

Владо БИЈЕЛИЋ

ЕРНЕСТ СТИПАНИЋ О РУЂЕРУ БОШКОВИЋУ

Кључне ријечи: Ернест Стипанић, Руђер Бошковић, филозофија природе

УВОД

Професор др Ернест Стипанић (1917–1990), матерматичар из Боке Которске, поред радова из области математике, аутор је и значајног броја научних и популарних радова који се односе на филозофију и методологију природних наука. Нарочито су значајни његови радови о Руђеру Бошковићу који су допринијели афирмацији Бошковићевог дјела и код нас и у свијету. У периоду од 1958. до 1988. године објавио је 2 публикације, 36 научних и научно-популарних радова у домаћим и страним часописима и на домаћим и страним научним скуповима. У литератури, наведеној у прилогу овог рада под редним бројем 20 дати су потпуни библиографски подаци Стипанићевих радова о Руђеру Бошковићу. Сада ћемо се у овим уводним разматрањима подсетити основних података Бошковићевог живота и рада, а детаљнији биографски подаци могу се наћи у доље наведеној литератури.

Руђер Јосип Бошковић рођен је у Дубровнику 18. маја 1711. године од оца Николе Бошковића „Херцеговаца из села Орахова крај Попова поља”, наводи Стипанић¹ и мајке Павлице (Paula) из угледне италијанске трговачке породице Бетера (Bettera).

Дубровник је тада, не само значајни трговачки и поморски центар, већ и значајна културна и либерална средина. У родном граду стиче основну писменост у приватној школи гдје су учитељи били свештеници, а затим похађа средњу језуитску школу Дубровачки колегијум (Collegium Ragusinum) гдје је, како наводи Стипанић, „добрио солидно знање из математике и латинског језика”. Као младић са четрнаест и по година „у кога се полажу велике наде” послат је у Рим гдје постаје (1725) ученик језуитске високе школе Римски колегијум (Collegium Romanum), у то

¹ Е. Стипанић, Руђер Бошковић, Горњи Милановац, Београд 1984, 25.

вријеме изузетно цијењене образовне установе. Истовремено постаје кандидат за члана језуитског реда.

Овдје изучава, у првим годинама реторику, логику, математику и физику, касније филозофију и посебно природну филозофију. У завршним годинама школовања изучава теологију. Из филозофије је изучавао Аристотелова дјела и одабране коментаре тих дјела. Из физике Аристотелова дјела "Физика" и "О небу", а из теологије дјела црквених отаца и схоластичара Томе Аквинског и других. Главни ауторитети су Аристотел и Тома Аквински. Изучавају се и дјела нове науке, али само уколико нијесу у супротности са црквеним догмама. Бошковић тада чита Њутнове "Математичке принципе природне филозофије" и "Оптику". Језуитска средина на Римском колегијуму математички га је образовала на геометрији античке епохе, односно на геометрији Еуклида, Аполонија и Архимеда. Он је у својим радовима успјешно користио геометријске методе, али су ове методе, како наводи Стипанић², у његово доба углавном биле превазиђене развојем диференцијалног и интегралног рачуна и његовом успјешном примјеном у областима којима се Бошковић бавио.

По завршетку школовања постављен је 1740. године за професора математике на Римском колегијуму. Ту је за своје студенте написао уџбеник из геометрије, тригонометрије и алгебре. Ускоро постаје свештеник језуитског реда (Societas Jesu), који је основао 1534. године шпански витез Игнасио де Лојола (Ignacio de Loyola, 1491-1556), а 1540. године потврдио папа. Лојола је написао „Устав језуитског реда, и „Духовне вјежбе за владавину над самим собом” који представља приручник о начелима језуита. Основни циљеви овог реда били су одбрана догми католичке цркве, борба против протестантске реформације, учвршћивање и ширење католичке вјере.

Свој први научни рад, расправу "О сунчевим пјегам" објављује 1736. године. Године 1985. објављује своје последње дјело у пет томова под називом "Дјела која се односе на оптику и астрономију". Ријеч је о низу расправа из оптике, астрономије и тригонометрије. Редовно објављује научне расправе (око 70 расправа).

Своје најзначајније дјело "Теорија природне филозофије сведена на један једини закон сила које постоје у природи" објављује 1758. године у Бечу, а исправљено и допуњено издање 1763. године у Венецији. Прво cjеловито издање на српско-хрватском језику објављено у Загребу 1974. године превод је венецијанског издања. Научне радове, које је писао већином на латинском језику, објављује у најпознатијим европским часописима. Стиче углед и поштовање широм тадашњег научног свијета.

² Ibid, 48.



Сл. 1 Руђер Бошковић

Средином 18. в. настаје криза у језуитском реду и његови чланови се прогоне широм Европе, па Бошковић 1750. године напушта Рим и путује по Италији, Француској, Енглеској, Холандији и Немачкој и посјећује све веће научне центре Европе. Упознаје се са најпознатијим научницима и филозофима, учествује у научним расправама и води преписку са великим бројем научника тога доба. Постаје члан најпознатијих научних друштава и институција Европе: редовни члан Краљевског научног друштва у Лондону, дописни члан Академије наука у Паризу, члан академија у Петрограду, Риму, Болоњи и холандске академије. Био је оснивач и једно вријеме управник Астрономске опсерваторије у Брери код Милана. Са таквим угледом био је радо виђена личност на свим европским дворovima, што је Бошковић користио у дипломатским пословима које је обављао за потребе Дубровачке Републике. Међутим, прогон језуита се наставља и папа Климент XIV је приморан да 1773. године укине овај монашки ред, па и језуитске школе. Римски Колегијум престаје са радом, па Бошковић престаје да буде свештеник језуитског реда. Како је

већ раније био приморан да напусти опсерваторију у Брери, где је био ометан разним интригама, остаје без посла, па прихвата позив из Париза и тамо бива постављен за директора Оптике за поморство у Министарству поморства. У почетку је у Паризу добро примљен. Сарађује са истакнутим француским астрономима и математичарима (Лаланд, Даламбер, Лаплас) и има све услове да настави научни рад. Међутим, као бивши језуита, а сада у служби краља Луја XV, стиче знатан број противника и то из редова просветитеља француске интелектуалне елите која је тада припремала револуцију. Они и њихове присталице утицали су да не постане редовни члан Академије наука. Париз напушта 1782. године у поодмаклим годинама и нарушеног здравља враћа се у Италију. Умире у Милану 13. фебруара 1787. године.

