

Slobodan Perović

NEUTRALNI MONIZAM U MODERNOJ FILOZOFIJI I FIZICI¹

APSTRAKT: Filozofi su detaljno razmatrali stanovište neutralnog monizma kao generalnog okvira za objašnjenje domena fizičkih i mentalnih stanja, koji su inicijalno razvili Ernst Mah i Bertrand Rasel. Iako su ih filozofi zapostavili u svojim razmatranjima, takve ideje nalazimo takođe u ključnim razmatranjima nekih od fizičara pored Ernsta Maha, tvoraca kvante mehanike. Pokazaćemo da je Nils Bor, jedan od ključnih kreatora kvantne mehanike, zapravo postepeno izgradio u vidu svog principa komplementarnosti čestičnog i talasnog aspekta mikrofizičkih fenomena, eksperimentalno bazirano stanovište vrlo blisko Raselovom i Mahovom neutralnom monizmu.

KLJUČNE REČI: Neutralni monizam; Ernst Mah; Bertrand Rasel; Nils Bor; fizika

1. Neutralni monizam u modernoj filozofiji

Iako je Bertrand Rasel (1922) bio filozofski motivisan da brani stanovište neutralnog monizma, ta su motivacija, kao i argumentacija koja je iz nje proizašla delimično bazirane na njegovom razumevanje fizike. Međutim, njegova odbrana neutralnog monizma nije proizašla iz prakse fizike. Osnovna tvrdnja neutralnog monizma, onako kako je video Rasel (1921, 121) jeste da “ono što zovemo materijalnim objektom nije samo po sebi supstanca, nego sistem pojedinačnih tvari analognih opažajima.”²

Što se tiče karakteristika tela “opipljiva svojstva tela (i jastva) su zapravo opažajni elementi promenljive egzistencije.” (Hamilton 1990, 119)³

Opažaji dakle nisu nešto što bi trebalo nekako objasniti u smislu realnih fizičkih elemenata, i redukovati ih na njih. Supstanca je element koji ima karakteristike

1 Ovaj rad je potpomognut sredstvima projekata broj ON 179067 i ON 179041 Ministarstva za obrazovanje, nauku i tehnološki razvoj, a predstavljen je na konferenciji “Razlozi, uzroci i objašnjenja“, održanoj 29-30 novembra 2018. godine na Filozofskom fakultetu u Beogradu.

2 “What we call a material object is not itself a substance, but is a system of particulars analogous in their nature to sensations”

3 “Tangible properties of bodies {and egos} are in fact varyingly evanescent elements of sensations...”

opažaja, koliko i onog što obično nazivamo fizičkim svojstvima. Možemo se izneti sledeća generalna tvrdnja u prilog neutralnom monizmu za bilo koja dva lanca činjenica A i B, primenjenih na problem ljudskog uma i tela: “Ako je uzrok inteligentnog ponašanja realna prirodna vrsta, onda iako pojmovi mentalnog mogu da budu nesamerljivi sa pojmovima fizičkog, oba mogu iti samerljiva sa manje određenim pojmom koji im prethodi.” (Murphy 1984, 452)⁴

U 19. veku, kao i na prelazu iz 19. u 20. vek postojala je dosta intenzivna proliferacija ideja u vezi neutralnog monizma u intelektualnoj zajednici. Pored Rasela, Ernst Mah (Banks 2014) je bio najuticajnija figura u toj proliferaciji, i zapravo je uticao na stanovište samog Rasela. No, kao što ćemo videti, odbranu te vrste filozofskog stanovišta nalazimo i kod drugih fizičara poput Nilsa Bora, pa i Pola Diraka. Filozofi i istoričari filozofije su prevideli ova stanovišta u svojim diskusijama jer se uglavnom drže okvira disciplinarnih okvira. Međutim, pojava kvantne mehanike je vezana za duboke filozofske refleksije o odnosu fizičkog sveta i ljudskog uma među fizičarima koji su kreirali kvantnu revoluciju u fizici. Ta generacija fizičara predvođena Nilsom Borom bila je filozofski obrazovana i u mnogome filozofski motivisana, pa je s pravom nazvana generacijom filozofa-naučnika. ()

2. Razvoj kvantne mehanike i stanovište neutralnog monizma

Osnovna namera Rasela, i drugih filozofa koji su branili stanovište neutralnog monizma, bila je da se objasni priroda opažaja tako što će da se pomiri sa opštim saznanjima o prirodnom svetu stečenim u modernoj fizici. Drugim rečima, osnovna meta je bila neodrživo stanovište između dualizma tela i ljudskog uma.

