

Aleksandar Tomić

Narodna opservatorija,
Beograd, Gornji grad 16

AKTUELNOST BOŠKOVIĆEVE »TEORIJE PRIRODNE FILOZOFIJE« U SVETLU JEDNE FENOMENOLOŠKE ANALOGIJE U SAVREMENOJ FIZICI

Svojim najznačajnijim delom *Teorija prirodne filozofije* [1] Ruder Bošković je obezbedio svoje prisustvo u nauci već više od dva veka kako dubinom pristupa, tako i obiljem smelih ideja. Ovde će biti istaknuta jedna fenomenološka analogija u savremenoj fizici, tzv. »model kapi« atomskog jezgra, koja po našem mišljenju čini aktuelnom Boškovićevo delo neovisno od njegovih stavova o prostoru i vremenu. Naime, reč je o analogiji između molekularnih i atomskih sila, a Boškoviću je već priznato [2] da je upravo *Teorijom* predvideo postojanje ovih drugih.

Savremene ocene Boškovićevog atomizma

Navodeći mišljenja drugih autora šire ćemo obrazložiti ovde navedeni stav. U raspravi o razvoju fizičke nauke B. Milić [3] piše:

Slično opštoj istoriji čovečanstva, dosadašnja istorija fizike bi se mogla podeliti, uslovno, na nekakav »stari«, »srednji« i »novi« vek, tj. na tri epohe sa izrazitim razlikama kako u pogledu pristupa fizičara fizici, tako i u pogledu odnosa društva (tj. šire društvene zajednice) prema fizičarima. »Stari«, »srednji« i »novi« vek fizike se, naravno, ne poklapaju sa istoime-nim periodima opšte istorije.

»Stari« vek fizike, po mišljenju autora ovog članka, počinje s Arhimedom . . . Završetak »starog« veka se poklapa s krajem 19. veka . . . Ono što karakteriše »stari« vek fizike i izdvaja ga od ostalih perioda razvoja ove nauke moglo bi se izraziti sledećim:

1. U eksperimentima se koriste, uz retke izuzetke, samo vrlo jednostavne aparature . . .
2. U istraživanjima učestvuju uglavnom pojedinci, retko kad manje grupe . . . 3. Istraživanja se uglavnom ograničavaju na makroskopski aspekt proučavanih pojava i obavljaju se sa stano-višta neposrednog posmatranja.

Mikroskopski prilaz u tretiranju prirodnih pojava nastao je davno, ali kao natur-filozof-ski koncept (Demokrit, Ruder Bošković), a početkom 19. veka je doživeo svoj »come-back« u hemiji (Dalton, Avogardo), dok je u fizici tokom celog 19. veka (i pored otkrića Braunovog kretanja) nailazio na dosta jako protivljenje upravo zato što atomi i molekuli nisu dostupni neposrednom čulnom opažanju te stoga, u duhu tadašnjih shvatanja, ne mogu biti prihvaćeni kao fizička realnost. Za početak mikrofizike u »starom« veku je svojstveno da se razmatra-nje odnosa u mikrosvetu zasniva na makroskopskim koncepcijama. Mikročestice i njihova kretanja se tretiraju kao makroskopski objekti i makroskopska kretanja, samo u minijaturi.

Pitanja fizičkog objekta i fizičke realnosti su veoma složena i međusobno po-vezana. Govoreći o pojmu fizičkog objekta B. Šešić posebno ističe pogrešna shva-tanja fizičkog objekta u gnoseologiji i epistemologiji fizike:

Fizički objekat nije nešto jezičko, . . . fizički objekat nije nešto čisto psihičko, . . . fizički objekti nisu . . . misaono zaključeni predmeti . . ., fizički objekti nisu svodljivi na observacio-

ni materijal . . ., fizičke objekte ne čini priroda kao takva.« U strukturi fizičkog objekta nalazimo kako opažajne tako i pojmovne, kao i osnovne, stvarne, tj. objektivno realne činioce . . . fizički objekti se pokazuju kao složeno jedinstvo pojmovno-misaonih, čulno opažajnih i objektivno realnih činilaca.

