томића, 2004) уочили да је Бошковићева теорија заправо квантна теорија.

ХИЈЕРАРХИЈА МАТЕРИЈЕ

Слично Њутновом схватању, Бошковић прихвата да се спајањем елементарних тачака добијају сложеније честице првог реда, спајањем ових добијају се честице другог, па затим трећег реда итд., те тако даљим спајањем настају атоми, који нису елементарне честице већ се састоје од делова. За молекуле сматра да су још крупније честице. Штавише, Бошковић први указује још 1763. (број 440) на могућност постојања макромолекула као низова атома, описује њихову спиралну структуру и својства (Stoiljković, 2007). А данас се обично наводи да је макромолекулску хипотезу први предложио Штаудингер (Hermann Staudinger, 1881–1965) тек 1920. године!?

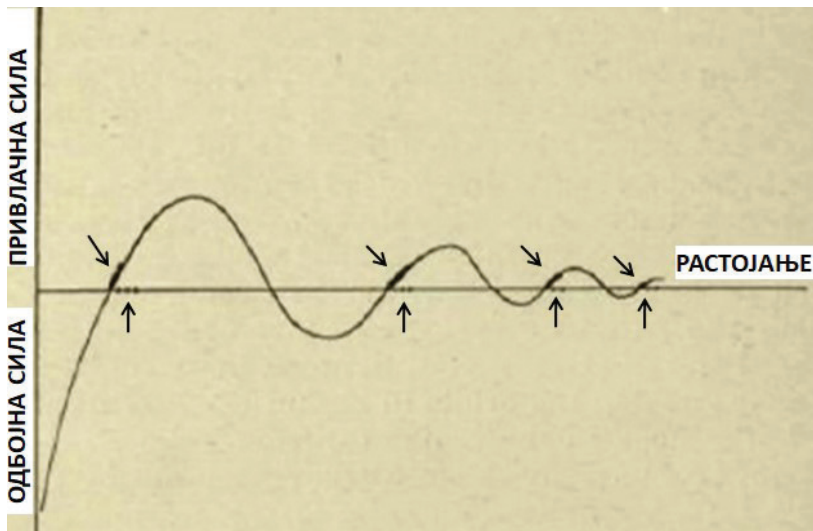
По Бошковићу су елементарне тачке, честице првог, потом другог реда, атоми, молекули, чак и читав Сунчев систем само поједини ступњевци у хијерархији материје. Бошковић указује да би "сви светови мањих димензија, узети заједно, били као једна једина тачка у односу на онај већи" свет. Силе које владају између честица нижих редова веће су него силе између честица виших редова. Указује да се честице нижих редова теже могу раставити него честице виших редова (број 424 у Boscovich, 1763, 1974). Сматра да за сваки пар честица на било ком ступњу хијерархије материје важи крива приказана на Сл.1.

У претходним радовима (Стоиљковић, 2010, 2011) смо дали детаљан приказ Бошковићеве теорије, њен утицај на развој савремене физике, али и емпиријске доказе о њеној исправности и применљивости. Показали смо да резултати савремене науке потврђују исправност Бошковићеве криве (Сл. 1) за међудејство две честице на различитим нивоима хијерархије материје – од елементарних честица, нуклеона, атома, молекула, макромолекула, колоидних и нано-честица.

