

Radmila Jovanović

*TRI STANOVIŠTA PO PITANJU
EPISTEMOLOŠKOG STATUSA GEOMETRIJE*

APSTRAKT: Tema ovog rada je epistemološki status geometrije. Ovo pitanje otvoreno je početkom XIX veka posle otkrića neeuklidskih geometrija. Retko koje naučno otkriće je izvršilo takav uticaj na filozofiju kao ovo, a rešenje pitanja o prirodi geometrije formiralo je mišljenja mnogih filozofa o prirodi nauke i naučne metodologije uopšte. Bavićemo se geometrijskim sistemima kao interpretiranim uz pomoć fizičke teorije i različitim stanovištima o njihovom statusu. Sa izgradnjom medjusobno inkompatibilnih geometrijskih sistema postavljeno je pitanje o tome da li je neka od njih i koja realna geometrija sveta. Očigledno je da i euklidska i neeuklidske geometrije mogu biti dovedene u sklad sa iskustvom uz pomoć različito koncipiranih fizičkih zakona ali postavlja se pitanje da li je suma $F+G$ (fizička teorija + geometrija) podložna empirijskom testu. Pored apriorističkog stanovišta, kakvo je zastupao Kant, izložićemo još dva suprotstavljena gledišta na ovo pitanje: empirističko i konvencionalističko.

KLJUČNE REČI: euklidska i neeuklidske geometrije, apriorizam, empirizam, konvencionalizam

Tema ovog rada je epistemološki status geometrije. Ovo pitanje otvoreno je početkom XIX veka posle otkrića neeuklidskih geometrija. Retko koje naučno otkriće je izvršilo takav uticaj na filozofiju kao ovo, a rešenje pitanja o prirodi geometrije formiralo je mišljenja mnogih filozofa o prirodi nauke i naučne metodologije uopšte. To možda i nije tako čudno ako se uzme u obzir činjenica da je čitavih dvadeset vekova pre toga euklidska geometrija smatrana uzorom naučne teorije, takvim da u njemu nije bilo potrebe ni za kakvim suštinskim izmenama ni dopunama. Utoliko je bitnije pitanje statusa ove paradigmatične nauke i izvora naše sigurnosti u nju jednom kada izgleda da je njen temelj izmešten u odnosu na sigurno mesto na kome je ranije stajao. Da li je geometrija nauka koja nam nešto govori o samom svetu ili samo naša logička konstrukcija i kako objašnjavamo njenu fantastičnu uskladenost sa iskustvom?

Bavićemo se geometrijskim sistemima kao interpretiranim uz pomoć fizičke teorije i različitim stanovištima o njihovom statusu. Sa izgradnjom medjusobno

inkompatibilnih geometrijskih sistema postavljeno je pitanje o tome da li je neka od njih i koja realna geometrija sveta. Očigledno je da i euklidska i neeuklidske geometrije mogu biti dovedene u sklad sa iskustvom uz pomoć različito koncipiranih fizičkih zakona ali postavlja se pitanje da li je suma F+G (fizička teorija + geometrija) podložna empirijskom testu. Pored apriorističkog stanovišta, kakvo je zastupao Kant, izložićemo još dva suprotstavljena gledišta na ovo pitanje: empirističko i konvencionalističko.

Euklidska i neeuklidske geometrije

Čuvenu knjigu „Elementi“ Euklid je napisao oko 300. godine p.n.e. i u njoj je sistematski izložio prikupljena znanja o geometriji svojih prethodnika. Od tada je ta knjiga nezaobilazni udzbenik ali i više od toga – ona postaje uzor egzaktnosti i elegancije za sve druge nauke, paradigma toga šta naučno znanje treba da bude. Taj zavidni položaj ovaj naučni sistem zadobija univerzalnošću i strogošću svojih zakona koji su apsolutni, u smislu da nisu nikada aproksimacije, koji su strogo deduktivno dokazani pa je njihova istinitost zajamčena logičkom nužnošću izvodjenja. Sve do 19. veka ovakav status Euklidove geometrije niko nije dovodio u pitanje.

Istinitost teorema koje se u okviru njega mogu dokazati logički zavisi od istinitosti deset osnovnih stavova, tj. aksioma i postulata koji čine osnovu sistema. Zato je neophodno da ovi stavovi, koji se ne dokazuju, zaista budu sasvim jednostavni i samoočigledni. Međutim, već su stari Grci zapazili da peti postulat odudara u ovome od ostalih postulata i aksioma. On je komplikovaniji i manje očigledan od ostalih. Zato su sve do 18. veka pravljene pokušaji da se ovaj postulat zameni nekim jasnijim ekvivalentom ili da se izvede iz ostalih, odnosno da se pokaže da on nije osnovni stav, već stav koji se može dokazati kao teorema u sistemu, polazeći od drugih. Originalno, Euklidov peti postulat glasio je: *Ako jedna prava linija seče druge dve prave linije tako da je zbir dva unutrašnja ugla na jednoj strani manji od dva prava ugla, onda se te dve prave linije, ako se dovoljno produže, seku na istoj strani prave linije na kojoj se nalaze ti uglovi.*¹ Postoje i druge verzije tog postulata koje mogu podjednako dobro da posluže za izvodjenje svih teorema u sistemu, npr.

Iz jedne tačke van date prave može se povući jedna i samo jedna prava paralelna sa datom pravom (Plejferova aksioma); ili

Zbir uglova u trouglu jednak je dvama pravim uglovima; ili

Za bilo koje tri nekolinearne tačke koje leže u istoj ravni, postoji jedan i samo jedan krug koji ih sadrži.

1 Euklid, *Elementi*, Srpska akademija nauka i umetnosti, Beograd, 1957.

Ali nijedan od ovih predloga ne izgleda manje komplikovan ni više očigledan od prvobitnog.

U 18. veku Sakijeri je pokušao da dokaže ispravnost petog postulata putem *reductio ad absurdum*: pretpostavivši ispravnost četiri postulata i lažnost petog na-
dao se da će doći do kontradikcije. Začudjujući rezultat bio je da u tome nije uspeo, koliko god uporno pokušavao. Nesvesan smisla svog rezultata, Sakijeri je izvodeći brojne geometrijske posledice zapravo izvodio neke od osnovnih teorema nove vrste geometrije.