Руђер Бошковић је био свестран ум и објављивао је научне радове из разних области: астрономије, физике, математике, филозофије, геодезије, метеорологије, археологије и књижевности. Не треба занемарити ни његове практичне радове у грађевинарству, геодезији и астрономији. Свуда је присутан неки Бошковићев допринос, нова идеја или нова метода. Ипак, његов најзначајнији и трајни допринос науци, као и његова слава, почивају на његовом главном дјелу „Теорија природне филозофије сведена на један једини закон сила које постоје у природи” (*Theoria Philosophiæ Naturalis Redacta Ad Unicam Legem Viriun In Natura Existentium*). Ернест Касирер (Ernst Cassirer, 1874-1945) сматра да је то главно дјело природне филозофије осамнаестог вијека.³ Несумњиво, оно је значајно утицало на бројне научнике и филозофе, а и данас је предмет проучавања. У овом раду расправљаћемо основу Стипанићевих радова, у чему се састоји тај трајни допринос и присутност Руђера Бошковића у науци и филозофији. Навешћемо и мишљења других аутора који потврђују Стипанићеве ставове и доприносе цјеловитијем објашњењу разматраних појмова и концепата Бошковићевог дјела.

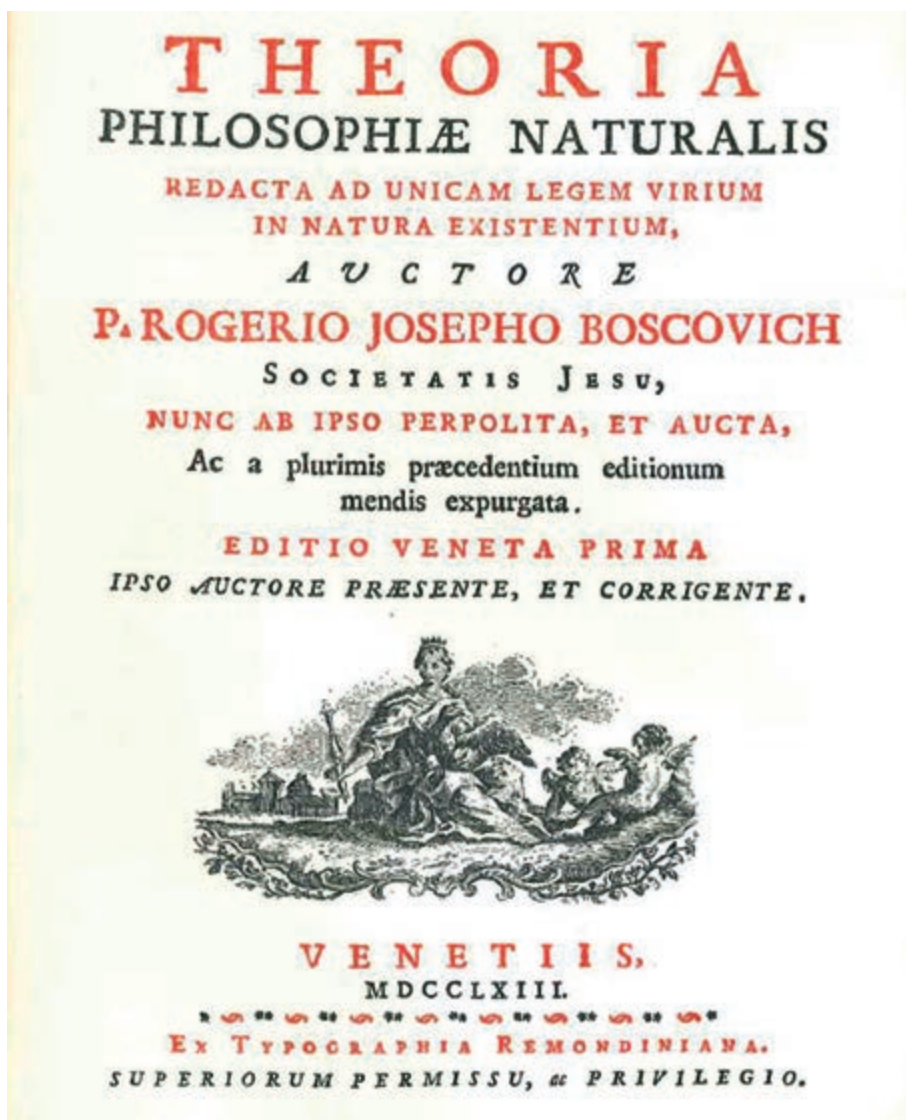
ТЕОРИЈА ПРИРОДНЕ ФИЛОЗОФИЈЕ

Систематски изложен, цјеловит и оригиналан систем природне филозофије који је Бошковић изложио у свом главном дјелу резултат је дугогодишњег размишљања и истраживања о проблемима структуре материје и сила које владају - између основних елемената материје и његовог учешћа у расправама које су током 18. вијека водиле у научним центрима Европе присталице Декартове, Њутнове и Лајбницевог природне филозофије, наводи Стипанић⁴ и сматра да је у свом дјелу Бошковић

³ Е. Касирер, Проблем простора и времена у филозофији природе, Градац, бр. 180-181, 55.

⁴ Е. Стипанић, Руђер Бошковић, Горњи Милановац, Београд 1984, 51.

објединио „своје претходно објављене расправе: *О живим силама* (1745), *О свјетлости* (1748), *О дјељивости материје и почелима ствари* (1748), *О закону континуитета* (1754), *О закону сила што постоје у природи* (1755), као и неке своје филозофске коментаре које је дао на неке филозофске списе дубровачког филозофа Бенедикта Стаја.”⁵



Сл. 2 Насловна страна Бошковићеве Теорије природне филозофије издате у Венецији 1763. године

⁵ Ibid, 53.