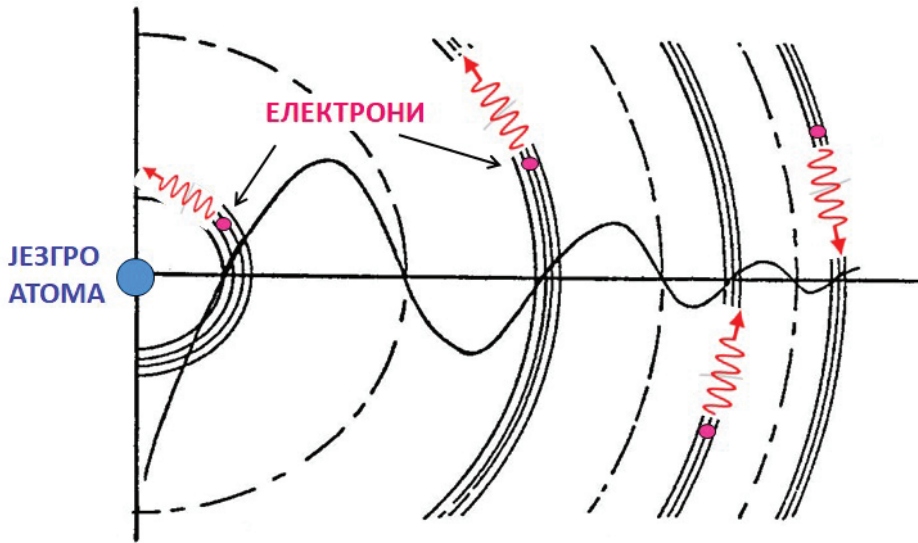
ДОПРИНОС БОШКОВИЋЕВЕ ТЕОРИЈЕ ОТКРИЋУ СТРУКТУРЕ АТОМА (Стоиљковић, 2008, 2010, 2011)

Крајем 19. века је све више сазревало уверење да су Далтонови атоми хемијских елемената ипак дељиви и да се састоје од честица које су позитивно наелектрисане и негативно наелектрисаних електрона. Поставило се питање на који су начин те честице смештене у атомима.

Крајем 19. века је Џ. Џ. Томсон (Joseph John Thomson, 1856–1940), професор физике у Кевендишевој лабораторији у Кембриџу, разматрао различите моделе атома. По једном од њих, ком је Томсон био привржен, позитивно наелектрисање испуњава цео атом који је облика лопте, а у њему су распоређени негативни електрони као "зрна грозђа у колачу". Међутим, разматрао је и "планетарни модел атома" по ком је позитивно наелектрисање смештено у језгру атома, а негативно наелектрисани електрони по неким стазама круже око тог језгра (Thomson, 1907; Gill, 1941; Dadić, 1998). Тражећи теоријску подлогу да негативно наелектрисани електрони зрачењем неће изгубити енергију и пасти на језгро, Томсон је закључио да за ту сврху може да послужи само Бошковићева теорија: "Претпоставимо да набијени јон посматрамо као Бошковићев атом који делује на једну честицу средишњом силом, која се мења од одбојне до привлачне и од привлачне до одбојне неколико пута... Таква је сила, на пример, приказана графички на доњој слици (5а) где апсцисе представљају удаљености од атома, а ординате силе које делују од атома на честицу..." (Thomson, 1907, стр. 160–161). Очигледно је да слика 5а заправо обједињује Бошковићеву криву (Сл. 1) и Бошковићеве орбитале (Сл. 2), што је Гил (1941) приказао на слици 5б.



Слика 5а. Томсон је 1907 планетарни модел атома објаснио Бошковићевом кривом, али је на доњој ординати одбојна, а на горњој привлачна сила. Позитивно наелектрисано језгро је у координатном почетку. Томсон је местимичним задебљањима криве и тачкама на апсциси означио положаје стабилних орбита (што смо означили стелицама) негативно наелектрисаних електрона.



Слика 56. На Томсоновом цртежу је Гил (1041) доцртао дозвољене и недозвољене орбите (пуне и испрекидане лукове, редом), а ми смо учртали језгро, електроне и њихово кружно и осцилаторно кретање, како је то описао Бошковић (1763 и 1974, бројеви 191-194).

Недоумицу да ли је исправан модел "зрна грожђа у колачу" или "планетарни модел атома" је решио Радерфорд (Ernest Rutherford, 1871-1937), бивши студент и асистент Томсона. Радерфорд је 1907. г. прешао у одељење за физику Универзитета у Манчестеру, где је 1911. експериментално потврдио "планетарни модел атома", па се тај модел обично назива "Радерфордов модел".