Tek u 19. veku Lobačevski, Boljaji i Gaus su nezavisno jedan od drugog razvili ovu geometriju i najzad shvatili da je peti postulat zaista nezavisan od ostalih. Teoreme ove geometrije direktno su suprotne Euklidovoj, ali potpuno koherentne medju sobom: *Kroz jednu tačku van date prave može se povući više linija paralelnih sa datom pravom; zbir uglova u trouglu uvek je manji od dva prava ugla a odstupanje je upravo srazmerno površini trougla; trouglovi koji nemaju jednake površine nisu nikada slični; količnik između obima i prečnika kruga uvek je veći od π i td.*

Kasnije u 19. veku Helmholtz i Riman razvili su još jednu vrstu geometrije u kojoj ne važi peti postulat ali ni pretpostavka da se prava linija može beskonačno produžavati. U ovoj geometriji *kroz jednu tačku van date prave ne može se povući nijedna prava paralelna datoj pravoj; zbir uglova u trouglu uvek je veći od dva prava ugla, srazmerno površini trougla; količnik obima kruga i prečnika uvek je manji od π i td.* Do ovog geometrijskog sistema Riman je zapravo došao uopštavajući Gausov pojam zakrivljenosti tako da može da se primeni na trodimenzionalni prostor.

Gaus je uveo i definisao pojam “zakrivljenosti” kao osobinu površina od koje zavisi dužina najkraćeg rastojanja između dve tačke koje leže na toj površini. Ovo rastojanje Gaus je nazvao “geodezijska linija”. U ravni sve geodezijske linije su prave i to je površina sa nultom zakrivljenošću; na sfernoj površini sve geodezijske linije su lukovi velikih krugova koje imaju stalnu pozitivnu zakrivljenost dok je zakrivljenost sedlaste površine negativna. Ako se pogleda Rimanovo proširenje ovog Gausovog pojma na trodimenzionalni prostor, onda euklidska geometrija opisuje prostor čije su sve oblasti nulte zakrivljenosti, geometrija Lobačevskog prostor sa oblastima stalne negativne, a geometrija Rimana prostor sa oblastima stalne pozitivne zakrivljenosti.

Kada se geometrijski sistemi “očiste” od interpretacije govorimo o “čistim” sistemima geometrije, tj. *neinterpretiranim*. Osnovni pojmovi tada mogu biti predstavljeni slovima. To je pogodan metod za ispitivanje logičkih osobina ovih deduktivnih sistema. Kada se radi o pomenuta tri sistema, utvrđeno je da su oni u logičkom smislu ravnopravni – za oba sistema neeuklidske geometrije pokazano je da su neprotivrečni i to relativno u odnosu na Euklidov sistem.

Geometrijski sistem u kome je osnovnim terminima pripisano određeno značenje jeste *interpretirani sistem*. S obzirom da tek tako geometrija može biti upotrebljena u okviru fizičkih teorija o svetu, takav sistem može se nazvati i “primenjenim”. Euklidov sistem kakav je izložen u *Elementima* očigledno predstavlja takav interpretirani sistem, pošto u njemu figuriraju termini kao što su “tačka”, “prava”, “ravan” i td., koji nisu lišeni značenja. Stavovi ove geometrije držani su za istine o prostoru realnog sveta, utoliko pre što je Euklidova geometrija bila čvrsto utemeljena primenom u Njutnovoj mehanici. Prostor je u Njutnovom sistemu shvaćtan kao homogena sredina u kojoj su stvari smeštene i koja postoji od njih nezavisno – čak i kada ne bi postojala ni jedna stvar u svetu, prostora i vremena bi bilo. Struktura ovog večnog i nezavisnog medijuma smatralo se da je opisana aksiomama i teoremama Euklidove geometrije. Sam Njuttin video je geometriju isključivo kao posebni deo mehanike, nikad kao “čistu” geometriju, odnosno kao logički sistem propozicija logički izvodivih iz aksiomatske osnove. Apstraktna geometrija za njega nije imala smisla, o čemu svedoče sledeći navodi:

”Opis pravih linija i krugova, na kojima se geometrija zasniva, pripada mehanici... Opisi pravih linija i krugova su problemi, ali ne geometrijski problemi. Rešenje tih problema zahteva se od mehanike, i tek kada su rešeni, pomoću geometrije pokazuje se njihova upotreba.”²

Ovo Njutново zapažanje nerazdvojne povezanosti geometrije i fizike kada se radi o opisu realnog sveta, dobilo je posebno na značaju kasnije, posle pronalaska neeuklidskih sistema. Kada je već dokazana njihova neprotvrečnost, postavilo se pitanje o tome da li ovi sistemi mogu imati empirijsku potvrdu, odnosno da li bi aktualni prostor zapravo mogao da bude opisan kao neeuklidski.

Kantov apriorizam

U Transcendentalnoj estetici svoje Kritike čistog uma Kant je dao jedno posebno opravdanje geometrijskog znanja u duhu racionalizma. Prema njemu iskazi geometrije su očigledno sintetički i apriorni. Oni su sintetički jer ne mogu biti saznati na osnovu samih značenja termina koji se u njima javljaju.

”Uzmite samo stav: da se pomoću dveju pravih linija nikako ne može ograničiti neki prostor, dakle da pomoću njih nikako nije moguća neka figura, pa pokušajte da ga izvedete iz pojma pravih linija i broja dva; ili pak stav da je iz tri prave linije moguća jedna figura, pa pokušajte to isto samo iz ovih pojmova. Sav vaš trud biće

2 Isaac Newton, *The mathematical Principles of Natural philosophy*, Dawsons of Pall Mall, 1968., prevod R.J.

uzaludan i vi ćete se osetiti prinudjenim da pribegnute opažanju, kao što to geometrija uvek čini.”³

Oni su apriorni, jer stavovi geometrije poseduju strogu nužnost i univerzalnost, što ih bitno razlikuje od svih empirijskih generalizacija.

”Nužnost i stroga opštost jesu, dakle, sigurne oznake jednog saznanja a priori, te nerazdvojno pripadaju jedna drugoj.”⁴

Kant preuzima na sebe zadatak da objasni kako su mogući sintetički sudovi a priori, odnosno sudovi koji proširuju naše znanje a to ipak čine bez pozivanja na iskustvo. Svoje rešenje Kant naziva *transcendentalnim idealizmom* ali *empirijskim realizmom* u pogledu prostora i vremena. Naime, ljudski duh nije pasivni primalac uticaja koji dolaze od spolja već jedna aktivna moć koja te utiske obradjuje i strukturira. Ovo uređivanje odvija se već na nivou čulnosti. Prostor i vreme jesu čiste forme spoljašnjeg i unutrašnjeg čula, pa tako svi predmeti našeg spoljašnjeg iskustva jesu nužno rasporedjeni u prostoru a svi unutrašnji doživljaji smešteni u vremenu. Otuda Kant tvrdi transcendentalni idealitet prostora i vremena, jer se oni ne odnose na stvari po sebi, već samo na stvari kakve ih imamo u našem opažanju, odnosno na fenomene koje je duh sam strukturirao; ali istovremeno oni poseduju empirijski realitet, jer se odnose na svako naše moguće iskustvo, budući da predstavljaju nužan uslov mogućnosti samog tog iskustva.