Књига се састоји из три дијела: први дио садржи излагање, аналитичко извођење и доказивање теорије природне филозофије, други дио примјену у механици, а трећи примјену у физици. На крају књиге су додаци: о души и Богу који спада у метафизику, о простору и времену, аналитички облик закона сила, приговори о привлачним силама и о равнотежи двају маса, а који су објављени у I свесци новије филозофије Бенедикта Стаја, иначе његовог ученика са Римског колегијума.

Стипанић је, слично Бошковићу, објединио своје раније радове о Бошковићевој Теорији природне филозофије у монографији „Руђер Бошковић” (види литературу бр. 5), па ћемо ми нашу расправу засновати прије свега на овој монографији. Бошковићево схватање простора и времена нећемо овдје разматрати, већ у посебном раду.

Бошковићево дјело настаје у вријеме потпуног тријумфа Галилеј-Њутнових концепција механике, које он уважава, али се према њима критички односи, истиче Стипанић. Као један од најистакнутијих Њутноваца свога времена он наставља даље на његовом трагу, својим путем. „Буде ли изгледало да сам уистину постигао напредак у истраживању природе, изјављујем да то главно дугујем Њутну, чије сам трагове слиједио у највећој мјери, а скренуо сам нешто од тог његовог пута да бих могао даље напредовати”, наводи Бошковић у коментарима из књиге Бенедикта Стаја.⁶ Надахнут Њутновом филозофијом природе Бошковић изграђује своју филозофију природе, свој „нови свијет”, како је често истицао.

До своје теорије природне филозофије Бошковић долази филозофским разматрањем које полази од „сигурних и опште прихваћених принципа” па логичким умовањем и континуираним слиједом закључивања долази до „једног јединог, једноставног и непрекинутог закона сила који постоји у природи који му примјеном даје састав материје, законе механике и општа својства саме материје.”⁷ Природа се спознаје рефлексijом, исправним умовањем, а не чулном спознајом. Она није онаква каква се приказује нашим чулима, већ онаква какву је замишљамо нашим идејама.⁸ Овом методом сазнања долази до своје, нове онтологије.

⁶ Е. Стипанић, Бошковић и Њутн, Дијалектика 1977, 3, 15.

⁷ Р. Бошковић, Теорија природне филозофије, Загреб 1974, X.

⁸ С. Кутлеша, Филозофија Руђера Бошковића, Загреб 2012, 81-82.

ПРИНЦИПИ БОШКОВИЋЕВЕ ТЕОРИЈЕ

Бошковићева теорија природне филозофије која садржи као средишње теме закон привлачно-одбојних сила и структуру материје, утемељена је, како смо горе истакли, на априорним принципима. Дубоко увјерен у свеопшту повезаност појава у природи и хармонију свемира, Бошковић поставља као основне и априорне принципе (начела) своје теорије:

1. Принцип једноставности и аналогије у природи,
2. Принцип континуитета.

Прва начела преузима од Њутна (1642-1727) и она су за њега фундаменталнија од начела континуитета, јер се ово изводи из аналогије и једноставности природе. Друго преузима из филозофске традиције, од Аристотела (384-322 п.н.е.) и Лајбница (1646-1716). Бошковић прихвата Аристотелово схватање континуума у коме су основни елементи просторног и временског континуума интервали, а не тачке, које су границе. Позната је Лајбницова изрека: „Природа не прави скокове” (*Natura non facit saltus*). Сам Бошковић овако дефинише принцип континуитета: „Свака количина док прелази из једне величине у другу мора прећи све међувеличине исте врсте.”⁹ Принцип или закон континуитета, како га Бошковић назива, важи без изузетка у геометрији. Континуитет постоји и у природи, али не у стварима, већ у промјенама, у кретању. Континуалне су силе и брзине. У стварима „нема континуитета, јер се сва тијела састоје од невидљивих и међу собом удаљених тачака које не обликују континуирану плоху.”¹⁰ Он уствари одбацује сваки супстанцијални континуитет.

Стварни континуитет постоји у кретању материјалних тачака и тијела који проистиче из континуитета простора и времена. При локалном кретању „није могуће доћи из једног мјеста у друго без неког континуираног кретања”.¹¹ Доследна примјена закона континуитета је таква да се у промјенама континуитет увијек одржава, води исправном закључивању, сматра Бошковић.

Бошковић истиче да његова теорија „има заиста много заједничког са Њутновом и Лајбницовом теоријом, али се исто тако разликује и од једне и од друге.”¹² Бошковић је у изградњи своје теорије „од Лајбницове теорије прихватио примарне једноставне и непротежне елементе [*monade*], а од Њутнове узајамне силе, привлачне (атрактивне) и одбојне (репулзивне)”,

⁹ Р. Бошковић, Теорија природне филозофије, Загреб 1974, &32, 13.

¹⁰ *Ibid*, 63.

¹¹ Р. Бошковић, Теорија природне филозофије, Загреб 1974, &39, 16.

¹² *Ibid*, 1.

наводи Стипанић. Међутим, наводи даље, његова теорија се „разликује од Лајбницевог тиме што не прихвата никакву непрекидну протежност као последицу међусобног додиривања директно сукцесивних непротежних тачака и што прихвата хомогеност примарних елемената.” Бошковић одбацује да монаде имају свијест и да су све различите, односно да не постоје двије исте монаде. Од Њутнове теорије се разликује тиме што једним јединим законом сила објашњава све оно што Њутнова теорија објашњава трима принципима, гравитацијом, кохезијом и ферментацијом и што на врло малим растојањима не прихвата привлачне већ одбојне силе.¹³

ЗАКОН СИЛЕ

Бошковић, слиједећи Њутна, сматра да између свих тачака материје дјелује нека сила која се мијења са промјеном растојања. Међутим, он уочава проблеме Њутновог закона гравитације, по коме је сила гравитације обрнуто сразмјерна квадрату растојања што „доводи до крајњег апсурда или пак до неразмрсивих потешкоћа при незнатним растојањима.”¹⁴ Изгледа да је Бошковић први уочио да силе које дјелују на малим растојањима морају бити друкчије од оних које дјелују на великим растојањима. Наиме, како је сила гравитације обрнуто сразмјерна квадрату растојања, при малим растојањима она би постала бесконачно велика, па би под дејством такве привлачне силе сва тијела колапсирала у једној тачки. Бошковић одатле и полази у развоју своје теорије.