Osnovna namera Nilsa Bora u njegovom bavljenju fizikom i sa time povezanim filozofskim refleksijama, bila je da objasni prirodu fizičkih, i pre svega mikrofizičkih, sistema. U njegovim najdubljim filozofski refleksijama koje su bile posledica uvida u kvantnomehantičku prirodu mikrofizičkog sveta, uvida koji su se opirali standardnom razumevanje mikrofizičkih entiteta, njihovih svojstava, i uzročno-posledičnih veza između njih, Bor se bavio odnosom između fizičkih stanja i ljudske percepcije. (Bohr i Polkinghorn 1958) Ti su ga kvantnomehantički uvidi postepeno doveli do ideje o čestično-talasnem dualizmu kao najboljoj interpretaciji mikrofizičkih sistema.

Uprkos drugačijoj motivaciji, Rasel i Bor će doći do vrlo slične ideje o prirodi opažaja i fizičkih stanja. Pitanje koje ćemo postaviti i na koje ćemo odgovoriti u vezi filozofskog aspekta Borovog shvatanja kvantne mehanike jeste da li je njegov princip

4 “If the cause of intelligent behavior is a real natural kind, then while concepts of the mental can be incommensurable with concepts of the physical, nevertheless both can be commensurable with a much less specific, prior concept.”

komplementarnosti, razvijen u poznoj fazi razvoja kvantne mehanike, zapravo vrsta, ili vrlo bliska analogija, neutralnog monizma. Oslonićemo se na analizu ključnih Borovih stavova, tj. na tekstualnu evidenciju, ne bi li smo pokazali da je njegova interpretacija kvantne mehanike izuzetno slična stanovištu neutralnog monizma bez obzira na to da li su filozofske ideje o tom stanovištu, i u kojoj meri, direktno uticale na njegovu interpretaciju ili ne.

Jedno od fundamentalnih shvatanja ontološkog i sazajnog okvira klasične fizike koji je određivao prirodu mikrofizičkih entiteta, njihovih svojstva i relacija među njima sve do otkrića fizičkih fenomena koji su doveli do razvoja kvantne mehanike bio je da fizička čestica, ma koja druga svojstva je karakterisala, jeste fizički prisutna pre i posle ekscitacije fizičkog sistema čiji je ona deo. Alternativno, instrumentalisti poput Poenkarea (1905) su smatrali da je fizička teorija samo sredstvo sistematizovanja iskustva a ne sredstvo uvida u fizičku realnost, ali ni oni nisu smatrali da priroda čestice nastaje sa samim merenjem, pre i nakon kojeg je neodređena ili fundamentalno drugačija. Ni realisti ni instrumentalisti, drugim rečima, nisu verovali da ima dobrog osnova ukorenjenog u samim fenomenima i u samoj fizičkoj teoriji o njima, da smatramo da je čestica prisutna, kao okarakterisana svojstvima koja detektujemo isključivo tokom procesa merenja, tj. detekcije interakcija u eksperimentu, a ni pre ni posle merenja. Takvo pitanje i odgovori na njega su smatrani spekulativnim, a ne nečim što bi moglo da proizađe iz konkretne pojedinačne teorije u fizici.

No takav stav se pokazao kao neadekvatan i suviše pojednostavljen u svetlu kvantnih fenomena i teorijskog okvira koji je razvijen. Sama priroda je, takoreći, naterala fizičare da dovedu u pitanje gore navedeno pitanje i odgovore na njega.