Sada Kant može da objasni kako je moguće geometrijsko znanje kao sintetičko i apriorno. Sudovi geometrije su istine o prostoru i moguće su jer duh ima uvid u sopstvenu formu čulnosti. Sve opažaje koje spoljašnji uticaji izazivaju u duhu, duh formira tako da im daje euklidski prostorni oblik. Euklidovi zakoni važe nužno i univerzalno, za sve predmete kakvim ih ljudski subjekt opaža, i u pogledu važenja ovih zakona, mi smo u posedu apsolutne sigurnosti.

Posle revolucionarnog otrića neeuklidskih geometrija za koje je dokazano da su podjednako konzistentne kao i euklidska, naučnici i filozofi su požurili sa odbacivanjem Kantove transcendentalne estetike. Najglasniji u proglašavanju Kantovog apriorizma za jedno pogrešno i opovrgnuto stanovište bili su pozitivisti bečkog kruga. Karnap, Šlik, Rajhenbah i drugi preuzeli su u svojim radovima o filozofiji geometrije s jedne strane obračun sa apriorizmom, a s druge strane sa konvencionalizmom, braneći svoj empiristički pristup. Tako Rajhenbah piše: “Raspadanjem sintetičke apriorne istine evolucija geometrije dostiže vrhunac...Istorijski razvoj problema geometrije upečatljiv je primer za filozofske mogućnosti sadržane u razvoju nauke. Filozof koji je utvrdio da je otkrio zakone razuma učinio je rdjavu uslugu teoriji saznanja: ono što je smatrao zakonima razuma, bilo je ustvari,

3 Imanuel Kant, *Kritika čistoga uma*, str.82. Kultura, Beograd, 1970.

4 Ibid., str.39.

proizvod uslovljenosti čovekove uobrazilje fizičkom strukturom sredine u kojoj ljudi žive.⁵

Ali treba pre svega imati u vidu da sama po sebi pojava neeuklidskih sistema ne protivreči Kantovom stanovištu o prirodi geometrijskih iskaza, s obzirom da su oni po njemu sintetički a ne analitički – otuda nema logičke nemogućnosti za konstruisanje drugačijih geometrija. Ono što je nemoguće u okviru Kantovog sistema jeste subjektivna sposobnost zamišljanja alternativnih prostora zbog same prirode naše čulnosti, koja je takva da nužno nameće euklidske zakone pri opažanju. Tek zamišljene situacije koje su konstruisali Helmholtz, Poenikare i Rajhenbah, u kojima bi se opažene činjenice mogle opisati neeuklidskim geometrijama, mogle bi da pretenduju da podriju Kantovo stanovište.

Razmatrajući psihološke izvore pojma prostora i prirodu opažanja, Helmholtz je kritikovao Kanta sa pozicije empirizma. On ipak pravi razliku između Kantove metafizičke i transcendentalne ekspozicije pojma prostora iz *Kritike čistog uma* i argumentuje da one nisu tako čvrsto povezane kao što može da izgleda. Helmholtz odbacuje drugu, ali zato u principu, prvu zadržava. Spoljašnji objekti zaista su uvek smešteni u prostoru, ali karakteristike te prostornosti ne možemo odrediti drugačije nego empirijskim putem.⁶ Na Kantovu poziciju osvrnućemo se još kasnije u ovom tekstu.

Pošto je postojanje mnoštva geometrija poljuljalo vekovno uverenje o apriornosti geometrijskog znanja, prešlo se na pokušaje eksperimentalnog utvrđivanja realne geometrije sveta. Prvi takav eksperimentalni test izveo je Gaus. On je pokušao da izmeri zbir unutrašnjih uglova velikog trougla sačinjenog od svetlosnih zraka koji putuju između tri planinska vrha. Ostupanje ovog zbira od 180° bilo bi potvrda neeuklidske prirode prostora. Ipak, koliko je on mogao da izmeri, uglovi trougla bili su pravi i on je morao da zaključi da je prostor zaista euklidski, u granicama ispravnosti merenja. Ni sam Gaus nije, međutim, bio zadovoljan ovim rezultatom jer on nije ni u jednom smislu bio konkluzivan. Nije mogao ni da opovrgne ni da dokaže da je geometrija sveta euklidska.⁷

Prva naučna teorija koja je zaista uključila u sebe Rimanovu geometriju za opisivanje karakteristika fizičkog sveta jeste opšta teorija relativnosti. Ovde treba napomenuti da ova teorija ne postulira zakrivljenost prostora, već zakrivljenost “prostor-vremena” kao kontinuum koji je skicirao Minkovski. Svet fizičkih zbivanja Minkovski opisuje kao četvorodimenzionalan u prostorno-vremenskom smislu, odnosno svaki događaj u njemu mora biti opisan pomoću tri prostorne i jedne vremenske koordinate: x , y , z i t . Ovo je pomeranje u odnosu na prerelativističku

5 H. Rajhenbah, *Radjanje naučne filozofije*, str. 155., Nolit, Beograd, 1964.

6 Videti Hermann Helmholtz, “The Facts of Perception” iz *Selected Writings of Hermann Helmholtz*, Wesleyan University Press, 1878.

7 Up. Max Jammer, *Concepts of Space*, str. 145., Harvard University Press, 1954.

fiziku u kojoj je vreme bilo shvatano kao apsolutno i nezavisno u odnosu na položaj i stanje referentnog sistema. Već specijalna teorija relativnosti oduzela je vremenu samostalnost u odnosu na prostor, što pokazuje razlika između Galilejevih i Lorencovih transformacija. Ipak u okviru specijalne teorije relativnosti, četvorodimenzionalni kontinuum Minkovskog srodan je trodimenzionalnom kontinuumu euklidskog geometrijskog prostora, pa se naziva ponekad i kvazi-euklidskim.

U okviru opšte teorije relativnosti, međutim, situacija sa prostorom i vremenom se drastično menja. U klasičnoj mehanici, ali i u specijalnoj teoriji relativnosti, ponašanja materijalnih tačaka određuju se uvek u odnosu na određene referentne sisteme K , koji se kreću na određeni način, odnosno koji se nalaze u jednoličnom translatorskom kretanju jedni u odnosu prema drugima. Samo u odnosu na ova odabrana referentna tela zakoni fizike važe, dok u odnosu na neke druge referentne sisteme K' , koji se ne kreću na specifikovan način, prestaju da budu valjani. Ali ne postoji naročiti razlog za ovu povlašćenost izvesnih sistema i za različito ponašanje tela u odnosu prema referentnim sistemima K i K' . Zašto zakoni fizike ne bi važili u odnosu na neko referentno telo K' , koje na primer, jednolično rotira? Opšta teorija relativnosti daje takve zakone koji važe za svako referentno telo, bez obzira na njegovo kretanje.