Prema meri u kojoj su, u izvesnom fizičkom objektu, zastupljeni pojedini od bitnih momenata svakog fizičkog objekta, moramo razlikovati ove osnovne vrste fizičkih objekata: (1) fizičke makroobjekte, (2) fizičke mikroobjekte i (3) teorijske fizičke objekte u užem smislu.

. . . Nasuprot makrofizičkim objektima, mikrofizički objekti se karakterišu ovim osnovnim razlikama: (a) pojmovi specifičnih odlika mikroobjekata se neposredno ne odnose na percepcije odnosno na observabile, koje pripadaju makrosvetu; (b) sopstvene veličine mikroobjekata su, u principu, neopažljive; (c) njihove konjugovane veličine, impuls i koordinate pozicije, nisu simultano, proizvoljno precizno i oštro, odredljive i (d) adekvatnija logika saznanja mikroobjekata izgleda da je malo, ili tek u najgrubljoj aproksimaciji, u nekakvom skladu sa čulno-opažajnom stvarnošću usled čega je danas sve veći broj teoretičara sklon uverenju da prava logika kvantne fizike nije elementarna i klasična, nego da je to neka vrsta logike višeg tipa . . . odnosno neka vrsta dijalektičke logike . . . [4, str. 17]

Sve ovo treba imati na umu pre nego predemo na analizu Boškovićeve *Teorije* u svetlu znanja današnjeg nivoa fizike, jer u protivnom ocena može biti suviše subjektivna. Obzirom na zaključke koje mislimo izvesti, korisno je navesti još neke savremene ocene Boškovićevo delo.

»Posmatrano epistemološki i metodološki, Boškovićeve ideje i sistem građeni su na osnovu različitih postupaka i operacija. Osnovne ideje kojima je on postigao veliki uticaj, kako izgleda bile su one filozofske, koje su ujedno bile i najoriginalnije. Valja istaći, a to su konstatovali i drugi autori, na jedan ili drugi način, da u poređenju sa drugim misliocima onog vremena kod Boškovića ima ponajmanje metafizičkih principa« navodi R. Đorđević [5], koji potom citira Ogistena Sezmu, iz 1937. g. prema [6]: »Od Boškovića sigurno ne bi trebalo praviti takvog pozitivistu koji svu stvarnost svodi na ono što se može opaziti, ali što se naše spoznaje fizičkog sveta tiče, čini nam se da je Bošković autentični preteča, i možda vremenski prvi, onog relativizma koji će se ponovo javiti kod Maha pre nego doživi svoj pun procvat kod Ajnštajna u jednoj potpuno doslednoj teoriji.« Dalje R. Đorđević kaže da se . . . »može konstatovati da je i pored raznih protivrečnosti Bošković u oblasti ontologije pretežno materijalist« . . . »u oblasti gnoseologije i teorije saznanja uopšte zastupao je shvatanja bliža duhu našeg vremena nego koncepcijama onog doba: uviđao je svu složenost i višedimenzionalnost procesa saznanja. Njegove relativističke ideje, i kritički duh uopšte, uticale su na gnoseološke premise koje su dosta daleko i od naivnog realizma i od subjektivno-idealističkih filozofija, bar onih radikalnijih«.

Ova komponenta (relativističke ideje) Boškovićeve *Teorije* naročito je osvetljena, kako od strane D. Nedeljkića, tako i mnogih drugih istraživača Boškovićevo delo. Međutim, i druge njegove plodotvorne ideje su ne samo poslužile u razvoju nauke, nego je to Boškoviću i priznato. Npr. N. Bor [7] potencira upravo tu komponentu: »Naše poštovanje svrsishodnosti Boškovićevo velikog naučnog rada, kao i nadahnuće koje leži iza njega, povećava se još više našim shvatanjem do koje mere je ono poslužilo da utre put za kasniji razvoj.«

D. Tadić [8] kaže sledeće: »Kroz djela atomista iz prošlog stoljeća Boškovićeve ideje ušle su u suvremenu fiziku iako suvremeni znanstvenici najčešće nisu ni svjesni toga doprinosa.«

O. Kuznjecova [9] navodi Boškovića kao osnivača »dinamičkog atomizma«, jer su njegove ideje o zakonu sila i hijerarhijskoj strukturi građe materije kroz dela njegovih sledbenika Faradeja, Hamiltona, Helmholtza, Maksvela, Van der Valsa, Kelvina, Tomsona i mnogih drugih, imala veliki uticaj na razvoj fizike.