Бошковић на основу закона континуитета и својства непробојности тијела, у првом дијелу своје књиге разматра мисаони експеримент еластичног судара два тијела.^{15*} Посматра два једнака тијела која се крећу различитим брзинама у истом правцу и у истом смјеру. Једно има ступањ брзине 6, а оно што га слиједи ступањ брзине 12. Ако посљедње дође у непосредан додир са првим, брже тијело ће смањити брзину, а спорије ће повећати брзину тако да заједно настављају кретање ступњем брзине 9. Сада се може поставити питање када наступа изједначавање брзина? Бошковић разматра два случаја. Први претпоставља да се изједначавање брзина при додиру тијела догађа у једном недјелјивом тренутку, а други да се изједначавање брзина догађа у неком кратком временском интервалу.

¹³ Е. Стипанић, Руђер Бошковић, Горњи Милановац, Београд 1984, 53-54.

¹⁴ Р. Бошковић, Теорија природне филозофије, Загреб 1974, &126, 57.

¹⁵ 15 Ibid, &18, 9.

* Стипанић у својим радовима не наводи детаљно овај експеримент. Ми га наводимо јер је он битан за разумијевање Бошковићеве теорије о структури материје.

У првом случају, прелаз кретања са ступња 12 на ступањ 9 и са ступња 6 на ступањ 9, дешавао би се нагло без икаква прелаза, па би дошло до повреде закона континуитета. Наиме, ако би до судара та два тијела дошло, у том тренутку би дошло до скоковите промјене кретања, до наглог скока брзине. Имали бисмо у истом тренутку двије брзине кретања тијела, односно два стања тијела, па је ова претпоставка противрјечна и немогућа, закључује Бошковић. У другом случају, брже тијело продрло би својим предњим дијелом у задњи дио другог тијела, што није могуће услијед својства непробојности, по коме два тијела не могу у исто вријеме заузимати исто мјесто у простору, па Бошковић закључује да и у овом случају није могућ додир два тијела. Дакле, логичком анализом судара два тијела Бошковић доказује да су само континуиране промјене могуће. Да би се континуирано кретање у случају судара два тијела и остварило, Бошковић сматра да је нужно увести нову, одбојну силу. То је сила која делује између тијела тако да на малим растојањима постаје бесконачно велика и може смањити било коју брзину, па она онемогућава додир тијела. Такође, одбојна сила не дозвољава да ма које тијело пролази кроз ма које друго тијело. При судару два тијела физички додир не постоји, односно додир је привид наших чула. Ако тијело не би било једноставно, већ састављено из дјелова који су средишта одбојних сила, они би се под дејством одбојних сила разлетјели, односно тијело би се распало на саставне дјелове. Бошковић из овога закључује да основни елементи материје морају бити једноставни и недјeljиви. Дакле, логичком анализом судара тијела, примјеном закона континуитета, Бошковић изводи своју теорију привлачно-одбојних сила и састав примарних елемената материје. Нови појмови које Бошковић уводи су примарни елементи материје, једноставне, недјeljиве и непротежне материјалне тачке, и одбојна сила и то су Бошковићева открића.

Као што смо горе показали, Бошковић логичком анализом случаја судара тијела и примјеном одржања принципа континуитета долази до нужног постојања одбојне силе на малим растојањима. Одбојна сила је сила исте врсте као и привлачна и са њом чини јединствену привлачно-одбојну силу. Ова, према Бошковићевом закону силе, зависи од растојања између честица, односно величина привлачно-одбојне силе се мијења промјеном растојања тако да при врло малим растојањима дјелује одбојна сила, а при великим дјелује привлачна сила сразмерна обрнутом квадрату растојања. Дакле, Бошковићев закон садржи у себи Њутнов закон гравитације који је посебан случај овог за велика растојања. Међутим, Бошковић не зна шта је узрок тих сила, одакле оне потичу. Оне можда зависе од неког закона Врховног Творца или од саме природе материјалних

тачака или од неког другог њиховог својства. „То ја не испитујем; а кад бих и хтио испитивати, немам наде да би се то могло открити; то исто мислим и о овом закону сила...” Бошковић се увијек позива на Бога када дође до граница људске спознаје у природној филозофији. Расправа о Богу превазилази оквире природне филозофије, сматра Бошковић, па је даје у посебном *Додатку о души и Богу* који спада у метафизику. Мада неки аутори наводе да је *Додатак* Бошковић написао да би избјегао могућа неслагања и критике језуитског реда коме је припадао, па можда и забране цркве, други сматрају да је *Додатак* битна допуна његове теорије природне филозофије која указује на границе исте да би их превазишла.¹⁶ У *Додатку* Бошковић наводи да све појаве у природи имају детерминисане узроке из којих потичу, па стога и свијет није случајно настао, нити је одувјек постојао, већ је створен и могао је бити створен само као дјело свемоћног Божанског Творца. Бог који има бесконачну моћ стварања, сазнања и слободе избора створио је уређен свијет. Бошковић сматра да из његове теорије нужно слиједи егзистенција Бога.¹⁷ Дакле, за Бошковића бисмо могли рећи исто оно што је Карл Попер рекао за Канта, да је „чврсто вјеровао и у Бога и у Њутнову науку.”¹⁸

Треба истаћи да Стипанић, ни у једном свом раду, не расправља шире о метафизичким ставовима Бошковића, ни о Божанском Творцу свемира, на кога се Бошковић у Теорији природне филозофије често позива. Стипанић само наводи да је Бошковић у тим расправама „критички и антидогматски дух”,¹⁹ што нам не говори баш много.