Novi referentni sistemi K' , koje smo sada uveli u igru i učinili ravnopravnim, razlikuju se, međutim, od sistema K , utoliko što u odnosu na njih postoji neko gravitaciono polje koje nije postojalo kod sistema u jednoličnom pravolinijskom kretanju. Gravitaciono polje sada utiče na posmatrani događaj, tako da dolazi do zakrivljenja kretanja tela i skretanja svetlosnih zraka koji su se u odnosu na sisteme K kretali pravolinijski. Određenje vremena i prostora koje je važilo u klasičnoj fizici i specijalnoj teoriji relativnosti, ovde izneverava. Euklidski prostorno-vremenski kontinuum više ne važi, ali zato se sasvim dobro uklapa Rimanov metod obradivanja mnogodimenzionalnih neeuklidskih kontinuumata, čije je osnove postavio Gaus.⁸

Ova vrlo gruba skica razvoja fizičke teorije imala je za cilj da pokaže kako su u njoj neeuklidske geometrije, razvijane nezavisno, od strane matematičara, ipak pronašle svoje mesto.

Poenkareov konvencionalizam

Sada dolazimo do značajnog pitanja o izboru između suparničkih sistema, odnosno pitanja o postojanju realne geometrije sveta.

8 Detaljnije o specijalnoj i opštoj teoriji relativiteta videti u A. Anštajn, *Moja teorija*, Novi Sad, Stylos, 1998.

Počecemo sa izlaganjem veoma uticajnog stanovišta Henrija Poenkarea po pitanju prirode geometrijskog, ali i naučnog znanja uopšte, koje je izazvalo brojne reakcije i polemiku medju filozofima. Ovo stanovište poznato je kao *konvencionalizam*, mada ga sam Poenkare nije tako nazivao. Razmišljajući o prirodi geometrijskog znanja Poenkare dolazi do zaključka da aksiomi na kome ono počiva nisu ni sintetički sudovi a priori, kako je smatrao Kant, ali ni činjenice koje se mogu utvrditi iskustvom, kao što tvrde empiristi, već pogodne konvencije. Pitanje o istinskoj geometriji sveta utoliko postaje besmisleno pitanje. Izložicemo detaljnije njegove argumente.

Čak i kada je dokazano da su neeuklidske geometrije jednako konzistentne kao i euklidska, neko bi mogao i dalje braniti kantovsko stanovište po kome su naše senzacije po svojoj suštini takve da se pokoravaju euklidskim zakonima, tako da, mada neprotivrečne, neeuklidske geometrije nemaju primenu u empirijskim teorijama o svetu. Da bi se sa ovim stanovištem obračunao, Poenkare ispituje tzv. "geometrijski prostor", prostor kakav je opisan euklidskom geometrijom, nasuprot onom što naziva "perceptivnim prostorom" koji ima svoj vizuelni, taktilni i motorički aspekt, i koji zapravo predstavlja okvir naših predstava i oseta u Kantovom smislu. Analizom dolazi do toga da se ove vrste prostora medju sobom suštinski razlikuju.⁹

Karakteristike euklidskog geometrijskog prostora su da je on kontinuiran, beskonačan, trodimenzionalan, homogen i izotropan. Teško da bilo koju od ovih karakteristika možemo da pripisemo "vizuelnom prostoru", prostoru našeg vidnog polja. Geometrija retine naših očiju bitno se razlikuje od geometrije objektivnog prostora, izražene euklidskim zakonima. Sve tačke na mrežnjači, na primer, nemaju istu funkciju i nisu ravnopravne za formiranje likova, pa tako ovaj prostor nije homogen. Takodje treća dimenzija u vidnom polju nastaje tek konvergencijom izmedju dva oka, dok izolovano svako oko vidi dvodimenzionalno (mada nam navika otežava da ovo uvidimo). "Taktilni prostor" razlikuje se još drastičnije od "geometrijskog" i teže ga je specifikovati.

"Svaki mišić stvara specijalan oset koji se može pojačati ili smanjiti, tako da će celokupnost naših mišićnih oseta ovisiti o toliko varijabli koliko imamo mišića. S tog stajališta motorički prostor bi imao toliko dimenzija koliko mi imamo mišića."¹⁰

Ako se pokazalo da "perceptivni" prostor nije onaj koji poznajemo kao opisan euklidskom geometrijom, postavlja se pitanje kako smo došli do hipoteza o geometrijskoj strukturi fizičkog sveta? Prema Poenkareu, mi pronalazimo red i koherentnost u svojim senzacijama i držimo da one nisu nasumične i bez zakona kojima se pokoravaju. Zakonitosti koje važe za fizički svet izvodimo iz zakonolike strukture našeg čulnog iskustva. Ne percipiramo svet direktno kao euklidski i trodimen-

9 Henri Poincaré, *Znanost i hipoteza*, Zagreb: Globus, 1989.

10 Ibid, str.51.

zionalan zato što nam to nameće forma naše čulnosti, već izvodimo da je to struktura prostora iz sistematizacije kojom smo uredili svoje neposredne čulne datosti.

Treba dalje ispitati da li bi u izvesnim slučajevima ove čulne datosti mogle da budu kompatibilne sa neeuklidskim opisom sveta. Poenkare veruje da mogu i da taj opis sveta nije ni malo teško dati.

”...geometrija je samo sažetak zakona po kojima te slike slijede jedna za drugom. Ništa nas tada ne sprečava da zamislimo niz predodžbi, u svakom pogledu sličnih našim uobičajenim predodžbama, ali koje slijede jedna za drugom pod drugačijim zakonima od onih na koje smo navikli.”¹¹

U prilog tome Poenkare argumentiše konstruišući u mislima takav svet u kome bi stanovnici sa čulnim aparatom poput našeg, bili prirodno navedeni da usvoje geometriju Lobačevskog za opis svog sveta, čime bi se pokazalo da je čulno iskustvo potpuno kompatibilno sa tom geometrijom. Ovaj Poenkareov primer puno je diskutovan u literaturi o našoj temi. Zamišljeni svet ima oblik dvodimenzionalnog euklidskog diska u čijem centru je temperatura konstantna, dok je temperatura na svim tačkama oboda jednaka apsolutnoj nuli. Svet je naseljen dvodimenzionalnim bićima koji uz pomoć mernih štapova pokušavaju da odrede njegovu realnu geometriju. Merni štapovi su kruta tela na koja temperatura uniformno vrši uticaj tako da se skraćuju sa smanjenjem temperature, odnosno sa udaljavanjem u odnosu na centar diska. Na obodu diska njihova dužina postaje jednaka nuli. Ali stanovnici izmišljenog sveta nisu svesni ovih deformacija na štapovima; oni mere rastojanja između tačaka, pretpostavljajući da štapovi prilikom transporta ostaju isti. Tako će biti navedeni da zaključe da je geometrija koja odgovara njihovom svetu, geometrija Lobačevskog. Stanovnici bi mogli da pokušaju da pronadju odgovor o svom fizičkom svetu i bez mernih štapova, tako što bi merili uglove prostora koje zaklapaju svetlosni zraci. Pretpostavljajući da svetlost putuje po geodezijskim linijama i da je indeks refrakcije u vakuumu konstantan, ponovo bi došli do istog zaključka – da je njihov svet neograničena ravan Lobačevskog.¹²