Značaj Boškovićeve ideje možda najbolje mogu osvetliti reči R. Fejmmana [10], koji kaže da je rečenica koja bi potomstvu prenela najviše naučne informacije baš tzv. »atomska hipoteza«: sva tela se sastoje od atoma, malih čestica u stalnom kretanju, koje se privlače na rastojanjima suviše velikim, a odbijaju na dovoljno malim.

Obzirom na sve rečeno, današnji i Boškovićev atomizam moraju se mnogo razlikovati. Jasno poređenje Boškovićeve »tačaka materije« i elementarnih čestica u fizici na nivou znanja 1961. g. daje L. L. Whyte [11]. Na neke aspekte istog problema, koji idu u prilog Boškoviću, ukazuje B. Jovanović [12]. Kako ćemo mi ovde ukazati na jednu analogiju atomskih i molekularnih sila navedimo još neka mišljenja. P. Savić [13] kaže:

Shvatanjem atoma kao centara sila ostao je Bošković trajno u istoriji nauke o strukturi materije, mada savremeno iskustvo prikazuje atome kao mikrokosmos veoma složenog sadržaja i daleko od matematičkih tačaka... Njegov zadatak potomstvu da nađe opštu silu koja deluje u prirodi, pokušao je Bošković da reši na taj način što su njegovi atomi-matematičke tačke izvori sila promenljive jačine i smera. Njegovo shvatanje o tome ima više gnoseološki smisao nego naučni. Uostalom, tim su se problemom jedinstvene sile koja vlada prirodnim pojavama i posle Boškovića bavili bez uspeha i drugi mislioci i naučnici... Svi napori u tom pravcu ostali su bez rezultata zato, po mom mišljenju, što je sam problem pogrešno postavljen. Prirodom vladaju zakoni dijalektičkog materijalizma, a to znači, pored ostalih atributa, da se promene u prirodi dešavaju skokovitim prelazom kvantiteta u kvalitet (i obratno)... Iz tog sledi da je jedini opšti zakon sile to da nema jedinstvene sile u prirodi, već se ona manifestuje kroz interakciju, a ona je i kvantitativno i kvalitativno onoliko brojna i složena koliko su to pojave u prirodi... Boškovićeve atomistika, stoga, odnosi se na strukturu mase a ne na atome elemenata.

A. N. Bogoljubov [14] kaže da je »Boškovićeve Teorije« prvi pokušaj svodenja svih fizičkih fenomena na jedan zakon, koji je, međutim, zbog nemogućnosti provere, predstavljao primer »zamrzavanja ideje«. Zanimljiv je i nalaz B. Jovanovića [15] zasnovan na analizi unifikacije polja na primerima »crne jame« i sudara neutron-lambda čestica, gde polje od privlačnog postaje odbojno. Uz to, postoje primeri prekoračenja barijere u Boškovićevom »uopštenom zakonu sila«. To rezultira zaključkom da (ipak) »uopšteni zakon sila na neki način odgovara opštem zakonu jedinstvene teorije polja, za kojim se u savremenoj fizici uporno traga.«

Podudarnost realne interakcije dva atoma vodonika sa kvalitativnim oblikom Boškovićeve sile pokazuje I. Šlaus [16], koji još ističe da je unifikacija dve od četiri fundamentalne sile već urađena. »Bošković, kao i svi fizičari od Newtona do danas, veruje da je priroda jednostavna-na nekoj fundamentalnoj razini. Traženje te jednostavne slike i ujedinjenja koja prema njoj vode čine povijest fizike«, konstatuje isti autor, koji nešto pre toga ističe i ovo: »načelo analogije i jednostavnosti temeljna su načela Boškovićeveog istraživanja prirode«, ističući dalje njegovu doslednost u primeni ovih načela, koja i vodi do bitno novih rezultata.

