

Ilija Marić

BOLCMANOVA FILOSOFIJA NAUKE

APSTRAKT: *Bolcmanov radni vek se uslovno može podeliti na naučni i filozofski, koji obuhvata poslednjih desetak godina života. Od Ernsta Maha 1903. preuzima katedru za filozofiju nauke na Bečkom univerzitetu. Veliki fizičar je imao solidno filozofsko obrazovanje, a među manje poznate izvore njegovih filozofskih ideja spadaju i Principi metafizike (1904) srpskog mislioca Branislava Petronijevića. Svoju filozofiju nauke nije sistematski izložio u nekom posebnom spisu. Pojedine njene aspekte u prvom redu možemo rekonstruisati iz članaka i predavanja sakupljenih u zbirci Popularni spisi (1905). Bolcmanovo shvatanje nauke visoko je ocenio P. Fajerabend, a K. Poper je tvrdio da je najviše saglasan sa filozofijom nauke ovog bečkog fizičara.*

KLJUČNE REČI: *Bolcman, Petronijević, naučna teorija, hipoteza, realizam, atomizam.*

Ludvig Bolcman (1844-1906), čiju stogodišnjicu smrti sada obeležavamo, spada među one fizičare čiji je naučni rad prožet filozofskom refleksijom. Povodom ove okrugle godišnjice ne možemo a da se ne prisetime obeležavanja šezdeset godina njegovog rođenja kada su svoje priloge za impresivan *Festschrift* (Leipzig, 1904) dali mnogi značajni naučnici iz raznih zemalja, među kojima su bili i Pjer Dijem, Maks Plank, Ernst Mah i Gotlob Frege, što samo po sebi govori o ugledu koji je uživao među svojim savremenikima. Njegova filozofska shvatanja pak nisu samo važna za razumevanje njegovog naučnog rada nego su imala i širi značaj za filozofiju nauke, što opravdava temu ovog izlaganja. Priznanje Bolcmanu kao filozofu iskazano je odavno. Tako je, na primer, poznata osmotomna *Edvardsova enciklopedija filozofije* (1968) donela posebnu odrednicu o Ludvigu Bolcmanu koju je napisao jedan Paul Fajerabend, a potom on ima svoje mesto u svim znatnijim filozofskim enciklopedijama na engleskom govornom području.

Razumevanje filozofije

O Bolcmanu je napisano dosta naučnih i popularnih studija, ali malo monografija.¹ O njegovom filozofskom stanovištu, međutim, malo je posebnih članaka ili

1 Što se naše teme tiče, izdvojimo sledeće: Broda, E., Ludwig Boltzmann: *Mensch, Physiker, Philosoph*, Franz Deuticke, Wien, 1955 (postoji i engleski prevod objavljen kod Ox Bow Press,

studija u časopisima i zbornicima radova, ove teme su se istraživači više doticali u okviru širih razmatranja naučnih rezultata ovog austrijskog fizičara, kako u monografijama tako i u studijama i člancima.² U poslednjoj deceniji prošlog veka pojavila se dvotomna monografija Džona Blekmora u kojoj se analizira biografija i filozofski rad tokom poslednjih šest godina bečkog fizičara.³

U Bolcmanovom opusu su u ovom kontekstu važne dve publikacije: *Populäre Schriften* (1905; izbor Bolcmanovih popularnih članaka sačinila je E. Broda i sa vlastitim uvodnim tekstom objavila ga 1979) i beleške predavanja koje je priredila i posthumno objavila Ilze Fazol-Bolcman (*Ludwig Boltzmann: Principien der Naturphilosophie*, Berlin, 1990). Postoji i izbor članaka u prevodu na ruski⁴ i engleski jezik.⁵

Bolcmanov radni vek se uslovno može podeliti na dva nejednaka dela. Prvi je posvećen fizici i on se nekako završava 1898, kada objavljuje drugi tom svojih predavanja o teoriji gasova. Drugi, kraći deo je posvećen filozofiji. Ovaj period počinje 1886, kada je 29. maja održao predavanje na svečanoj sednici Carske akademije nauka na temu „Der zweite Hauptsatz der mechanischen Wärmttheorie” (Drugi zakon termodinamike), što je označilo pojačano zanimanje za filozofiju, i traje do kraja života. Ova podela je uslovna utoliko što se on oduvek zanimao za filozofiju, a nikada se nije prestao baviti fizikom i ona podrazumeva preovlađujuće preokupacije u određenim periodima života.