Након што је 1912. борао седам месеци код Томсона у Кембриџу и четири месеца код Радерфорда у Манчестеру (Longair, 2003, стр. 379), Нилс Бор (Niels Bohr, 1885-1962) је 1913. израчунао могуће орбите електрона, узимајући у обзир да електрони могу прећи са једне на другу орбиту само ако приме или предају одређену количину (квант) енергије – што је Бошковић указао век и по раније. Данас се овај модел атома назива "Боров модел", што није у потпуности оправдано.

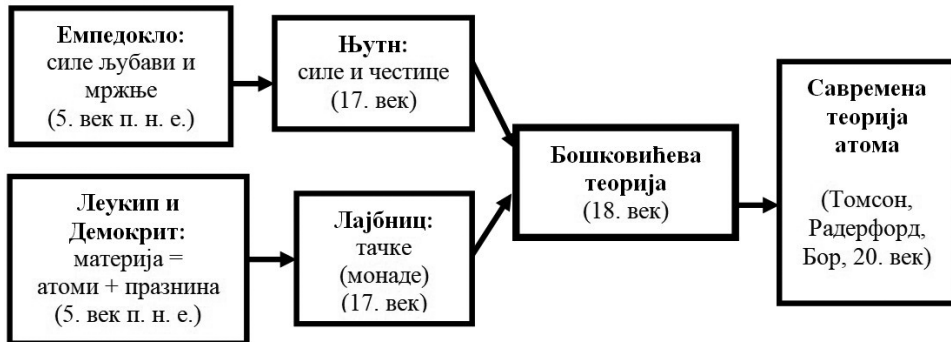
Приликом прославе двестоте годишњице објављивања Бошковићеве Теорије, одржане у Дубровнику, Нилс Бор је написао:

"Бошковићеве су идеје јако утјецале на слиједећу генерацију физичара... Наше штовање сврховитости Бошковићева великог знанственог дјела расте тим више кад схватимо како је знатно послужило утирању пута за каснији развој" (Supsek, 2008 стр. 8 и 184).

Стога се Супек (2008) (хрватски физичар Ivan Supsek, 1915-2007) с правом пита да ли је Нилс Бор том притом мислио на себе кад је истицао утицај Бошковића на идућа поколења физичара. "Кад сам више пута разговарао с њим, одговор није никад био јасан. А можда такве јасноће и није било у оцу данашње физике. Ако он тада и није познавао Руђерово дјело, Томсонов (планетарни - ДС) атом морао му је бити познат па је утјецај био неизравно извршен, по свој прилици."

Стога, имајући у виду да је у периоду 1903. до 1907. г. "Џ. Томсон показао да се концепт дозвољених и забрањених орбитала може непосредно извести из Бошковићевог закона сила", Гил (1941) указује да је Бошковић дао "суштински елемент модерном схватању атома", а "други су пожњели оно што је Бошковић посејао две стотине година раније". Гил стога овај модел назива "Бошковић-Томсонов" модел атома и указује да када се буде писала историја атомске теорије, не би било исправно да се занемари допринос Руђера Бошковића.

Узимајући у обзир Бошковићев допринос, стварни историјски пут открића структуре атома је приказан на шеми 1.



Шема 1. Стварни историјски пут открића структуре атома
(Стоиљковић, 2008, 2010, 2011)

ЛЕОН ЛЕДЕРМАН О БОШКОВИЋЕВИМ ТАЧКАМА И САВРЕМЕНИМ ЕЛЕМЕНТАРНИМ ЧЕСТИЦАМА

Веома детаљно разматрање Бошковићевих тачака материје и њихово потврђивање резултатима савремене науке је дао нобеловац Леон Ледерман (Leon Lederman, 1922–2018) у својој чувеној књизи "Божја честица" (1993), што смо приказали у (Стоиљковић, 2024).

Прекретница у настанку Бошковићеве теорије је схватање да при судару два чврста тела кад дођу на мало растојање настаје бескрајно велика одбојна сила, која потиче од честица од којих су та тела саграђена, честица које су сићушне као тачке, које немају величину и које су недељиве, али су одбаре привлачним или одбојним силама.