I. Martinović [17, str. 59] kompletira Boškovićev put »od epistemološkog polazišta prema prirodnoznanstvenom principu«, pokazujući »da taj deduktivni lanac tvore: (1) analogija i jednostavnost prirode; (2) kritički odnos spram eksperimentalnih rezultata i sposobnosti osjetila; (3) razlikovanje matematičkog i fizičkog dodira; (4) princip neprekinutosti u prirodi«.

Kako će u ovom radu biti reč i o jednoj analogiji, podsetimo se shvatanja M. Petrovića [18] o fenomenologiji preslikavanja:

Preslikavanje se sastoji u tome da se svaki karakteristični sastavak skupa E smeni svojim homologom iz skupa E' na koji se E preslikava... Slika ispoljava ono što je na originalu karakteristično sa gledišta posmatranja... Pojedine naučne oblasti obuhvataju bića i fakte

vezane za jednu određenu konkretnu prirodu, a da bi se zapazili i izdvojili bića i fakti nezavisni od te prirode, treba u mislima zbrisati granice pojedinih oblasti, i neposredno posmatrati svet u kome se jedne iste pojedinosti provlače kroz beskrajno šarenilo spoljnih obeležja, njihovog spoljnog ruha . . . Tako se npr. mnoštvo raznovrsnih i među sobom potpuno različitih mehaničkih, fizičkih, . . . i drugih pojava ipak preslikava jedna na drugu, po njihovoj zajedničkoj crti . . . Slika tada izražava jedno fenomenološko biše, jedan fenomenološki tip fakata.

Sada možemo ukazati na jednu analogiju u savremenoj fizici mikrosveta koja doprinosi aktuelnosti Boškovićeve *Teorije*.

Boškovićeви stavovi o građi materije

Pogledajmo prvo, u izvodima, izvorni Boškovićev rad-*Teoriju prirodne filozofije* [1]. Bošković polazi od toga da se »materija sastoji od posve jednostavnih, nedjeljivih, neprotežnih točaka koje su odvojene jedna od druge. Sve te točke zasebno imaju silu inercije,¹ a pored toga i međusobnu aktivnu silu koja zavisi od udaljenosti; pa ako je zadana udaljenost, zadana je i veličina i smjer same sile; ako se pak promijeni udaljenost, promijeni se i sama sila.« [1, XVII] »Stoga ja ne mogu prihvatiti da bi vakuum bio rasut u materiji, već smatram da je materija rasuta u vakuumu i u njemu plovi.«² [1, t. 7]

Uzajamne sile »po mom mišljenju ovise o udaljenosti između jedne i druge točke i . . . mijenjaju se s promjenom udaljenosti prema nekom općem i svima zajedničkom zakonu³ . . . ono što mi nazivamo silom inercije. Zavisi . . . od slobodnog zakona višnjeg Tvorca ili od same naravi točaka, ili pak od nekog njihova svojstva, ma kakvo ono bilo, to ja ne ispitujem; a kad bi i htio to ispitivati nemam nadë da bih to mogao otkriti. To isto mislim i o onom zakonu sila na koji sada prelazim.«⁴ [1, t. 8]

» . . . smatram da su bilo koje dvije točke materije jednako determinirane da se pri jednoj udaljenosti približuju, a pri drugoj udaljuju. Tu determiniranost nazivljam silom, i to u prvom slučaju privlačnom, a u drugom odbojnom, izražavajući tim imenom ne način djelovanja, već samu determiniranost.«⁵ Govoreći o primeru elastičnog pera, on eksplicitno kaže: » . . . ja se ovdje neću zaustavljati na fizičkom uzroku⁶ te pojave. Zaustavit ću se samo na primjeru nužnosti približavanja i udaljavanja, . . .« [1, t. 9]