Kakvo je bilo Bolcmanovo filozofsko obrazovanje? On je završio gimnaziju u Lincu gde je učio filozofsku propedeutiku prema udžbeniku austrijskog filozofa Roberta Cimermana (*Philosophische Propädeutik*, 1852), a fiziku u Beču morao je da upiše u okviru Filozofskog fakulteta pa ne čudi što je Bolcman odslušao deset kurseva iz filozofije. Time je stekao solidno predznanje iz filozofije u to vreme. Prema tome, iako nije studirao filozofiju ne može se bezrezervno tvrditi da je u ovoj oblasti bio potpuno samouk, kao što je to tvrdila Engelbert Broda, biograf ovog fizičara, u članku „Filozofska biografija Ludviga Bolcmana” (1973).

Woodbridge, Conn., 1983); Tomaš, M., *Filozoficky portrét Ludwiga Boltzmanna*, Praha, 1970; Stiller, W., *Ludwig Boltzmann: Altmeister der klassischen Physik*, Leipzig, 1988; Hörz, H., Laass, A., *Ludwig Boltzmanns Wege nach Berlin: Ein Kapitel österreichisch-deutscher Wissenschaftsbeziehungen*, Berlin, 1989; Cercignani, C., *Ludwig Boltzmann: The Man Who Trusted Atoms*, Oxford, 1998.

2 Kod nas je o Bolcmanu monografiju napisao Milan O. Raspopović, *Ludvig Bolcman u fizici i filozofiji*, Beograd, 1978.

3 Blackmore, J., (ed.), *Ludwig Boltzmann: His Later Life and Philosophy, 1900-1906*, Book 1: *A Documentary History*; Book 2: *The Philosopher*, Boston Studies in the Philosophy of Science, Dordrecht/Boston, 1995.

4 Больцман, Л., *Очерки методологии физики*, Москва, 1929; Франкфорт, У. И., (ред.), *Статьи и речи – научное творчество Больцмана*, Москва, 1970.

5 McGuinness, B., (ed.), *Ludwig Boltzmann - Theoretical Physics and Philosophical Problems, Selected Writings*, Dordrecht, 1974. Ovde je prevedeno 14 članaka iz *Popularnih spisa*, uz dva članka izvorno objavljena na engleskom kao i fragmenti iz Bolcmanovih „Predavanja o principima mehanike”.

Džon Blekmor je iznašao da se među tri malo poznata izvora Bolcmanovih filozofskih ideja, pored pomenutog spisa Roberta Cimermana, nalaze radovi Oskara Šmic-Dimona kao i *Principi metafizike* srpskog filozofa Branislava Petronijevića. Blekmor pretpostavlja da Bolcmanovo, kao i Mahovo, zanimanje za Petronijevićeve filozofske radove bar delimično mora poticati otuda što je srpski filozof zastupao teoriju matematičkog diskontinuuuma (diskretuma) kao i teoriju višedimenzionog prostora.⁶ Bolcman je čitao Petronijevića poslednjih godina života (prvi tom Petronijevićevih *Principa metafizike* pojavio se 1904. godine) i pominjao ga je na svojim predavanjima iz filozofije nauke. Od njega je, na primer, preuzeo izraz „naivna kritika” itd.