Primer pokazuje, protiv Kanta, da nas naša čulna iskustva mogu dovesti do usvajanja neeuklidske geometrije. Ali primer takodje govori i protiv stanovišta koje se u prvi mah nameće jednom kada se napusti apriorizam – stanovišta empirizma. Ex hypotesi, opisani svet ima oblik euklidskog zatvorenog diska u kome postoji skupljanje tela i skretanje zraka, pa je očigledno da bi neki stanovnik, ako bi mu to palo na pamet, mogao sve činjenice iskustva da uskladi sa takvom pretpostavkom. Pitanje koje se postavlja jeste da li bi ikada stanovnici ovog sveta mogli empirijskim putem da konkluzivno odluče o tome koja je njegova intrinzična geometrija? Poenkare odgovara negativno. Koju će geometriju usvojiti jeste pitanje izbora,

11 Ibid, str. 56.

12 Up. Henri Poincaré, *Znanost i hipoteza*, str. 57-58., Zagreb: Globus, 1989.

pitanje konvencije. Različiti opisi prostora mogu se podjednako dobro uskladiti sa opservacijama.

”Iskustvo nas vodi u tom izboru ali nam ga ne nameće. Ono nam omogućuje da saznamo ne koja je geometrija najistinitija već koja je najpogodnija... Bića koja bi se u njima [drugim svetovima]¹³ obrazovala smatrala bi nedvojbeno pogodnijim da stvore geometriju različitu od naše koja bi se bolje prilagodila njihovim dojmovima. Što se nas tiče, sigurno je da bi nam, kad bismo bili suočeni sa istim dojmovima, bilo pogodnije ne menjati naše navike.”¹⁴

Sumirajući Poenkareov argument, možemo reći da geometrija zavisi od toga koja ćemo tela, pomoću kojih izvodimo merenja, smatrati krutim. A to određujemo definicijom, dakle slobodnom odlukom. Nema smisla pitati se koja su tela “istin-ski” kruta, s obzirom da nemamo načina da to jednoznačno utvrdimo. Ne postoje objektivne metričke relacije. Ovo Poenkare pojačava još jednim čuvenim primerom o univerzumu koji bi se preko noći uniformno dvostruko povećao, računajući i naše sopstveno telo u tom univerzumu. Ujutru, mi ne bismo imali načina da utvrdimo nikakvu razliku u dimenzijama, s obzirom da bi se jednako povećala i tela pomoću kojih izvodimo merenje.

” Šta onda da mislimo o toj direktnoj intuiciji prave linije ili rastojanja? Mi tako malo imamo intuiciju rastojanja samog po sebi da bi jedne noći, kao što smo rekli, neko rastojanje moglo da postane hiljadu puta veće, a da mi ne bismo bili u stanju da to uočimo, ukoliko bi sva druga rastojanja pretrpela istu promenu. Čak bi jedne noći univerzum B mogao da zameni univerzum A, a da mi ne bismo imali nikakvog sredstva da to saznamo, tako da bi jučerašnje prave linije prestale da budu prave a mi ne bismo ništa opazili.”¹⁵

Treba naglasiti još i to da se Poenkareovo shvatanje o konvencionalističkoj prirodi prostora dosledno može proširiti u konvencionalizam po pitanju prostor-vremena.

Poslednji korak u Poenkareovom razmatranju o geometriji je njegovo stano-vište po kome Euklidova geometrija ipak nikad neće biti napuštena u korist drugih, zato što je ona matematički najjednostavnija i zato što je za naš svet kao konvencija najpogodnija. Različite konvencije mogu se podjednako dobro usvojiti pri opisiva-nju sveta, ali pri izboru, mi se uvek rukovodimo izvesnim pragmatičkim kriterijumima. Utoliko nas nikakav budući eksperiment, prema Poenkareu, neće navesti da usvojimo neku neeuklidsku geometriju.

Opšta teorija relativnosti, kao što smo videli u prošlom odeljku, očigledno demantuje poslednju tačku Poenkareovog argumenta o privilegovanom statusu eu-

13 Uglaste zgrade su dodatak R.J.

14 Ibid., str. 60.-61.

15 Henri Poincaré, *Science et méthode*, str.54.-55., Paris: Flammarion, 1908., prevod R.J.

klidske geometrije. “Primenjena” geometrija uvek je u tesnoj vezi sa određenim fizičkim zakonima, tako da ako izbor teorija vršimo prema jednostavnosti, to ne činimo tako da izolovan geometrijski sistem bude najjednostavniji, nego da to bude celokupna teorija koja u sebe uključuje fizičku teoriju i geometriju. U takvoj situaciji, u zavisnosti od zakona fizike koje usvojimo, može da se desi da sistem u kome figuriše neeuclidiska geometrija bude pogodniji izbor.

Bez obzira na ovaj poslednji momenat, Poenkareov konvencionalizam postao je veoma uticajna pozicija u metodologiji nauke. Ubrzo su usledile brojne reakcije i kritike pristalica empirizma, što je predmet našeg daljeg izlaganja.