Očigledno, logičkim zaključivanjem i polazeći od navedenih premisa svojih radova o zakonu kontinuiteta i empirijskih činjenica o ponašanju elastične opruge, on zaključuje: »Zakon pak tih sila jest takav da su one pri neznatnim udaljenostima odbojne i povećavaju se beskonačno što se te udaljenosti beskonačno smanjuju, tako da su kadre uništiti svaku, ma kako veliku, brzinu kojom bi se jedna točka mogla približiti drugoj prije negoli iščezne njihova udaljenost⁷ . . . povećavanjem

¹ Danas bismo rekli »masu« umesto »silu inercije«.

² Danas smo sigurni da je više vakuuma nego »materijalnih tačaka«.

³ Sve poznate sile zavise i od rastojanja.

⁴ Priroda gravitacije ni danas nije jasna, mada se zna, zahvaljujući Ajnštajnu, da se ona može opisati krivinom prostora.

⁵ Vrlo fino preciziranje da nije reč o prirodi silâ, nego samo o njihovoj manifestaciji. Obzirom na filozofska učenja poznata u to vreme, kao i Boškovićev crkveni status, veoma važna opaska.

⁶ I danas uobičajena formulacija.

⁷ Boškovićev sopstveni rezultat zasnovan na zakonu kontinuiteta i analizi sudara.

udaljenosti prelaze u privlačne [sile] koje najprije rastu a zatim padaju, iščezavaju prelazeći u odbojne i rastući na isti način, zatim opadajući, iščezavajući i prelazeći ponovo u privlačne i tako redom izmjenično . . . sve dok, nakon što su došle na nešto veće udaljenosti, ne počnu postojati trajno privlačne i približno obrnuto razmjerne kvadratima udaljenosti, i to ili da se udaljenosti beskonačno povećavaju ili bar dok ne dođu do udaljenosti koje su mnogo veće od svih udaljenosti planeta⁸ i kometa.« [1, t. 10]

»Što se tiče mnoštva sila koje fizičari nazivaju raznim imenima, moglo bi se . . . naglasiti . . . da je dozvoljeno spomenutu krivulju, koja je u sebi jedinstvena, rastaviti u našoj mašti i fiktivno na veći broj sila.« [1, t. 119] » . . . kad je riječ o vrlo malim udaljenostima, cijela sila, koju uzajamno proizvode čestice posve se i vrlo mnogo razlikuje od gravitacije . . . Pa i sama privlačnost koja se javlja u koheziji neusporedivo je veća od one koja proizlazi iz gravitacije.«⁹ [1, t. 121] » . . . mi ne sagledavamo unutarnju bit stvari, već samo spoznajemo neka vanjska svojstva, . . . [1, t. 125] . . . geometričari mogu sebi vrlo lako zamisliti ideju nedjeljive i neprotežne točke, . . . Poslije tako dobivene ideje preostaje još samo razlika između geometrijske i fizikalne točke materije. Posljednja ima stvarna svojstva sile inercije i onih aktivnih sila koje prisiljavaju dvije točke da se uzajamno približuju ili uzajamno udaljuju, . . .« [1, t. 136] » . . . točke materije, makar su posve slične u jednostavnosti, protežnosti i mjeri silâ, koje ovise o udaljenosti, mogle bi imati i druga metafizička svojstva različita među sobom, koja su nam nepoznata . . .« [1, t. 94]

Bošković je, dakle, jasan u definisanju onoga što on podrazumeva pod tačkom materije. One su za Boškovića centri sila i kao takve, uprkos svojoj nedeljivosti, nisu eksplicitno bez ikakve unutrašnje strukture. Bošković njima pripisuje masu, tada neospornu činjenicu. Još uputnije bi bilo ostati na njegovoj opštijoj formulaciji »svojstvo . . . aktivnih sila« uz napomenu da te sile, osim od rastojanja, zavise i od drugih »metafizičkih« svojstava.