U pristupnoj besedi izgovorenoj 1903, prilikom preuzimanja od Maha katedre za filozofiju nauke u Beču, Bolcman se osvrnuo i na vlastiti filozofski razvoj.⁷ Istakao je upadljivu nesrazmeru između nepreglednog područja filozofije i slabih snaga pojedinca, u ovom slučaju njega samog, tokom kratkog ljudskog veka. Želeći ipak da se što bolje obavesti o glavnim filozofskim učenjima, što će reći središnjem toku filozofske tradicije, on se najpre okrenuo velikom nemačkom misliocu – Hegelu. Sa iskustvom jednog uspešnog i pronicljivog fizičara, koji je izvežban da intelektualni potencijal koristi na određeni način, Bolcman je razočarano konstatovao da u Hegelovim tekstovima ima mnogo nejasnih i olako izrečenih reči. Tako čitana, Hegelova filozofija mu je ne samo zvučala kao strana melodija, nego i kao niz besmislica. Ono što je Bolcman tražio i mogao naći u filozofiji, ono dakle za šta je imao intelektualne naočare, bilo je veoma daleko od duha Hegelove misli: njegovoj optici je izmicala veličina i glavne poente jedne, u sasvim drugom ključu, velike filozofije. Očito je da mu je bio bliži duh prirodnjačkog materijalizma i pozitivizma koji je u to vreme bio veoma uticajan u nemačkoj filozofiji. Gledana u optici empirijskih prirodnih nauka u ekspanziji, filozofska tradicija nije izgledala sjajno, bleдела je i od nekadašnje kraljice nauka postajala je u najboljem slučaju njihova sluškinja.

U želji da ublaži razočarenje, Bolcman je potom proučavao tada dosta čitanog Šopenhauera. Ali se pokazalo da je, kako sam veli, vođen nesrećnom zvezdom, dospao ispod kiše pod krupu. Razočarenje u Šopenhauerovu misao bilo je toliko da je 1905. održao jedno predavanje o nemačkom učitelju pesimizma koje je naslovio onim istim rečima koje je Šopenhauer, u svojoj mržnji i ljubomori, uputio Hegelu, „Dokaz da je Šopenhauer glup, neznalica koji prodaje gluposti i, svojom

6 Videti Blackmore, J., *Ludwig Boltzmann. His Later Life and Philosophy, 1900 – 1906. Book One: A Documentary History, Boston Studies in the Philosophy of Science*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1995, p. 220, 251.

7 Videti „An inaugural lecture on natural philosophy” in: McGuinness, B., ed., *Ludwig Boltzmann – Theoretical Physics and Philosophical Problems, Selected Writings*, pp. 153 – 158.

praznom glagoljivošću, potpuno i zauvek loše utiče na druge”. Ovo predavanje je potom štampano pod naslovom „O jednoj Šopenhauerovoj tezi”. Slično su potom prošli Herbart, Berkli pa čak i jedan Kant. On je bio veliki protivnik idealizma, posebno onog klasičnog nemačkog. Sve u svemu, Bolcman je priznao da se u njemu nije javila samo odbojnost nego čak i mržnja prema filosofiji. Pri tome se težio time da su u to vreme većina prirodnjaka delili ovakav stav prema filosofiji koju su u liku metafizike, u pozitivističkom maniru, nastojali proterati daleko od nauke. On sam je govorio da je više filosofije našao kod fizičara nego kod idealista.

Razume se da ovakav stav prema filosofiji nije mogao potrajati dugo. Ova se pokazala znatno žilavijom i nije se dala tako lako otpisati. Bolcmanu je izgledalo kao da je metafizika neodoljivim čarom prekrila ljudski um, čarom koji nije izgubio svoju moć i pored svih neuspešnih pokušaja da se ovaj njen veo podigne i um raščara. Filosofiranje je izgledalo kao urođeno i neiskorenjivo. Tako su Robert Majer, Maksvel, Helmholtz, Kirhof, Ostvald i mnogi drugi fizičari i hemičari rado prineli žrtve filosofiji, veli Bolcman, i prihvatili njena pitanja kao najviša tako da se početkom XX veka ova našem fizičaru opet doimala kao kraljica nauka. Bolcman se doduše, ne bez zadovoljstva, priseća Bekonove zlobne opaske kako će filosofija večno ostati devica, jalova, bez poroda, ali smatra da je ipak vredno ispitati da li doista svaka spekulacija mora biti neplodna.