Potreba za prihvatanjem ne-klasične teorije koja priznaje samo delimično aspekt prirode mikrofizičkih fenomena nalik klasičnim, postala je očigledna u eksperimentima sa rasejanjem u kojima fotoni interaguju sa elektronima. (Stuewer 1975) Naime, ugao pod kojim se “odbijaju” fotoni, kao i elektroni koji su izbačeni iz svog mirovanja usled sudara, sugerišu da se dogodio sudar klasičnih čestica poput malih bilijarskih kugli.⁵ No ti su eksperimentalni rezultati pružali uvid u samo jedan aspekt mikrofizičkih fenomena, nalik klasičnom. Drugi eksperimenti, poput onih sa svetlosnom interferencijom, ili kvantnim spletenostima, ukazuje na upravo suprotni aspekt fenomena: na njihovu inherentno talasnu, a ne čestičnu, prirodu u interakcijama. Mikrofizički entiteti se u tim eksperimentima ponašaju kao talasni front, a ne kao pojedinačne klasične lokalizovane čestice poput bilijarskih kugli.

Slejterova (1929) teorija rasejanja na osnovu pomenutih eksperimenata možda je prethodnica neutralnog monizma u okviru Borovog principa komplementarnosti. Iako verovatno Slejter nije bio upućen u Mahove i Raselove ideje o neutralnom monizmu,

5 U pitanju su rani Komptonovi eksperimenti, kao i kasniji još precizniji eksperimenti koji su ubedili fizičare da se zaista radi o kvazi-klasičnim sudarima.

sama naučna praksa je njega, kao i Bora, dovela do tih ideja. Borov princip komplementarnosti je ustanovio komplementarnost između čestičnih i talasnih aspekata mikrofizičkih entiteta, njihovih svojstava, i prirode njihovih interakcija. Takođe, postavljanje pitanja o tome šta je zapravo mikrofizički entitet pre nego li dođe do interakcije sa detektorom (npr. kada se detektuju fotoni i elektroni pri rasejanju, ili talasni front u eksperimentima sa interferencijom) i našeg opažanja rezultata, nije mogao da da nedvosmisleni odgovor da je taj entitet inherentno lokalizovana čestica ili "razvučeni" talas. Postalo je očigledno da je priroda mikrofizičkih entiteta i interakcija suštinski vezana za samo merenje u kvantnoj mehanici, ali su se fizičari podelili po pitanju odgovora na pitanje na koji način je tačno vezana za merenje.

Hajzenberg je branio standardno instrumentalističko stanovište da je uloga teorije da predvidi fenomene a ne da ponudi njihovo dublje objašnjenje i uvid u fizičku realnost. (Cassidy 1992) Ali takvo stanovište nije bilo dovoljno da se objasni zašto sama teorija, kvantna teorija, dovodi do toga da merenje ne može da nedvosmisleno ukaže na karakteristike entiteta pre i posle merenja. Zapravo sama teorija, bazirana na izvedenim eksperimentima, govori da takvog uvida ne može da bude! To nije bio slučaj u teorijama koje su prethodile kvantnoj teoriji. Nilsu Boru je bilo jasno da je otkriće kvantnih fenomena dovelo do suštinske intelektualne revolucije i da klasična sredstva filozofskog promišljanja teorija poput instrumentalizma nisu dorasla izazovu. Sam je Hajzenberg kasnije odbacio naivno instrumentalističko stanovište kao neplodotvorno u ovom slučaju, tvrdeći u potonjoj karijeri da je zapravo imao duboko metafizički stav u vezi prirode mikrofizičkih entiteta. (Heisenberg 1971)

Bor je za razliku od Hajzenberga, dugo svog najbližeg saradnika, u svojim daljim filozofskim refleksijama o kvantnoj teoriji pokušao da rasvetli i pobliže objasni tu novoustanovljenu prirodu osnovnih mikrofizičkih fenomena na drugi način. (Perovic 2006) U tim promišljanjima se pomalja neutralno-monistički okvir promišljanja o svojstvima fizičkih stanja. Sumiraćemo ukratko ovo Borovo rasuđivanje o fizičkim stanjima koje se odvijalo nešto manje od tri decenije.