Такву ситну честицу је 1897. пронашао енглески физичар Џ. Џ. Томсон (Thomson, 1907). Названа је електрон.

"Сад се гледамо очи у очи с проблемима Руђера Бошковића" – пише нобеловац Ледерман (1993 и 2021 на страни 160) и наставља: "Он је проблем сударања атома решио тако што их је претворио у тачке, без икаквих димензија. Те његове тачке биле су, буквално, математичке тачке, али је он ипак дозволио својим тачкастим честицама да задрже неке конвенционалне особине: масу* и оно што данас називамо наелектрисањем (а Бошковић је говорио да је то 'извор поља силе'). Бошковић је причао теоријски, спекулативно. Али **електрон** је реалан, **стварно постоји**. Вероватно је тачкаста честица, али све оне друге одлике

има. Задржава их нетакнуте, Има масу. Има наелектрисање. Има спин (окретање око своје осе, као чигра.) А полупречник нема." "Године 1990. установљено је да полупречник електрона мора бити мањи од 0,000000000000000001 cm, или научно написано, мањи од 10^{-18} cm." Ледерман помиње "електроне, који су као тачка", "без икакве структуре" (Ледерман, 2021 на странама 259, 333 и 336). (*Цео пасус је цитат из књиге Ледермана, онако како је у њој написано. Међутим, Бошковић је сматрао да тачке немају масу, али да "све те тачке засебно имају силу инерције, а поред тога и међусобну активну силу која зависи од удаљености" (Boscovich, 1763. и 1974, Deo I, стр. XVII – Примедба ДС.)

А како би се судар два чврста тела могао објаснити савременом науком? Познато је да су тела сачињена од молекула и/или атома, који су унутар, али и на површинама оба тела, а негативно наелектрисани електрони се налазе на ободима атома. Ако два тела приђу на веома мало растојање тада се сучеле електронима и настаје велика одбојна сила која спречава непосредни **математички додир** два тела. Оствари се само **физички додир**, при ком се баш ништа није додирнуло. Управо је тако и Бошковић описао (Boscovich, 1763. и 1974, број 130), с тим су да његове **елементарне тачке заправо електрони**, који у његово време још нису били откривени.

Ледерман такође за позитрон каже да је тачкаста честица (Lederman, 2021, стр. 336). А, **неутрино...** "нема величину, уопште не запрема никакав простор. Његов полупречник је једнак нули, тј. нема га уопште. Могуће је да нема ни масу", а да "неутрино има још једну одлику: слабу силу... Па ипак, **неутрино постоји**" (Lederman, 2021, стр. 337).

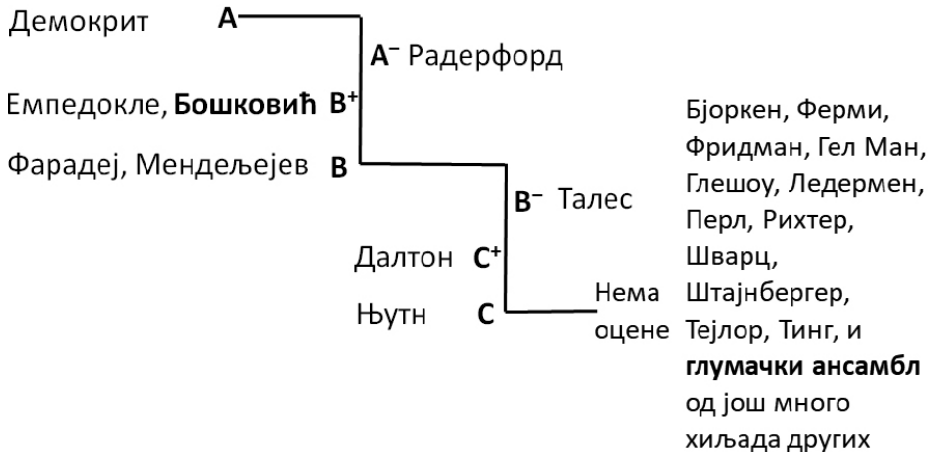
"Пречник **кварка** је мањи од невероватно малих 10^{-21} cm. Колико ми можемо установити, **кваркови** и **лептони** су најбоља постојећа апроксимација тачака" (Lederman, 2021, стр. 93 и 429). "Ми сматрамо да је кварк као тачка..., математичка тачка" (Lederman, 2021, стр. 64).