Odgovor empirista

U doba kada je logički pozitivizam imao veliku snagu, njegovi predstavnici morali su u odbranu svog empirističkog stanovišta da se obračunaju sa apriorizmom s jedne i konvencionalizmom s druge strane. Primer geometrijske teorije bio je u ovom sukobu od velike važnosti. Što se tiče stanovišta apriorizma, smatrali su da je on opovrgnut samim razvojem fizike i matematike. Tako Schlick piše:

”Sada, koji su prema doktrini apriorizma, osnovni sintetički sudovi čitave nauke? Za Kanta, oni uključuju aksiome Euklidove geometrije, za koje je, kao što smo upravo videli, moderna fizika dokazala da nisu apriorni u prvom [logičkom] smislu, nakon što je već ranije postalo jasno da to nisu ni u drugom, psihološkom, smislu... U ovom pogledu, po pitanju nekih (mada još uvek ne svih) geometrijskih aksioma, moderna fizika odlučno glasa u korist empirizma.”¹⁶

Što se stanovišta konvencionalizma tiče, istaknuti predstavnici bečkog kruga morali su da odgovore na Poenkareov izazov. Prema njihovom mišljenju, teorija značenja je ta koja ga zapravo uklanja. Konvencionalizam po Edingtonu može biti tačan samo u trivijalnom smislu, kao što proizvoljno dodeljujemo izvesne pisane simbole izvesnim rečima. U bilo kom relevantnom smislu, konvencionalizam nema osnova i mora da ustupi mesto empirizmu.¹⁷

Razmotrićemo sada redom nekoliko Rajhenbahovih argumenata, kao reprezentativnih za empirističko stanovište. Kada primenimo geometriju u fizičkoj teoriji, odnosno kada hoćemo da se bavimo interpretiranim sistemom, mi smo prinudjeni da osnovnim terminima teorije pripišemo značenja. To činimo tako što ih dovodimo u vezu sa nečim što postoji u realnom svetu i to prema određenim pravilima. Ova

16 Moritz Schlick, “Epistemology and Modern Physics” u *The Emergence of Logical Empiricism*, publ. Garland Publishing Inc., 1996., prevod R.J.

17 Detaljnije o Edingtonovom stanovištu videti u L.Sklar, *Space, Time and Spacetime*, University of California Press, Berkeley, 1974.

pravila Rajhenbah naziva *koordinativnim definicijama*, mada to svakako nisu definicije u pravom smislu reči. Znanje fizike je takvo da u njemu pojmovi nisu određeni samo pomoću drugih pojmova već su povezani sa postojećim objektima. U geometriji baratamo pojmovima kao što su “kruto telo” ili “prava linija”. Za njih nije moguće dati eksplicitnu već samo koordinativnu definiciju. Tako pravu liniju, na primer, određujemo preko putanje svetlosnog zraka u vakuumu.

Jedna od najbitnijih koordinativnih definicija za geometriju jeste definicija kongruencije. Najpodesnija je ona po kojoj su dva kruta tela kongruentna na različitim mestima ukoliko su kongruentna na istom mestu. Mada sadrže element proizvoljnosti, prema Rajhenbahu, koordinacije ipak nisu nikada sasvim arbitrarne. Pojmovi su medju sobom povezani relacijama koje su proverljive u okviru fizičke teorije i ona daje metode za utvrđivanje istinitosti i jedinstvenosti koordinacija. Iskazi geometrije dobijaju smisao tek pošto se uvede koordinativna definicija kongruencije. Jednom kada je ona uvedena, pitanje realne geometrije sveta postaje empirijsko pitanje.

”O geometriji fizičkog sveta možemo govoriti tek pošto damo koordinativnu definiciju kongruencije; ali pod tim uslovom možemo dati i empirijski iskaz o geometriji fizičkog sveta. Otud se podrazumeva da je, kad govorimo o fizičkoj geometriji, već postavljena neka koordinativna definicija kongruencije.”¹⁸

Relativnost geometrije koju opisuje Poenkare, nije ništa drugo do mogućnost usvajanja nove definicije kongruencije. Spor između suparničkih teorija koje su inkompatibilne medju sobom a kompatibilne sa celokupnim iskustvom, samo je terminološki. Izmenom koordinativnih definicija za osnovne termine teorije kojom opisujemo fizički svet, dobijamo i različitu teoriju. Ali realno, tu se zapravo ne radi o dve suprotstavljene teorije, već o jednoj teoriji koju smo napisali na dva različita načina, tako što smo varirali značenja osnovnih termina koji u njima figuriraju. Otuda je teorija značenja ta koja treba da otkloni nesporazum i da opravda empirističku epistemologiju.

Pogledajmo kako se ovaj Rajhenbahov odgovor primenjuje na Poenkareov primer sa zamišljenim dvodimenzionalnim svetom. Prema Poenkareu, dve grupe dvodimenzionalnih bića od kojih bi jedni branili euklidsku a drugi neeuklidsku sliku sveta, ne bi imali pri ruci nikakav eksperiment kojim bi između njih mogli konkluzivno da odluče. Njihove teorije su podjednako u skladu sa iskustvom. Prema Rajhenbahu, ovo je samo zabluda. Pojava različitih teorija samo je posledica dvosmislenosti u korišćenju termina. Stanovnici koji žele da zadrže Euklidovu geometriju uprkos evidenciji koja govori u prilog geometriji Lobačevskog, to zapravo čine tako što menjaju koordinativne definicije za važne termine teorije. Time oni Euklidovu geometriju uopšte istinski ne “spašavaju”, već pripisuju nova značenja terminima poput “rastojanje”, “geodezijske linije”, “jednaka dužina” i td.

18 Hans Rajhenbah, *Radjanje naučne filozofije*, str.149., Beograd, Nolit, 1964.

Stare rečenice Euklidove geometrije time ostaju istinite, ali više ne izražavaju iste propozicije.

Svoj argument Rajhenbah dalje razvija preko pojma “univerzalne sile”. Univerzalna sila je takva da ima sveopšte dejstvo na kongruenciju krutih tela pri kretanju, kongruenciju satova, kretanje svetlosnih zraka u vakuumu itd. Izvesne geometrije možemo da usvojimo za opis sveta upravo postulirajući ovakve sile, kao što je temperatura u primeru Poenkareovog diska.

Medjutim, kao što je već rečeno, kada se odrede koordinativne definicije, o pitanju realne geometrije sveta odlučujemo eksperimentalno. Ovaj eksperimentalni metod koji se bazira na merenju, za dvodimenzionalni prostor pronašao je Gaus, a uopštio ga je Riman, tako da se može primeniti i na trodimenzionalni. Imamo dobre razloge da usvojimo jedan opis sveta kao “prirodnu geometriju”. U Poenkareovom imaginarnom svetu moguće su dve vrste opisa:

I. geometrija je euklidska, ali usled dejstva sveopštih sila, putanja svetlosnih zraka je kriva a merni štapovi se izdužuju.

II. geometrija je neeuklidska i ne postoje sveopšte sile¹⁹

Samo jedan od ova dva opisa je “normalan sistem” i to je onaj koji ne uključuje postuliranje dejstva univerzalnih sila. Samo jedan takav sistem odgovara svakom svetu. Ovo poslednje, Rajhenbah smatra empirijskom činjenicom.