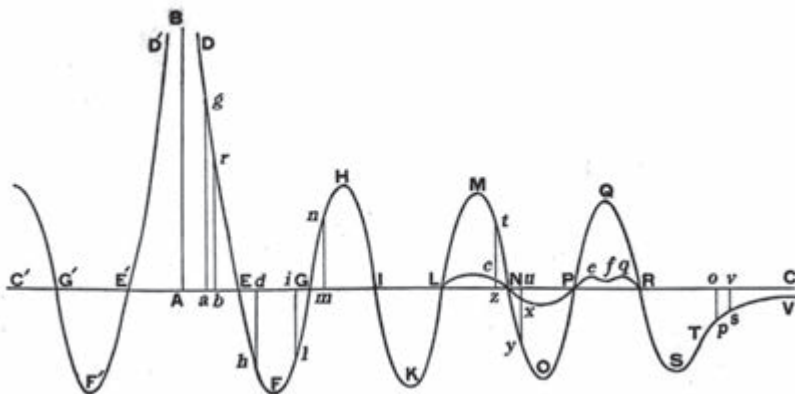
¹⁶ С. Кутлеша, *Филозофија Руђера Бошковића*, Загреб 2012, 95-96.

¹⁷ Р. Бошковић, *Теорија природне филозофије*, Загреб 1974, &.539-540.

¹⁸ К. Попер, *Претпоставке и побијања*, Сремски Карловци 2002, 163.

¹⁹ Е. Стипанић, *Руђер Бошковић*, Горњи Милановац, Београд 1984, 61.

Бошковић свој закон силе представља геометријском кривом, а у Додатку III једном алгебарском формулом. У Декартовом координатном систему закон силе представља се непрекидном кривом линијом која је у науци позната као Бошковићева крива (Сл. 3).



Сл. 3 Бошковићева крива сила (*curva Boscovichiana*)

На апсцису се наносе растојања, а на ординату величине силе. Позитивне ординате су величине одбојне силе, а негативне привлачне. При малим растојањима силе су одбојне и оне расту ка бесконачности са смањењем растојања, а смањују се са повећањем растојања, затим ишчезавају мијењајући правац прелазе у привлачне, а онда опет ишчезавају, мијењајући се узастопно, све док коначно, при доста великим удаљеностима, не постану привлачне силе које опадају у обрнутој размјери с квадратом растојања.²⁰

На кривој се могу уочити карактеристичне тачке: E, G, I, L, N, P и R у којима крива пресијеча апсцисну осу и у којима су привлачне и одбојне силе изједначене, па су ту материјалне тачке у равнотежи. Тачке E, I, N и R, у којима при повећању растојања расте привлачна, а при смањивању растојања расте одбојна сила, Бошковић назива границама кохезије. У тим тачкама честице се налазе у стабилној равнотежи, јер се при свакој промјени растојања јавља сила која их враћа у претходно стање. Тачке G, L и P, у којима при повећању растојања расте одбојна, а при смањивању растојања расте привлачна назива границама некохезије. У тим тачкама честице се налазе у лабилној равнотежи, јер се при свакој промјени растојања јавља сила која их удаљава или сила која их приближава. Ако се тачке у тијелима налазе на растојањима која одговарају стабилној равнотежи, оне су чврсто повезане и образују чврсто тијело. Кохезија у течностима одговара тачкама у лабилној равнотежи.²¹

²⁰ Р. Бошковић, Теорија природне филозофије, Загреб 1974, &77-78, 35-36.

²¹ Е. Стипанић, Руђер Бошковић, Горњи Милановац, Београд 1984, 56.

Из узајамног дјеловања привлачних и одбојних сила и континуитета тог дјеловања Бошковић изводи универзалну повезаност и условљеност свих појава у природи. „Стање сваке поједине тачке овисит ће бар мало о стању свих других тачака које су на свијету.”²² Бошковић сматра да се помоћу ове криве могу објаснити механичка, физичка и хемијска својства тијела и све појаве у микросвијету које нијесу директно доступне нашим чулима. Међутим, ипак се мора истаћи да Бошковићева филозофија природе има недостатака и тврдњи које каснија наука није прихватила. Основни недостатак Бошковићеве теорије је примјена неадекватног математичког формализма. Стипанић истиче да Бошковић многе своје идеје и анализе није довео до прецизних математичких формулација које би примјеном на физичке феномене довеле до конкретних резултата.²³ Као што смо горе навели, Бошковићеве геометријске методе су већ тада биле превазиђене развојем математичке анализе. Тако формализована ова теорија није оперативна. То су њена ограничења. Као таква, она није могла ријешити многе научне проблеме, али је била путоказ многим научницима.

СТРУКТУРА МАТЕРИЈЕ

Имајући у виду ограничености примјене закона силе које смо горе навели, може се рећи да је најзначајнији резултат Бошковићеве Теорије природне филозофије ипак његова оригинална теорија материје, Примарни елементи материје за Бошковића су непротежне и недјељиве тачке разасуте у бесконачном празном простору. То су материјалне тачке (*puncta materiae*) које се од геометријских тачака, непротежних и недјељивих, разликују јер имају инерцију и између њих дјелују привлачно-одбојне силе. Ове силе дају Бошковићевим тачкама својство материјалних елементарних честица.²⁴ Оне образују реални простор који је коначан и дискретан. Простор између њих је „имагинарни простор”, празан простор, који постоји као могућност. „Свака тачка материје, ако постоји, повезује извесну тачку простора са извесним моментом времена. Јер нужно негдје постоји, и некад постоји.”²⁵ Растојања између њих се могу бескрајно повећавати или смањивати, али не могу потпуно нестати. Није могућ никакав непосредни физички додир (контигвитет) ових тачака, јер би тиме био нарушен закон континуитета. Одбојна сила удаљује материјалне

²² Р. Бошковић, Теорија природне филозофије, Загреб 1974, &96, 43.

²³ Е. Стипанић, Руђер Бошковић, Горњи Милановац, Београд 1984, 82-83.

²⁴ Ibid, 54-57.

²⁵ Р. Бошковић, Теорија природне филозофије, Загреб 1974, &96, 268.