O kakvoj filosofiji zapravo govori Bolcman? U američkom predavanju „O statističkoj mehanici” (1904) on sasvim u duhu nastupajuće naučne filosofije novopozitivista govori kako prirodnjaci s pravom preuzimaju filosofska pitanja o uzročnosti, materiji i slično. On se potom, sasvim konsekventno, (popеровski) pita kako zapravo razgraničiti prirodnu nauku i filosofiju. Prema njegovom mišljenju, filosofija je srazmerno malo doprinela rasvetljavanju pomenutih pitanja tako da se mora prihvatiti kao razočaravajuća i okolnost da su ova pitanja tradicionalno shvatana kao filosofska. Stoga on smatra da jednostrano razmatranje ovakvih pitanja, bilo na način filosofije ili na način nauke, mora ostati bez većih rezultata, a pravi put bi bio u saradnji nauke i filosofije, kako bismo mi to danas rekli – interdisciplinarnan. Filosofija kojoj se on protivi jeste metafizika, koju on naziva „mentalnom migrenom” i od koje se možemo izlečiti tako što ćemo zakone mišljenja dovesti u harmoniju sa iskustvom. Tako on nekako vidi interdisciplinarno rešavanje tradicionalnih filosofskih problema.

Prava, napredna filosofija, kako je on vidi, ima pozitivnu ulogu koja se ogleda u njenoj saradnji sa prirodnim naukama. U pomenutom predavanju o Šopenhaueru Bolcman je ovako odredio zadatak filosofije: „Po mom mišljenju, zadatak filosofije u budućnosti biće da formuliše fundamentalne pojmove na takav način da su u svakom slučaju najprecizniji mogući pravci dostupni namernoj intervenciji u svetu događaja”. Nije stoga neobično što su u Bolcmanovim spisima fizika i filosofija neodvojivo povezane. On je nastojao da opšte filosofske ideje poveže sa fizičkim

činjenicama u koherentno gledište. Razumljivo je takođe što je kritikovao ne samo tradicionalnu filozofiju – prema kojoj je, kao što smo videli, osećao ne samo prezir nego čak i mržnju – koja se držala čiste spekulacije i nudila nejasne i apsurdne ideje, nego i njemu savremene fizičare-filozofe, poput Maha i Ostvalda, koji su išli u drugu krajnost i verovali da mogu razvijati strogo fenomenalističku fiziku koja ne ide dalje od pukog fizičkog iskustva. A kakva je atmosfera vladala u filozofskim krugovima u Beču početkom XX veka svedoči i podatak da je Bolcman, sa ovakvim razumevanjem filozofije, poslednjih godina svog života češće posećivao sastanke filozofskog društva nego sastanke fizičara.

Zbog ovih pomeranja u razumevanju filozofije neki razlikuju tri perioda u Bolcmanovom razvoju. Tako Blekmor drži da je Bolcman zastupao realizam sve do devedesetih godina XIX veka, zatim fenomenalizam i Mahovu filozofiju sve do oko 1904, a onda jezičku filozofiju do smrti. Iako sam Bolcman u predgovoru svojim *Popularnim spisima* govori o menama u vlastitom stanovištu, nismo sigurni da je ova Blekmorova odsečna periodizacija sasvim opravdana.

Filozofija nauke

Nakon što se 1901. prerano povukao oboleli Ernst Mah, koji je na Bečkom univerzitetu držao „Istoriju i teoriju induktivnih nauka”, Bolcman je tokom 1903. tri časa nedeljno držao kurs „Metod i opšta teorija prirodnih nauka”. Sam poziv da zameni Maha na katedri za filozofiju nauke u Beču bilo je priznanje njegovom dotadašnjem filozofskom radu.⁸ Ovaj događaj ima osobeno značenje. Imam u vidu okolnost da je Mah, koliko nam je poznato, prvi u svetu dobio katedru i započeo predavanja iz istorije i filozofije nauke. Bilo je to 1895. i tu godinu možemo uzeti za početak institucionalizacije filozofije nauke kao posebne filozofske discipline. Drugim rečima, taj datum bi se mogao uzeti i za početak filozofije nauke kao filozofske discipline.⁹ Bolcman je, dakle, drugi po redu univerzitetski predavač ove filozofske discipline i u tom pogledu predstavlja važnu njenu epizodu.¹⁰

Evo kako se ovih Bolcmanovih predavanja seća Filip Frank, kasnije poznati filozof nauke i član Bečkog kruga: „Sećam se predavanja velikog fizičara Bolcmana o filozofiji fizike kojima sam prisustvovao kao student. Uprkos ličnoj veličini

8 Njegova predavanja iz filozofije prirode izazvala su veliku pažnju tako da je uvodno predavanje bilo veoma posećeno. Beleške sa nekih od ovih predavanja su sačuvane i objavljene u Berlinu kao *Principien der naturphilosophi* (1990).