”Teorija ekvivalentnih opisa ne isključuje, dakle, empirijsko značenje geometrije; ona samo zahteva da iskaz o geometrijskoj strukturi fizičkog sveta dajemo uz izvesne ograde, naime u obliku iskaza o prirodnoj geometriji.”²⁰

Pogledajmo sada u kojoj meri ovaj Rajhenbahov argument zaista odgovara na Poenkareov problem. Primer dvodimenzionalnog sveta je tako konstruisan da je u njemu, po pretpostavci, geometrija zaista euklidska, ali toga, za razliku od nas, stanovnici sveta nisu svesni. Ako žele da usvoje opis u kome ne figuriše univerzalna sila (tj. temperatura), oni će usvojiti geometriju Lobačevskog kao “prirodnu geometriju” ili “normalni sistem”. Ali mi, u privilegovanom položaju, znamo da će oni tako pogrešiti jer je intrinzično njihov svet zaista euklidski i u njemu temperatura zaista vrši univerzalni uticaj na tela. Ako je empiristima stalo do utvrđivanja istine o svetu, idući za “normalnim sistemom”, po našem mišljenju, nije izvesno da će je naći.

Anštajnovno stanovište

Odgovor Rajhenbahu u duhu konvencionalizma, ili bolje reći u duhu holizma Dijemovog tipa, dao je i Anštajn. Otklanjajući prigovore svojih kritičara, on

19 Up. Ibid., str. 150

20 Ibid., str. 153.

konstruiše razgovor između Poenkarea i Rajhenbaha, argumentišući protiv poslednjeg.²¹

Anštajn je, naravno, pre svega poznat kao fizičar, ali u fokusu njegovog interesovanja stalno je bila i filozofija nauke i njena metodologija. Istina je da na različitim mestima u njegovim tekstovima na ove teme iskrsavaju različita stanovišta i da je pitanje može li se govoriti o nekom koherentnom Anštajnovom stavu po ovim pitanjima. Sam Anštajn donekle tu raznovrsnost u stavovima opravdava na sledeći način:

” On [naučnik] mora da izgleda sistematičnom epistemologu kao neka vrsta beskrupuloznog oportuniste: nastupa kao *realista* jer traga da opiše svet nezavisno od akta percepcije; kao *idealista* jer posmatra pojmove i teorije kao slobodne izume ljudskog duha (koje nisu logički izvodive iz onog što je empirijski dato); kao *pozitivista* jer smatra pojmove i teorije za opravdane samo u onoj meri u kojoj oni daju logičku reprezentaciju relacija među čulnim iskustvima. On može delovati čak i kao *platonista* ili *pitagorejac* utoliko što smatra stanovište logičke jednostavnosti za neophodno i efikasno sredstvo svog istraživanja.”²² Naredna mesta na koja ćemo se pozivati govore najpre o Anštajnu kao o holisti što je, bez sumnje, bila posledica Dijemovog uticaja.

Pogledajmo zamišljeni razgovor između Poenkarea i Rajhenbaha. Čvorna tačka sukoba njihovih stanovišta sastoji se u sledećem: Dok Rajhenbah smatra da je interpretirana geometrija dokaziva ili opovrgljiva iskustvom ukoliko je pojmu “rastojanja” koordinisano empirijsko kruto telo, Poenkare smatra da ona to nije, jer empirijski kruta tela ne mogu poslužiti za ovakvu koordinaciju. Prema Rajhenbahu, fizika je pokazala da je kruto telo moguće specifikovati ako se uzmu u obzir razna njegova fizička svojstva, poput elastičnosti, zavisnosti od temperature, elektromagnetnih svojstava i td., i nakon takve specifikacije koordinacija naših geometrijskih pojmova postaje moguća.

Anštajn daje kontra-argument Rajhenbahovom stanovištu. Fizički zakoni pomoću kojih fizičari određuju telo, već pretpostavljaju određenu geometriju da bi bili formulisani. Čim uključimo pojam krutog tela, u igru je na mala vrata ušla i određena geometrija, pa dalje samo dokazujemo nešto što je od starta implicitno pretpostavljeno. U tom slučaju ne bismo vršili verifikaciju same geometrije, već čitavog sistema koji u sebe uključuje geometriju i fizičke zakone. Konvencionalizam u tom slučaju trijumfuje – prilagođavanjem fizičkih zakona uvek je moguće

21 “Anštajn’s Reply to Criticisms” u *Albert Anštajn: Philosopher-Scientist*, Cambridge University Press, 1949.

22 Einstein, “Remarks Concerning the Essays Brought together in this Co-operative Volume.” u Schilpp ed. *Albert Einstein: Philosopher-Scientist*. The Library of Living Philosophers, vol. 7. 1949, 683.- 684.str

dovesti čitav sistem u sklad sa iskustvom, pa u tom sistemu geometriju možemo konvencionalno odabrati.

Osim toga, Rajhenbahov postupak stvara problem i za verifikacionističku teoriju značenja, koja je bila jedan od osnova logičkog pozitivizma. U svetlu iznesenih Anštajnovih prigovora, očigledno je verifikacija, pa otuda i značenje, moguća samo za teorijski sistem u celini, za čitavu fiziku zajedno sa geometrijom, pa tako moramo da se odrekemo pripisivanja značenja izolovanim pojmovima, aksiomama i teoremama geometrijskog znanja, kao i izolovanim pojmovima fizike. Značenje pripisujemo tek kompletno razvijenoj teoriji i to utoliko što tek takva razradjena teorija čini samo naše iskustvo inteligibilnim. Iskustvo gubi ulogu nečeg što prethodi i čini neprikosnovenu osnovu teorija, jer mu naši pojmovi i stavovi prethode i uređuju ga. Ovi pojmovi ne mogu biti potpuno izvedeni iz iskustva.

Poslednji redovi mogu se interpretirati i kantovski, pa se time vraćamo na razmatranja koja smo otvorili u poglavlju o Kantovom apriorizmu. Posle otkrića opšte teorije relativiteta, javljaju se pokušaji neo-kantijanaca da pomire ovu teoriju sa Kantovim stanovištem. Jedan način na koji bi kantovci mogli da razmišljaju je sledeći. Apriori karakter prostora i vremena može da se brani i dalje ukoliko dozvolimo da euklidski prostor jeste “upisan” u strukturu naših čula, pa je jedini način na koji možemo da percipiramo prostor u skladu sa euklidskom geometrijom, ali ukoliko takodje dozvolimo mogućnost da govorimo o drugačijoj vrsti percepcije (npr. u skladu sa Rimanovom geometrijom) za neka moguća bića koja imaju drugačije forme čula.