тачке, једну од друге, па оне не могу бити везане у континуитету једна са другом. Одавде нужно слиједи да примарни елементи материје нијесу сложени.²⁶ Ове тачке су средишта, извори сила које се простиру у бесконачност, дјелују на даљину, у чему је садржана идеја физичког поља, које је касније уведено. Уклонивши класичну масу из истраживања о структури материје, Бошковић је могао увести „физичко дјеловање на даљину”. У имагинарном простору „настају” и „нестају” тачке реалног простора и времена, „настаје” и „пропада” „поље сила”. Овим је Бошковић зачетник идеје „поља сила”.²⁷ Фарадеј (1791-1867) је Бошковићеву идеју о примарним елементима материје као центрима сила укључио у своју теорију о електрицитету, а од њега је преузима Максвел (1831-1879) при изградњи теорије електромагнетног поља.²⁸ Спајањем ових тачака настају честице првог реда, а спајањем ових последњих честице другог реда, итд. Тако настају хемијски атоми и молекули као честице вишег реда. Дакле, Бошковић сматра да ови атоми нијесу елементарне честице, већ се састоје од дјелова, односно дјелјиви су. За њега су елементарне честице материјалне тачке, *puncta materiae* као центри сила, недјелјиве и хомогене честице. То су Бошковићеви а-томи. Бошковић напушта Њутнову корпусуларну теорију материје и изграђује своју оригиналну динамичко - атомистичку.

„Бошковић је ... надвладао привид чулних опажања и укорењених схватања о непрекидној протежности материје да би ... изградио своју теорију о дискретној структури материје”, наводи Стипанић. Физичко тијело није континуум (непрекидност), него дискретум (прекидност). Материја је динамичка конфигурација коначног броја извора („средишта сила”) међусобних утицаја. Силе дају Бошковићевим тачкама својства материјалних елемената. Затим цитира Бошковића који наводи „да његова теорија о структури материје није нека произвољна хипотеза, јер слиједи нужним сплетом закључака” и „да је потврђена позитивним доказима”.²⁹

ПРИМЈЕНА У МЕХАНИЦИ

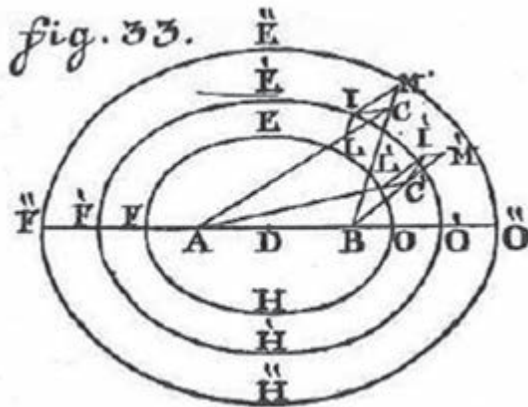
Једна од успјешних и познатих примјена Бошковићеве криве је њена примјена за одређивање дозвољених путања честица у атому. Бошковић разматра систем од три материјалне тачке који се понекад назива и Бошковићев „модел атома”. Представљен је на сл. 4 гдје двије материјалне

²⁶ Ibid, 37.

²⁷ Е. Стипанић, Руђер Бошковић, Горњи Милановац, Београд 1984, 58.

²⁸ Ibid, 62-63.

²⁹ Ibid, 57, 97-98.



Сл. 4 Одређивање дозвољених орбита

тачке смјештене у жижима елипсе дјелују према Бошковићевом закону силе на трећу тачку која се услед тога креће по елипси.³⁰

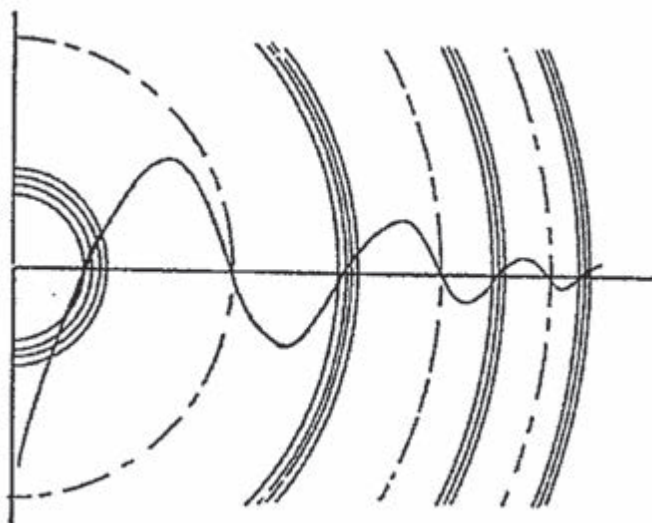
Ако тачке на елипси одговарају границама кохезије Бошковићеве криве (сл. 3), путања по којој се креће материјална тачка је могућа или дозвољена, а ако одговарају границама некохезије та путања је недозвољена. Дакле, постоји толико могућих (дозвољених) елипси колико има граница кохезије. Бошковић наводи да су површине испод лукова криве и апсисне осе сразмјерне квадрату брзине материјалне тачке која се креће. Ми бисмо данас рекли да те површине представљају енергију. Ако је површина лука одбојне силе мања од површине лука привлачне силе материјална тачка ће бити у тачки кохезије, односно кретаће се по дозвољеној орбити и обрнуто, ако је површина лука одбојне силе већа од површине лука привлачне силе честица ће бити у тачки некохезије. Али пошто је то тачка неравнотеже, прећи ће на доњу дозвољену орбиту. Дакле, материјалне тачке могу заузимати само одређене енергетске нивое. Између дозвољених орбита су недозвољене. Тако се добија дискретан низ кривих, односно дискретан низ стабилних стања којима одговарају одређени енергетски нивои.

Очигледно да је Бошковић овим био на трагу квантовања енергије. Међутим, он то није нигдје експлицитно формулисао. Није дошао до појма кванта енергије, до чега ће знатно касније доћи Макс Планк (1900 г.) и одредити најмањи квант дејства, Планкову константу, као прву и темељну константу квантне теорије.

Ц. Ц. Томсон (J. J. Thompson, 1836-1940), примјењује Бошковићеву криву и исти поступак у свом предлогу динамичког модела атома из 1907.

³⁰ Р. Бошковић, Теорија природне филозофије, Загреб 1974, &230.