9 Razume se, filozofsko promišljanje nauke je znatno starijeg datuma, počinje još od Platona. Ali sintagma „filozofija nauke” je znatno mlađa: prvi put se javlja 1840. već u naslovu jedne Hjelove knjige (Whewell, W., *Philosophy of the Inductive Sciences*, I-II, London, 1840).

10 Setimo se da će u ovom nizu predavača na bečkoj katedri za filozofiju nauke doći i Moric Šlik, čelnik Bečkog kruga, intelektualne zajednice koja je prvobitno započela kao „Društvo Ernsta Maha” i koja će biti zaslužna za razvoj i širenje ove discipline u svetu.

predavača, efekat kursa je bio slabašan zbog nedostatka koherentnog pristupa”.¹¹ Naime, Bolcman, po Frankovom mišljenju, nije imao jednu središnju ideju, kao što su je imali Mah, Poenkare ili Bridžmen, oko koje bi organizovao svoja predavanja ili eventualnu sistematsku raspravu, knjigu, i stoga nije ostavio mnogo traga među svojim slušaocima. On je, videli smo, pored istraživačkih radova iz fizike, povremeno objavljivao i takozvane popularne članke koji su poglavito bili filozofskog karaktera. Ovih se do 1903, kada je dobio katedru filozofije nauka, nakupilo oko petnaestak i oni su svi ušli u knjigu *Popularni spisi*, koja sadrži i još desetak srodnih radova nastalih poslednjih godina života.

Popularne spise čine 23 članka, pisana različitim povodima u rasponu od 1886. do 1905. godine. Ovim spisima se mogu priključiti njegova izlaganja o Maksvelovoj teoriji elektriciteta (1873; I, 1891 i II, 1893), fragmenti predavanja o gasnoj teoriji (1895, 1899), te *Predavanja o principima mehanike* (1897, 1900). Među pomenutim tekstovima od naročitog filozofskog interesa su adrese u čast značajnih fizičara njegovog vremena (Kirhof, 1887; Lošmit, 1895; Štefan, 1895), kao i njegove refleksije o prirodi fizičke teorije (1890) i metodu teorijske fizike (1892, 1899). To su prigodni članci, pisani kao odgovor na konkretne kritike upućene njegovim naučnim radovima o kinetičkoj teoriji gasova i statističkoj mehanici i njenoj pratećoj metodologiji. Mnogi od njegovih vrednih eseja procenjuju gledišta Maksvela, Herca, Maha, Ostvalda i Kirhova, pri čemu se ponekad teško razaznaje da li Bolcman izlaže vlastita stanovišta ili samo opisuje tuđa. Nasuprot popularnim i filozofskim člancima stoji 139 bibliografskih jedinica naučnih radova i predavanja iz fizike.

Valja odmah naglasiti da Bolcman, za razliku recimo od Maha ili Ostvalda, nikada nije napisao neku sistematsku raspravu iz filozofije, pa ni iz filozofije nauke, ako ostavimo po strani njegova predavanja *Principi filozofije prirode*. Ali, prema svedočenju Filipa Franka, ni ova predavanja nisu imala središnju ideju i stoga im jer nedostajala koherentnost i sistematičnost. Njegova filozofska gledišta su uzgredno iznošena u raznim popularnim i prigodnim predavanjima, kao i pojedinim naučnim spisima. Otuda neće biti moguće rekonstruisati neku Bolcmanovu celovitu filozofiju nauke. Rekonstrukcija će se odnositi pre na pojedine teme iz ove oblasti, ne teme kojih se Bolcman doticao u člancima sabranim u *Popularnim spisima*.