Ono što nam teorija i eksperimentalni uvidi sugerišu jeste postojanje supstance na način na koji upravo osnovne ideje o neutralnom monizmu to sugerišu. Upravo je ovakvo stanovište omogućilo Boru da ne odustane od realizma u vezi naučnih teorija, nasuprot Hajzenbergu koji je bio naivni instrumentalista, ali i da ne izvede ishitreni zaključak poput Šredingera, zaključak koji se nije slagao u potpunosti sa eksperimentalnom evidencijom da je mikrofizički svet kontinuiran, bez realnog prisustva individualnih čestica i njihovih svojstava koja ih kao takve karakterišu kojem ćemo se nešto kasnije vratiti.

Dakle, analogno Mahovoj ideji o preseku percepcije i tela, i suštinske neutralnosti supstance u odnosu na njihove pojedinačne aspekte, Bor je na osnovu eksperimentalnih rezultata uveo ideju o preseku čestičnih i talasnih svojstava, koje takođe na

ograničen način karakterišu suštinski neutralnu fizičku supstancu. (Bohr 1937)⁶ Teorija nam govori da supstanca niti je čestične, niti talasne prirode, ali sugerše da su to njena dva komplementarna aspekta. U ranijoj fazi razvoja kvantne teorije, zasnovanoj na oskudnijoj eksperimentalnoj osnovi, Bor je formulisao princip korespondencije između klasičnih i kvantnih svojstava mikrofizičkih sistema (Bokulich 2010), pri čemu se fenomen X (npr. interakcija atoma i fotona) može opisati ili kvantno ili klasično pri određenim uslovima (kada atom poseduje dovoljno veliku energiju). Međutim sa detaljnijim eksperimentalnim uvidima, posebno u vezi interakcije svetla i materije u eksperimentima sa rasejanjem fotona i elektrona, Bor je formulisao princip komplementarnosti: fenomen X se može u potpunosti opisati samo koristeći oba aspekta, naime talasni i čestični, koji nisu dve opisa strane fenomena već su dva deskriptivna komplementarna aspekta jedinstvene supstance, koja je otud u suštini neutralna u odnosu na karakteristike koje su pripisane tim komplementarnim atributima. Te se karakteristike pripisuje samo u ograničenom smislu, kao komplementi, a ne kao konačni opisi samostojećih supstanci. Komplementi nam na taj način samo sugeršu prirodu supstance.

Osnovna karakteristika opažaja jeste da su oni privremeni. Opažaji su temporalno lokalizovani ali, neutralni monisti smatraju, njihova lokalizacija može međutim da bude deo ontološkog okvira - oni ne moraju da budu nužno eliminisani redukcijom na fizička stanja. Ispostavlja se da su i fizička stanja takođe poput opažaja: zapravo sama fizika, tačnije kvantna mehanika, nam ukazuje da slično važi i u slučaju fizičkih stanja. Temporalnu lokalizovanost čestica treba tretirati po analogiji sa temporalnom lokalizacijom opažaja: teorija nam ukazuje da ne možemo da tvrdimo da čestice postoje kao definisani entiteti van okvira samog merenja, pre ili nakon što se ekscitacija sistema interakcije okonča, ali takođe nema osnova da se porekne temporalna, privremena supstancijalnost takvih entiteta ukoliko uzimamo u obzir same eksperimente. Nema zadovoljavajućeg razloga, drugim rečima, da se kruto držimo stava da entitet mora da postoji pre, posle i tokom merenja. Ali isto tako nema razloga da olako izvedemo anti-realistički instrumenalistički zaključak da je naša teorija samo stvar merenja i predviđanja i da nam ne sugerše da posmatrani entiteti zapravo postoje i na koji tačno način. Kvantna teorija nam zapravo ukazuje na to da ne možemo nedvosmisleno definisati karakteristike entiteta pre i posle merenja, ali nam isto tako daje precizan uvid u njihovo stanje tokom eksperimenta, što je neosnovano prenebregnuti: neutralni monizam “izjednačava realno sa ‘datim’ u iskustvu”⁷ (Hamilton 1990, 117), što je bio takođe kredo kojeg se Bor čvrsto držao.