године (Сл. 5) за одређивање дозвољених и стабилних орбита по којима се електрони крећу око позитивног атомског језгра, као што се планете крећу око Сунца. На слици су приказане дозвољене путање пуним, а недозвољене испрекиданим линијама и уцртана је и Бошковићева крива за овај случај.³¹



Сл. 5 Томсонов модел атома из 1907 г. одрђен Бошковићевом кривом силе

На основу Бошковићеве криве сила Томсон установљава да се електрони крећу по путањама које одговарају границама кохезије Бошковићеве криве. Постоји онолико орбити колико има граница кохезије. Оне одговарају стабилним стањима и само су ове путање дозвољене. Преласку са једне орбите на другу одговара одређена количина, квант енергије. Скуп орбити је дискретан јер се између дозвољених орбити налазе недозвољене орбите које одговарају тачкама некохезије.

У моделима атома које су изградили Радерфорд 1911. године и Бор 1913. године преузета је од Томсона Бошковићева идеја и „сачуване су Бошковић-Томпсонове стабилне путање као једино допуштене”, наводи Стипанић.³²

³¹ Д. Стоиљковић, Руђер Бошковић - утемељивач савремене науке, Истраживачка станица Петница, Петничке свеске бр. 65, 2010, 21.

³² Е. Стипанић, Руђер Бошковић, Горњи Милановац, Београд 1984, 64.

БОШКОВИЋ И САВРЕМЕНА НАУКА

Најзначајнији резултат Бошковићеве Теорије природне филозофије је његова оригинална теорија материје. Бошковић одбацује корпускуларну теорију материје (Њутнову и др.) и изграђује своју динамичко-атомистичку, чији су основни елементи материјалне тачке које су центри сила које дјелују на даљину. Материја није сада само носилац сила, већ су силе инхерентна својства материје. Она се на неки начин састоји од сила и незамислива је без њих.³³ Маса више није основно својство тијела. „Бошковић намерно говори о примарним елементима материје као тачкама, а не као честицама материје, или атомима, јер је самим називом хтео да нагласи непротежност, недељивост и хомогеност својих атома”, наводи Стипанић.³⁴ То су материјалне тачке без димензија, без простирања, без узајамног додира. Све су једнаке. За њега је цио свијет изграђен од тих истоврсних јединица. Многи данас налазе да су Бошковићеве тачкасте честице сличне кварковима и лептонима, који су према Стандардном моделу честица основни градивни елементи нашег свијета. Силе које дјелују међу честицама језгра атома сличне су Бошковићевим силама на врло малим растојањима. Међутим, ту постоје и разлике. Бошковићева сила је одређена растојањем, а јака нуклеарна сила је одређена још и количином кретања, спином и изоспином и она се повећава са повећањем растојања.

Стипанић истиче да је Бошковићева теорија материје утицала на изградњу нових физичких теорија о структури материје на почетку 20. вијека а његова теорија привлачно-одбојних сила на генезу појма поља сила. Бројни научници у својим радовима признавали су значај Бошковићевих ставова и идеја које су антиципирале много тога до чега је дошла савремена наука. Стипанић наводи велики број страних и домаћих аутора који су указивали на значај и допринос Бошковића. Међу њима наводи и цитира и нека највећа имена науке 19. и 20. вијека. Ми ћемо овдје цитирати ставове једног од твораца квантне механике Вернера Хајзенберга (1901-1976) како их наводи Стипанић, а затим навести и цитате два истакнута аутора чији радови нијесу били доступни Стипанићу, а који потврђују његове ставове о Бошковићу.

На међународном скупу у Дубровнику одржаном 1958. године поводом двјестогодишњице теорије природне филозофије, Хајзенберг је истакао да Бошковићева теорија „садржи мноштво идеја које су тек у модерној физици, последњих педесет година, дошле у потпуности до свог

³³ С. Кутлеша, Филозофија Руђера Бошковића, Загреб 2012, 91.

³⁴ Е. Стипанић, Руђер Бошковић, Горњи Милановац, Београд 1984, 55.

израза и које показују колико су била исправна филозофска становишта којима се Бошковић руководио у својој науци о природи... Ако се жели изразити модерним језиком, главна Бошковићева филозофска теза, онда се ваљда може рећи да је Бошковић сматрао да се у закону сила које дјелују између елементарних честица налази кључ за разумијевање структуре материје. Оваквим погледом Бошковић је изванредно близак нашим данашњим гледиштима”.³⁵

„Бошковић је имао једну замисао, потпуно лудачку за осамнаести вијек (а можда и за било који други). Материја је саздана од невидљивих и недјелјивих а-тома, рекао је он... Бошковић је тврдио да те честице немају величину; наиме, да су геометријске тачке... Тачка је само једно место. Без димензија. А Бошковић тврди, ни мање ни више, да је материја саздана од честица које немају никакве димензије! Ми нађосмо, ево прије двадесетак година, једну честицу која одговара том опису. Назвасмо је кварк”, наводи нобеловац Лион Ледермен (1922-).³⁶

Најпознатији филозоф науке 20. вијека Карл Попер (1902-1994) пише у свом дјелу „Објективно сазнање” да је он реалиста, да вјерује у реалност физичког свијета, у реалност материје „иако изразито нисам материјалиста у смислу у ком је „материјализам” становиште да је (просторна) материја нешто коначно и несводиво, или да је само она реална. Напротив, вјерујем да може постојати истинска теорија материје која објашњава проширење материје интензитетима као што су силе, као што су првобитно предложили Лајбниц, Бошковић и Кант.”³⁷

Бошковићева идеја да се дође до математичког закона који описује све познате силе које постоје у природи у облику једне једначине постаје утицајна и актуелна у савременој науци, наравно у једном другом контексту. У доба када је Бошковић писао своје главно дјело сматрало се да у природи постоје четири основне природне силе: гравитација, електрична сила, магнетска сила и кохезија, од којих је само гравитација била боље проучена (Њутнова теорија). Данас су познате четири природне силе: електромагнетска, слаба нуклеарна, јака нуклеарна и гравитациона. Ова Бошковићева монистичка идеја, да се сви закони сила које постоје у природи сведу на један једини закон сила, један је од средишњих циљева савремене физике и остварује се у оквиру теорије која се назива Теорија свега (Theory of Everything - TOE). У оквиру реализације овог програма унификације сила, остварено је обједињавање електро и магнетне силе у једну силу у оквиру Максвелове електромагнетне теорије и уједињење

³⁵ Ibid, 66.