Koliki značaj sam Bošković pridaje baš tim svojstvima, »koja su nam nepoznata«, govori i činjenica da samo ta jedna misao čini celokupan sadržaj 94. točke.

Osim centara sila Bošković uvodi i svetlosne čestice-kvante: » . . . prema mojoj teoriji svetlost nije neko kontinuirano tijelo koje se kontinuirano rasipa po čitavom onom prostoru, već je ono skup međusobno odvojenih i udaljenih točaka od kojih svaka ide svojim putem koji je odvojen nekim razmakom od puta najbliže točke.« [1, t. 148] Kvant svetlosti sa svojom čestično-talasnom elektromagnetnom prirodom sasvim se može podvesti pod »točku« objašnjenu kao gore. Uostalom, zar u prilog tome ne govore sve intenzivnija eksperimentalna istraživanja međusobnih sudara fotona visokih energija 22 za koje su izmereni efektivni preseči sudara u potpunosti nalik onima za sudare čestica, npr. elektrona i protona.

Savremena gledišta o nuklearnim i molekularnim silama

Uprkos bogatim činjeničnim znanjima o atomskom jezgru, danas još uvek nema potpune teorije jezgra, jer »tačan oblik nuklearnih sila nije poznat, jednačine kojima se opisuje kretanje nukleona u jezgru su komplikovane, a jezgro se ne može tretirati kao makroskopski neprekidna sredina.« [19, gl. III, §1]¹⁰

⁸ Opet usaglašavanje s poznatom eksperimentalnom činjenicom.

⁹ Sasvim tačno, a gornji postupak i danas se koristi.

¹⁰ Mada smo mogli navesti i druge savremene udžbenike, svi detalji mogu se naći u glavama II, III i V udžbenika [19].

Iz tih razloga danas je predstavu o jezgru moguće najpribližnije formulirati kao »(fermi) gas-(fermi) tečnost i kruto telo, istovremeno« [str. 112]. Naime, čestice koje čine jezgro, u njemu kao da čine gusti idealni gas, koji međutim ne teži povećanju zapremnine, dakle liči na tečnost, ali s izraženim kvantnim osobinama, bez obavezne sferne simetrije/izotropije, dakle liči na kristal. Ali nije ni kristal, jer kretanje čestica u jezgru više liči na kretanje čestica gasa, nego na oscilacije u kristalu. Jedino nema nikakve sličnosti sa četvrtim agregatnim stanjem-plazmom. Tako su sile dalekog dometa i male gustine.

Kako teorija treba da objasni eksperimentom utvrđene činjenice, umesto jedinstvene teorije koristimo se nizom modela jezgra, koji su zasnovani zapravo samo na merenju dveju veličina: vezanih energetske stanja jezgra i zavisnosti diferencijalnog preseka rasejanja od brzine i ugla rasejanja.

Jedan od prvih modela jezgra je »model kapi«. On predstavlja fenomenološki analogon jezgra kao sistema nukleona, sa kapljicom kao sistemom molekula. Ovaj model uspešno objašnjava srednje energije veze kao funkciju atomskog i rednog broja, a kvalitativno objašnjava i proces deljenja jezgra. Ovaj model je delimična analogija, tj. analogija samo nekih osobina jezgra sa kapljicom tečnosti, odnosno nuklearnih i kohezionih sila. Obrazovanjem kapi tečnosti iz pare oslobađa se toplota kondenzacije, proporcionalna masi kapi, odnosno broju molekula u kapi. Obrazovanjem jezgra od slobodnih nukleona oslobađa se energija proporcionalna broju nukleona. Kohezione sile svode slobodnu površinu kapi na minimum, jer se tada brže uspostavlja dinamička ravnoteža, pa se slično očekuje i od jezgra za koje nuklearne sile pokazuju osobine zasićenosti. Tada će površina jezgra, dakle površina po kojoj nisu nukleoni slabije vezani, biti takođe minimalna i jezgro najstabilnije.

Ako se tome dodaju elektrostatičke interakcije naelektrisanih nukleona, efekti simetrije i sparivanja, dobija se dobro poznata Vajczerova formula za energiju veze. Dakle, analogija je i u ovom slučaju odigrala pozitivnu ulogu.