6 Ovde je naveden tekst u kom Bor diskutuje filozofske pretpostavke komplementarnosti u vezi sa kauzalnošću. Međutim, veliki broj Borovih radova počev od 1924. su relevantni u našoj tekstualnoj analizi.

7 “Equates the real with what is ‘given’ in experience”

3. Empirijski i metafizički motivisani neutralni monizam

Iako filozofski veoma obrazovan od svoje mladosti, Bor nije došao do ovih ideja standardnim filozofskim postupkom. On je ipak prvenstveno bio eksperimentalno motivisani fizičar pa i do stanovišta u prilog neutralnom monizmu nije došao isključivo spekulativno. Razumevanje geneze Borovih ideja je ključno ne bi li se razumela metodološka razlika između Raselovog i Borovog neutralnog monizma, pa time i priroda argumenta u prilog tom stanovištu, kao prednosti tog stanovišta u odnosu na druge interpretacije kvantnih fenomena i teorija u to vreme.

U sledu koraka koji ga je vodio do takvog stanovišta Bor je razmotrio mogućnost da je kvantna teorija suštinski subdeterminisana, tj. da evidencija ne govori u prilog bilo čestičnoj bilo talasnoj teoriji mikrofizičkih fenomena, već u istoj meri podržava obe. (Perovic 2006) No ovo bi zahtevalo da talasno-mehanički i čestični teorijski okvir, uključujući formalizme koji ih karakterišu (diferencijalnu talasnu jednačinu na jednoj, i matričnu mehaniku na drugoj strani) mogu podjednako adekvatno da se nose sa svim eksperimentalnim fenomenima. No ovako se nešto nije moglo tvrditi na osnovu samih eksperimenata bar ne *prima facie*. Za opravdanje takve tvrdnje bilo je potrebno znatno teorijsko dovijanje koje je Bor video kao isforsirano i motivisano isključivo određenim metafizičkim preferencama a ne samim fenomenima. Čak je i takvo spretno dovijanje imalo jasne granice u objašnjavanju konkretnih eksperimentalnih fenomena poput detalja u vezi održanja impulsa u rasejanjima u Komptonovim eksperimentima. (Ibid.) Otud, na osnovu eksperimentalne evidencije i samih fenomena, Bor zaključuje da je tvrdnja o subdeterminisanosti čestičnog i talasnog okvira postojećim eksperimentima neodrživa, i da je komplementarnost najadekvatnija interpretacija.

Dakle postojale su makar tri opcije interpretacije kvantne teorije i prirode kvantnih fenomena. Prvo, fizikalistički monizam svojstava i entiteta, koji odgovara klasičnom ontološkom okviru. Bilo je jasno celoj zajednici fizičara već u prve dve decenije 20. veka da je priroda mikrofizičkih supstanci u tom jakom monističkom smislu nešto što se ne može pomiriti sa kvantnom mehanikom.

Zatim, druga opcija je bio relacioni monizam koji je branio Šredinger (Ibid.; Bitbol 1995), smatrajući da fizički svet mora biti prostorno i vremenski kontinuiran i opisiv odgovarajućim formalnim sredstvima (tj. talasnom jednačinom) bez ikakvih diskontinuiteta popu kvantnih skokova elektrona sa jedne orbite na drugu. Diskontinuiteti poput navodne interakcije individualnih čestica, smatrao je on, samo su epifenomeni koji su rezultat prirode naše percepcije, pa ih otud ne bi trebalo tretirati kao realne, dok su fizičke relacije (kontinuirane, talasne) između prividno individualnih klasičnih entiteta zapravo realne. Mikrofizički entiteti su, drugim rečima, inherentno talasi, a čestična svojstva su posledica načina na koji se oni opažaju u eksperimentima. Otud bi zarad koherentnosti teorije, trebalo pokazati kako se efektivno mogu eliministi (tj. “explain away”) diskontinuiteti.