Ipak, sam Anštajn smatrao je da nova teorija fizike ne može da se pomiri sa Kantovim stanovištem i to pre svega zato što u izboru onoga što ćemo nazvati “apriornim elementom” jedne naučne teorije postoji zapravo doza arbitrarnosti. Odredjene elemente teorije možemo izabrati kao povlašćene i proglasiti ih za apriorne, odnosno ne-empirijske, ali zapravo ne postoji nikakav kriterijum u izboru tih povlašćenih elemenata teorije. S obzirom da tek u totalitetu teorije poseduju empirijski sadržaj, neko drugi može u istoj teoriji izabrati neke druge elemente za apriorne i u načelu, mi ne bismo imali način da odredimo ko je od njih u pravu. Ovo govori u prilog tome da je ove “povlašćene” elemente teorije bolje shvatiti kao prigodne konvencije koje biramo u skladu sa teorijskim potrebama i koje su u nekom budućem trenutku takodje podložne reviziji. Ukoliko ih shvatimo kao apriorne elemente koji se ne mogu menjati to može biti čak štetno po napredak naučnih teorija.²³

Na kraju, razmotrićemo još jedan Rajhenbahov argument protiv konvencionalizma, koji se poziva na razliku između topoloških i metričkih svojstava. Ono što on naziva relativizmom geometrije može da važi, po Rajhenbahu, samo dok se

23 Don A., Howard, “Einstein's Philosophy of Science”, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2010 Edition)

držimo metričkih odnosa, kao što bi na primer bio odnos između obima i prečnika kruga. Mi međutim imamo pri ruci i topologiju prostora, odnosno razmeštaj tačaka u prostoru, jednih u odnosu na druge. Ove topološke karakteristike nam omogućavaju da utvrdimo realnu geometriju sveta. Ako u Poenkareovom svetu stanovnici nisu bili u stanju da odluče da li je površina njihovog sveta Euklidova ravan ili sedlasta površina Lobačevskog, to je zato što su se držali samo metričkih svojstava. Ali sa topološke tačke gledišta među njima je moguće odlučiti.

Uzmimo na primer topološku razliku između sfere i ravni. Površina sfere je takva da bi neko polazeći od tačke A, ako ide pravo, morao ponovo da dospe u istu tačku, što kod ravne površine nije slučaj. Ako bi neko dvodimenzionalno biće koje živi na sfernoj površini želelo da ipak usvoji geometriju ravni, ono bi moralo da tvrdi da je idući pravo došao u neku različitu tačku B, koja je u svakom pogledu, osim numerički, identična sa tačkom A. Po Rajhenbahu, ovo bi vodilo do anomalija u zakonu kauzaliteta, jer bismo morali da prihvatimo kauzalnu medjuzavisnost za događaje na rastojanju. Ako prihvatimo normalnu kauzalnost, možemo da utvrdimo istinsku geometriju, pa je princip kauzalnosti u krajnjoj liniji ključ za rešavanje pitanja geometrije.

Ali konvencionalizam se može braniti i po pitanju topoloških a ne samo metričkih karakteristika prostora. Pogledajmo primer koji daje Sklar.²⁴ Na prvi pogled izgleda da u metričkom smislu neka cilindrična i ravna površina mogu biti identične za dvodimenzionalna bića zatvorena u njima, dok o tome kakva je površina ipak mogu eksperimentalno da odluče ispitujući topološke karakteristike. Sada zamislimo da je ravna površina podeljena skupom paralelnih pravih linija koje se nalaze na jednakom odstojanju jedne od drugih. Sve ovako dobijene pruge su identične među sobom. U ovakvoj situaciji moguće je braniti konvencionalizam i na planu topologije. Menjajući druge delove teorije, stanovnici ove površine mogli bi da prilagode svoju evidenciju bilo kojoj od dve slike sveta. U cilindričnom modelu, jedan događaj sada nije nalik nijednom drugom događaju u prostoru u isto vreme, dok je u modelu ravni svaki događaj u prostoru praćen neograničenim brojem kvalitativno identičnih događaja u drugim prugama koji se razlikuju samo numerički.

Mi smatramo da možemo da konstruišemo prigovor u duhu već pomenutog Anštajnovog prigovora i za Rajhenbahovo pozivanje na pojam kauzaliteta kao poslednje прибежиште za određivanje realne geometrije sveta. U određivanju pojma "normalne kauzalnosti", ponovo je već učestvovala neka teorija geometrije. To postaje očigledno tim pre što Rajhenbah govori o kauzalnom dejstvu "na rastojanju", pa se pokazuje da je u formulisanju pojma "rastojanja" određena geometrija već pretpostavljena.

Konvencionalizam u geometriji, naročito u obliku u kome ga je zastupao Anštajn, često se uzima kao paradigmatički primer za ispravnost Dijem-Kvajnovе teze, o nemogućnosti odlučivog opovrgavanja izolovanih hipoteza. Prema Anštajnovoj koncepciji geometrije, koju smo već grubo skicirali, izolovan geometrijski sistem nikad ne možemo da podvrgnemo empirijskom testu, već to možemo učiniti samo za celinu koja se sastoji od sume fizičke i geometrijske teorije (F+G). Ukoliko želimo da usvojimo određenu vrstu geometrije, mi je možemo dovesti u operacionalni sklad sa iskustvom prilagodjavanjima na strani fizičkih zakona teorije. Samo teorija u celini je nešto što možemo empirijski proveravati, odnosno što treba da bude u skladu sa iskustvom.

Dijem i Kvajn ovo stanovište su branili za hipoteze i teorije uzete generalno. Mi nikada ne proveravamo iskustveno izolovane hipoteze, već čitav kompleks hipoteza koje su medju sobom isprepletane. Ukoliko iskustvo protivreči ispitivanoj hipotezi, u načelu mi tu hipotezu uvek možemo da odbranimo, tako što ćemo za neuspeh okriviti neku pomoćnu hipotezu iz ovog kompleksa. Odlučivo opovrgavanje otuda nije moguće. Nema krucijalnog eksperimenta koji bi definitivno mogao da odluči izmedju dve suparničke teorije. Izbor geometrije predstavljao bi specijalan slučaj ove tvrdnje.

Radmila Jovanović
Filozofski fakultet Univerziteta u Beogradu

Radmila Jovanović

Three Views on Epistemological Status of Geometry (Summary)

The subject of this paper is the epistemological status of geometry. This problem appeared in the beginning of XIX century, after the birth of non-euclidean geometries. This scientific discovery had a big influence on philosophy of science. We will deal with different systems of geometry, interpreted by means of physics. We will discuss several positions regarding their epistemological status. The key question is about the nature of geometry as a science- is there one real geometry of our world and which one? Both

euclidean and non- euclidean geometries can be seen as to be in accordance with our experience by introduction of a different laws of physics but the question is if the couple P + G (physics + geometry) can be empirically tested. We will expose three different positions about these problems : Kant's apriorism, empiricism and conventionalism.

KEY WORDS: euclidean geometry, non-euclidean geometries, apriorism, empiricism, conventionalism.