Ograničimo li se samo na osobine nuklearnih sila (da bi lakše poredili Boškovićeve rezultate sa savremenim), vidimo sledeće: nuklearne sile su kratkog dometa (10^{-15} m), velike jačine (energija veze protona sa neutronom je oko milion puta veća od energije veze protona sa elektronom), zavisne od spina, nisu centralne, imaju karakter sila razmene, izotopski invarijantne, nezavisne od naelektrisanja, imaju osobine zasićenja, privlačne su na rastojanjima 10^{-15} m, a odbojne na znatno manjim rastojanjima, zavisne od brzine i (verovatno) postoje trojne nuklearne sile, koje deluju na dvostruko manjim rastojanjima nego parne nuklearne sile. One, dakle, nisu analogne gravitacionim i električnim silama, koje zavise od rastojanja i još po jedne veličine-osobine. Nuklearne sile znatno su složenije.

Osim toga, fenomenološki modeli sa empirijskim izborom odgovarajućeg Hamiltonijana ne daju informaciju o prirodi tih sila¹¹ i o njihovoj vezi s interakcijama drugih čestica.¹²

Treba imati na umu da je u vreme formiranja *Teorije* Boškoviću bilo znano samo nekoliko vrsta sila. Čak je i električna sila tačno definisana tek nakon objav-

¹¹ Videli smo da Bošković kaže gotovo isto: »samo spoznajemo neka vanjska svojstva« [1, t. 125].

¹² Mezonaska teorija je u tom pogledu mnogo uspešnija i pravilno opisuje prirodu ovih sila, ali samo do energija sudara od stotina MeV. Za veće energije ulazi se dublje u strukturu materije i to je svet elementarnih čestica.

ljivanja *Teorije*. Zato se osvrnimo i na molekularne sile, koje su danas relativno dobro izučene. U najkraćim crtama mogli bismo reći: »Ne postoji univerzalni zakon koji bi opisao međumolekularna dejstva, jer ona zavise od osobina molekula, uslova interakcije, mehanizma kojim se ostvaruje interakcija i drugih faktora. Zbog toga se međumolekulske interakcije uvek opisuju približnim formulama, sa strogo određenim granicama važenja. Jonska veza nastaje kao rezultat pune razmene naelektrisanja, kovalentna usled delimične. Van der Valsove sile nastaju bez razmene naelektrisanja, metalna veza je ustvari kovalentna, uopštena na mnogo elektrona.« [20, str. 221] Dakle, Boškovićev stav je donekle konkretizovan: »neka druga metafizička svojstva« za molekularne sile postala su jonska, metalna, Van der Valsova sila. Ali, univerzalni zakon molekularnog dejstva, uz to opisan kao funkcija rastojanja, još nije naden. Ipak, potvrđena je ogromna uloga rastojanja kao faktora manifestacije ovih sila. Na neki način, u pravu su i Savić i Bošković.

U savremenom nauci pojavljuju se kao nove i neke ideje i tumačenja koja je Bošković već izneo u *Teoriji*, a do kojih su savremeni istraživači došli drugačijim putem. (Videti npr. [21].) Sve to ukazuje na moguću korist od ponovnog čitanja glavnog Boškovićevog dela.

LITERATURA

[1] R. Bošković, *Teorija prirodne filozofije*, s latinskoga preveo Jakov Stipišić, stručnu redakciju prijevoda izvršio Žarko Dadić, priredio i pogovor napisao Vladimir Filipović (Zagreb: Liber, 1974).

[2] K. F. Herzfeld, *Handbuch der Physik*, Vol. XXXIV, 2. deo (Berlin: Springer Verlag, 1933).

[3] B. Milić, »Neka razmišljanja o dosadašnjem i budućem razvoju fizičke nauke«, *Dijalektika* 20 (1985), br. 1–4, str. 37–52.

[4] B. Šešić, »O pojmu fizičkog objekta«, *Dijalektika* 2 (1967), br. 1. str. 5–20.