Treća opcija je bio Borov neutralni monizam. Diskontinuiteti u eksperimentima nisu stvar “pukog opažanja” koje treba redukovati na preferiranu ideju o supstanci, već ti diskontinuiteti imaju zapravo strukturu opažaja, kao temporalno lokalizovani, aspekt supstance komplementaran aspekt na kojem je Šredinger insistirao, i koji je baziran samo na određenim eksperimentalnim rezultatima.

Zanimljivo je takođe da je baš zahvaljujući činjenici da je njegova argumentacija empirijski motivisana, kao i da je bazirana na konkretnim teorijskim uvidima, Borovo neutralno-monističko stanovište zapravo znatno jače od Mahovog “epistemološkog”. Čak Mahovo stanovište izgleda unekoliko naivno s obzirom da iza njega ne stoji takva empirijski motivisana argumentacija. To je još jedan razlog zašto bi filozofi trebalo da posvete mnogo više pažnje filozofskim idejama razvijanim u modernoj fizici, naročito tokom ranog razvoja kvantne mehanike.

Slobodan Perović

Odeljenje za filozofiju

Filozofski Fakultet, Univerzitet u Beogradu

Literatura

- Banks, E. C. (2014). *The realistic empiricism of Mach, James, and Russell: Neutral monism reconceived*. Cambridge University Press.
- Schrödinger, E. (1995). *The interpretation of quantum mechanics: Dublin seminars (1949-1955) and other unpublished essays*. Ox Bow Pr.
- Bohr, N. (1937). Causality and complementarity. *Philosophy of Science*, 4(3), 289-298.
- Bohr, N., & Polkinghorne, J. C. (1958). Atomic Physics and Human Knowledge. *Physics Today*, 11, 28.
- Bokulich, A. (2010). Bohr's correspondence principle. Stanford Encyclopedia of Philosophy. <https://stanford.library.sydney.edu.au/entries/bohr-correspondence/>
- Cassidy, D. C. (1992). *Uncertainty: The life and science of Werner Heisenberg*. Freeman.
- Hamilton, A. (1990). Ernst Mach and the elimination of subjectivity. *Ratio*, 3(2), 117-135.
- Heisenberg, W. (1971). *Physics and beyond*. London: Allen & Unwin.
- Murphy, C. M. (1984). Anti-reductionism and the mind-body problem. *Philosophy Research Archives*, 10, 441-453.
- Perovic, S. (2006). Schrödinger's interpretation of quantum mechanics and the relevance of Bohr's experimental critique. *Studies in History and Philosophy of Science Part B: Studies in History and Philosophy of Modern Physics*, 37(2), 275-297.
- Poincaré, H. (1905). *Science and hypothesis*. Science Press.
- Russell, B. (1922). *The analysis of mind*. G. Allen & Unwin.
- Slater, J. C. (1929). The theory of complex spectra. *Physical Review*, 34(10), 1293.
- Stuewer, R. H. (1975). The Compton effect. Turning points in physics. *The Compton effect. Turning points in physics.*, New York, NY (USA): Science History Publications (Neale Watson).

Slobodan Perović

Neutral Monism in Modern Philosophy and Physics
(Summary)

Philosophers have substantially considered the key ideas of Neutral Monism, a philosophical view attempting to overcome the Mind/Body problem, as it was initially developed by Ernst Mach and Bertrand Russell. Yet similar ideas are also found in some key considerations of a few prominent physicists who developed quantum mechanics, although philosophers have neglected them. We will show that Niels Bohr's principle of complementarity (of the particle and wave aspects of microphysical phenomena) is a gradually developed and experimentally motivated account very close to Russell's and Mach's key ideas on Neutral Monism.

KEYWORDS: neutral monism, Ernst Mach, Bertrand Russell, Niels Bohr, physics