"Бошковић је имао још једну идеју, и то потпуно лудачку за XVIII век (а вероватно и за било који други век). Материја је саграђена од невидљивих и недељивих атома, рекао је он^а. Добро, то није особито ново, са тим би се сагласили и Леукип, Демокрит, Галилеј, Њутн и други. Али чујте шта је ту потпуно ван ума: Бошковић је тврдио да те честице немају величину; наиме, да су само геометријске тачке! Јасно је, као и код многих других идеја у науци, да се за ово могу наћи наговештаји у радовима ранијих научника; вероватно већ код старих Грка, а наравно и код Галилеја. Као што сте можда запамтили на часовима геометрије у средњој школи, тачка је само једно замишљено место. Без димензија. А Бошковић тврди, ни мање ни више, да је сва материја саздана од честица које немају никакве димензије! А ево, ми коначно нађосмо, тек пре двадесетак година, једну честицу која одговара том Бошковићевом опису. И назвасмо је кварк" (Lederman, 2021, стр. 112). (^аБошковић никад своје тачке није назвао атомима, а атомима је називао честице које имају делове; видети (Boscovich, 1763. и 1974, број 440 – Примедбу дао Д. С.)

"Враћаћемо се ми још на господина Бошковића" (Lederman, 2021, стр. 122). И заиста, Бошковићево се име помиње на више места (стр. 143, 152, 160, 174, 199, 298, 327, 363) где се указује да је савремена наука, теоријски и експериментално, потврдила исправност његове теорије.

ЛЕДЕРМАН: БОШКОВИЋЕВА ТЕОРИЈА ЈЕ "КЉУЧ ЦЕЛОКУПНЕ МОДЕРНЕ ФИЗИКЕ"

Ледерман приказује скраћену историју настанка стандардног модела (Lederman, 2021, табела на стр. 363) у којој су уписана имена значајних мисли-оца и научника, од старих Грка до савремених, поређаних по вековима: Талес, Емпедокле, Демокрит, Њутн, Бошковић, Далтон, Фарадеј, Мендељејев, Радерфорд, Бјоркен, Ферми, Фридман, Гел-Ман, Глашоу, Кендал, Ледерман, Перл, Рихтер, Шварц, Стајнбергер, Тејлор и Тинг. Наводи и оцењује њихове доприносе, и коментарише њихов значај. Ако би их поређали, не по вековима већ по оценама које им је дао Ледерман, тада би Бошковић са Емпедоклом делио треће место (Сл. 6, иза Демокрита и Радерфорда, а испред многих других звучних имена. Неким савременим научницима (списак на Сл. 6) није дао оцену, јер "нису завршили посао", а хиљаде других савремених је упоредио са "глумачким ансамблом", што значи да – попут глумаца – само изговарају нешто што су други осмислили.



Слика 6. Оцена Ледермана за допринос стандардном моделу структуре материје. А је највећа, а С је најмања оцена. (Нацртано на основу табеле у Lederman, 2021, стр. 363.

У коментарима табеле Ледерман наводи за Бошковића: "**Његова теорија** била је непотпуна и ограничена, али идеја о честицама које ће имати полупречник једнак нули и изгледати као тачке, а ипак стварати око себе 'поље сила', **кључ је целокупне модерне физике.**"

ЛИТЕРАТУРА

Boscovich, R.: 1758, *Philosophiae naturalis theoria redacta ad unicam legem virium in natura existentium*, Већ (прво издање); 1763, Venecija, (друго издање); 1922. и 1966, *A Theory of Natural Philosophy*, Open Court, London и The Massachusetts Institute of Technology, M.I.T. Press, Cambridge (редом); 1974, *Teorija prirodne*