[5] R. Đorđević, »O filozofiji Rudera Boškovića«, *Dijalektika* 22 (1987), br. 3–4, str. 109–118.

[6] D. Nedeljković, *Ruder Bošković u svom vremenu i danas* (Beograd: Kultura, 1961), str. 108.

[7] N. Bor, »O Ruderu Boškoviću«, *Dijalektika* 20 (1985), br. 1–4, str. 12–13. Saopštenje na simpozijumu 1958. godine u Dubrovniku povodom 200. godišnjice Boškovićeve *Teorije*.

[8] D. Tadić, »Grada stvari i Boškovićeve ideje«, u V. Pozaić (ed.), *Filozofija znanosti Rudera Boškovića* (Zagreb: Filozofsko-teološki institut DI, 1987), str. 103–128.

[9] O. V. Kuznecova, *Atomističke koncepcije strojenja veščestva v XIX veke* (Moskva: AN SSSR, Institut istorii estestvoznaniija i tehniki, Nauka, 1985), str. 8 i dalje.

[10] R. Fejnman, F. Lejton, M. Sendo, *Lekcii po fizike*, Tom I (Moskva: Mir, 1965), str. 267.

[11] L. L. Whyte, »Boscovich's atomism and the particles of 1961«, u *Actes du symposium international R. J. Bošković 1961* (Beograd/Zagreb/Ljubljana, 1962), str. 85–88.

[12] B. Jovanović, »Kvantna stanja materije u teoriji Rudera Boškovića«, *Vasiona* 33 (1985), br. 1–2, str. 14–17.

[13] P. Savić, »O 'atomistici' R. J. Boškovića«, *Dijalektika* 22 (1987), br. 1–2, str. 7–11.

[14] A. N. Bogoljubov, »Mehanika i fizika vtoroi polovini XVIII v«, u A. N. Bogoljubov (red.), *Mehanika v vtoroj polovine XVIII veka* (Moskva: AN SSSR Nauka, 1978).

- [15] B. Jovanović, »Jedinstvena teorija polja u fizici R. Boškovića«, *Visiona* 25 (1987), br. 2, str. 52–54.
- [16] I. Šlaus, »Sile u modernoj fizici i Boškovićevoj 'Teoriji'«, u V. Pozaić (ed.), *Filozofija znanosti Rudera Boškovića* (Zagreb: Filozofsko-teološki institut DI, 1987), str. 89–102.
- [17] I. Martinović, »Temeljna dedukcija Boškovićeve filozofije prirode«, u V. Pozaić (ed.), *Filozofija znanosti Rudera Boškovića* (Zagreb: Filozofsko-teološki institut DI, 1987), str. 57–88.
- [18] M. Petrović, *Fenomenološko preslikavanje* (Beograd: Srpska kraljevska akademija, 1933).
- [19] Ju. M. Širokov, N. P. Judin, *Jadernaja fizika* (Moskva: Mir, 1980).
- [20] A. N. Matveev, *Molekularnaja fizika* (Moskva: Visšaja škola, 1981).
- [21] B. Jovanović, »Osnovne ideje Rudera Boškovića i neka njihova oživljavanja u savremenoj nauci«, *Visiona* 31 (1983), br. 2–3, str. 38–43.
- [22] S. J. Bordsky »Photon-photon collisions«, *Slac Pub* 3457 (Jan. 1985).

Aleksandar Tomić

PHENOMENOLOGICAL ANALOGY BETWEEN BOŠKOVIĆ'S »THEORIA
PHILOSOPHIAE NATURALIS« AND CONTEMPORARY PHYSICS

Summary

The author presents: historical, epistemological and methodological evaluations of Bošković's atomism; Bošković's authentic viewpoint on material structure in his work *Theoria philosophiae naturalis*; contemporary standpoints on nuclear and molecular forces. Phenomenological analogy between Bošković's point of matter and the drop model of nucleus as a result of these examinations, confirms the usefulness of re-reading Bošković's master piece.