³⁶ Л. Ледермен Божја честица, Београд 1998, 55.

³⁷ К. Попер, Објективно сазнање, Подгорица, Београд 2002, 288.

електромегнетне и слабе нуклеарне силе у електро-слабу 1967 године. (Салам, Вајнберг и Глешоу). Обједињавање електромегнетне, слабе и јаке нуклеарне силе остварује се у оквиру Велике уједињене теорије (Grand Unified Theory - GUT). Ова унификација треба да се оствари обједињавањем свих парцијалних теорија у једну конзистентну теорију. Међутим, коначно обједињавање све четири силе у оквиру тзв. теорије свега није остварено. Обично се наводи да је главни проблем унификације све четири силе у једну непостојање квантне теорије гравитације, која би омогућила обједињавање гравитације и остале три силе. Било је више покушаја изградње теорије свега, или како се још назива теорије обједињеног поља. Данас је за то главни кандидат теорија суперструна.

Међутим, несумњиво је да је управо Бошковић у његовом главном дјелу „Теорија природне филозофије сведена на један једини закон сила које постоје у природи” учинио један од првих и најрадикалнијих покушаја уједињавања свих познатих сила.³⁸ „Можемо рећи да су Бошковић, са својом теоријом јединственог закона сила, и Ајнштајн, са својом теоријом јединственог физичког поља, тежили да створе опште теорије које би пружале практичне и теоријске могућности за откривање дубоке позадине физичких феномена”, наводи Стипанић.³⁹ Ова теорија је била инспирација и подстицај многим истраживачима. Имала је, а и данас има, велики хеуристички значај, али из тога не треба изводити радикалне закључке попут оних да је Бошковић антиципирао теорију релативности и квантну механику. Може се констатовати да је дошао до неких, за његово доба, необичних идеја које су касније биле утицајне у науци.⁴⁰ Стипанић је у свим својим радовима доследно истицао да су Бошковићеве идеје и концепти присутни и у савременој науци.

³⁸ С. Кутлеша, Филозофија Руђера Бошковића, Загреб 2012, 32.

³⁹ Е. Стипанић, Руђер Бошковић, Горњи Милановац, Београд 1984, 91.

⁴⁰ С. Кутлеша, Филозофија Руђера Бошковића, Загреб 2012, 79.

Литература

1. Р. Бошковић, Теорија природне филозофије, Свеучилишна наклада Либер, Загреб 1974.
2. Р. Бошковић, Теорија природне филозофије, Култура, Београд 1958.
3. Р. Бошковић, О закону континуитета и његовим последицама на основне елементе материје и њихове силе, Математички институт, Београд 1975, Класични научни списи, Нова серија, Књига I (16).
4. Р. Бошковић, О простору, времену и релативности, Култура, Београд 1955.
5. Е. Стипанић, Руђер Бошковић, Дечје новине, Горњи Милановац, Просветни преглед, Београд 1984.
6. Е. Стипанић, Предговор и коментар књиге „О закону континуитета и његовим последицама на основне елементе материје и њихове силе”, Р. Бошковић, Математички институт, Београд 1975, 2-11, 95-158.
7. Е. Стипанић, Бошковић и Њутн, Дијалектика, 1977, 3, 15-28.
8. Е. Касирер, Проблем простора и времена у филозофији природе, Градац, бр. 180-181, година 38, 2011, 55-61.
9. К. Попер, Претпоставке и побијања, Издавачка књижарница Зорана Стојановића, Сремски Карловци 2002.
10. К. Попер, Објективно сазнање, CID, Подгорица, PAIDEIA, Београд 2002.
11. Л. Ледермен, Божја честица, Поларис, Београд 1998.
12. С. Хокинг, Теорија свега, Алнари, Београд 2007.
13. Б. Петронијевић, Историја новије филозофије, НОЛИТ, Београд 1922.
14. Д. Недељковић, Основно у Бошковићевој Теорији природне филозофије, Градац, бр. 180-181, година 38, 2011 66-71.
15. Р. Ђорђевић, Увод у филозофију физике, Јасен, Београд 2004.
16. С. Кутлеша, Филозофија Руђера Бошковића, Кружак, Загреб 2012.
17. А. Томић, LEX UNICA VIRIUM IN NATURA Руђера Бошковића, Зборник Епистемолошки проблеми у науци, Београд 2004.
18. Р. Димитрић, Руђер Бошковић, Хелиос, Београд 2006.
19. Д. Стоиљковић, Руђер Бошковић—утемељивач савремене науке, Истраживачка станица Петница, Петничке свеске бр. 65, 2010.
20. Споменица Ернест Стипанић 1917-1990, ЦАНУ Подгорица 1994.
21. В. Гледић, Руђер Бошковић, Јасен, Београд 2011.

Vlado BIJELIĆ

ERNEST STIPANIĆ ON RUĐER BOŠKOVIĆ /ROGER BOSCOVICH/

Summary

This paper discusses the works of the mathematician, Dr. Ernest Stipanić (1917-1990) on Ruđer Bošković. In the period from 1958 to 1988, Stipanić published two publications and 36 scientific and popular scientific papers in national and international journals and presented at national and international scientific meetings. These papers have significantly contributed to understanding and recognition of Bošković's works in our country and in the world. Bošković's main work, „A Theory of Natural Philosophy, Reduced to a Single Law of Forces existing in Nature“, a genuine and systematically presented system of natural philosophy, is one of the most significant works of this kind, published in the 18th century. It influenced, particularly the theory on the structure of matter, many scientists of the 19th and 20th century: Laplace, Faraday, Maxwell, Johnson, Rutherford, Bohr and others. We may say that the monistic principle of reducing everything to a single law of forces was an inspiration and precursor of one of the great themes of modern physics, the Theory of Everything. The paper also presents the attitudes of some of the most famous physicists and philosophers of the 20th century's science, Werner Heisenberg, Leon Lederman and Karl Popper, confirming Stipanić's positions on Ruđer Bošković.