- filozofije svedena na jedan jedini zakon sila koje postoje u prirodi*, (dvojezično: latinski i hrvatski), Liber, Zagreb.
- Dadić, Ž.: 1998, *Ruđer Bošković*, Školska knjiga, Zagreb, 1987 (prvo izdanje), 1998 (treće izdanje).
- Gill, H. V.: 1941, *Roger Boscovich S. J. – Forerunner of Modern Physical Theories*, M. H. Gill and Son, Ltd., Dublin.
- Lederman, L., Teresi, D.: 1993. *The God Particle*, Dell Publishing; Lederman, L., Teresi, D.: 2021, *Božja čestica*, Vulkan, Beograd; Lederman, L., Teresi, D.: 1998, *Božja čestica*, Sfinga, Beograd.
- Longair, M.: 2003, *Theoretical Concepts in Physics (An alternative view of theoretical reasoning in physics)*, Cambridge University Press, Cambridge, 2nd edition.
- Stoiljković, D.: 2005, "Teorija Ruđera Boškovića kao putokaz ka kvantnoj mehanici", *Arhe*, 2(4), 181.
- Stoiljković, D.: 2007, "Importance of Boscovich's theory of natural philosophy for polymer science", Претходно саопштење је у (a) *Polimeri* (Croatia) **28**, 29-31, а коначан чланак у (b) *Polimery* (Poland), **52**, 804-810.
- Стоилковић, Д.: 2008, "Руђер Бошковић – претеча савременог схватања структуре атома", *Хемијски преглед*, **49(3)**, 54-57.
- Стоилковић, Д.: 2010, "Руђер Бошковић – утемељивач савремене науке", *Петничке свеске*, **65**, Истраживачка станица Петница. Издање на енглеском: Stoilkovich, D.: 2014, *Roger Boscovich – The Founder of Modern Science*, Lulu Publishing.
- Стоилковић, Д.: 2011, "Допринос Бошковићеве теорије савременом схватању структуре материје", *Анали огранка САНУ у Новом Саду*, **7**, 90-100; *Градац*, **38(180-181)**, 115-123.
- Стоилковић, Д.: 2018, "Праотац квантне теорије", *Нова галаксија*, **1**, 86-92.
- Стоилковић, Д.: 2024, "Тенијални Бошковић", *Нова галаксија*, **2**, 15-27.
- Supek, I.: 2008, *Ruđer Bošković – Vizionar u prijelomima filozofije, znanosti i društva*, Školska knjiga, Zagreb.
- Thomson, J. J.: 1907, *The Corpuscular Theory of Matter*, Charles Scribner's Sons, New York.
- Tomić, A.: 2004, "Lex unica virium in natura – Ruđera Boškovića", у *Epistemološki problemi u nauci*, priredili Grujić, P. i Ivanović, M., Institut za kriminološka i sociološka istraživanja, Beograd, стр. 286-300.

CONSEQUENCES OF BOSCOVICH'S THEORY – QUANTUM MECHANICS AND THE PARTICLES HIERARCHY OF MATER

The backbone of Bosckovich's monumental work "Theory of Natural Philosophy Reduced to a Single Law of Forces Existent in Nature" is the so-called Boscovich's curve, which shows the change in attractive and repulsive forces with a change in the distance between elementary points or particles of matter. Almost all of his other concepts are the logical consequences of this single law of forces, the elaboration of which leads to a multitude of applications in various fields of physics, chemistry and other natural sciences. This work discusses: the limits of cohesion and non-cohesion, movement along orbitals, forerunner of quantum mechanic, the principle of wave-particle duality, the contribution to the discovery of the structure of the atom, the similarity of Boscovich's and modern understandings of the hierarchy of matter, and the opinion of Nobel laureate Leon Lederman that Boscovich's theory is the key to all of modern physics.

Keywords: Roger Boscovich, Theory of natural philosophy, foreunner of quantum theory, discovery of the structure of the atom, hierarchy of matter.