U svojoj intelektualnoj autobiografiji *Traganje bez kraja*, pisanoj šezdesetih i dopunjenoj početkom sedamdesetih godina XX veka, Karl Popper, bečki filozof koji tek što je došao na svet u vreme kada je Bolcman držao predavanja iz filozofije nauke na Bečkom univerzitetu, kaže: „Bolcman je slabo poznat kao filozof; sve doskora nisam mnogo znao o njegovoj filozofiji i još uvek znam manje nego što bi trebalo. Ipak, sa onim što znam saglasan sam, više možda no sa bilo kojom drugom

11 Frank, Ph., *Modern Science and Its Philosophy*, Collier Books, New York, 1961, p. 244.

filozofijom”.¹² Iskoristićemo ovu Poperovu izjavu da ispitamo na šta je ovaj značajni filosof nauke XX veka konkretnije mislio kada je ovakvo priznanje uputio ne Bolcmanu fizičaru nego Bolcmanu filosofu.

Bolcman, kao oduševljeni Darvinov sledbenik, proširio je tezu evolucije i na poreklo života i na razvitak mišljenja, na kulturnu a ne samo na biološku evoluciju. On je držao da su naše ideje rezultat procesa prilagođavanja na okolinu po sistemu pokušaja i grešaka, što je zamisao koje će se kasnije držati i Poper. Doduše, neke od ovih ideja, poput ideje da je prostor euklidski, može izgledati urođena u smislu da je pojedinac stekao tu ideju tokom razvoja vrsta. Otuda snaga ovakvih ideja, utisak njihove nepopravljivosti, ali bi, veli Bolcman, bilo pogrešno pretpostaviti, poput Kanta, da su one apsolutno tačne. Dalji razvoj vrsta, potpomognut naučnim istraživanjima, mogao bi voditi njihovim modifikacijama i poboljšanjima.

Naredna Bolcmanova zamisao, koja će kasnije takođe postati bliska Poperu, jeste zamisao o hipotetičkom karakteru naučnog znanja. On nije verovao da se fizika može osloboditi hipoteza. U prvom redu, do takve fizike se ne može doći. I oni, poput fenomenalista, koji nastoje da budu što bliži iskustvu ne bi li oslobodili fiziku od hipoteza, dospevaju samo do manje proizvoljnih pretpostavki. Oni polaze od eksperimentalnih zakona koji važe za makroskopske predmete, ali iz njih izvode zakone za koje pretpostavljaju da važe na mikronivou. Tokom daljeg ispitivanja ovi potonji zakoni jednako su, dakle, hipotetički.

Nadalje, Bolcman sumnja da li bi fizika bez hipoteza uopšte bila poželjna. Onaj ko smelo transcendirira iskustvo ima veće šanse da dođe do iznenađujućih otkrića. Stoga fenomenalistička fizika nema mnogo razloga da se diči svojim prijanjanjem uz činjenice. On naglašava da se zgrada naučnih teorija ne sastoji od nepobitnih istina nego od poglavito proizvoljnih elemenata koje on naziva hipotezama. Fajerabend smatra da je uočavanjem hipotetičkog karaktera čitavog našeg znanja Bolcman bio ne samo ispred svog vremena nego možda i ispred našeg vremena. Naime, obe ekstremne pozicije, one apriorista i empiričara, držale su kako su pokazale postojanje nepopravljivih načela. Aprioristi, tražeći podršku za svoje tvrdnje, pozivali su se na zakone mišljenja, a empiričari na iskustvo i indukciju. Većina mislilaca su bili aprioristi ili empiristi, dok su konsekvence koje je Bolcman izveo iz svog stanovišta prihvatane sporo i nerado.

Jedna od pomenutih konsekvenci jeste da teorije nadilaze iskustvo. One to čine na dva načina. Jedan je taj što teorije iskazuju više od onog što sadrže eksperimentalni rezultati, a drugi je taj što teorije eksperimentalne rezultate prikazuju na idealizovan način. Prema tome, iz ugla eksperimentalnih činjenica, teorije su samo delimično određene činjenicama, one su, kao se to kaže, poddeterminisane, subdeterminisane činjenicama. Na ovome ćemo se malo zadržati.

12 Poper, K., *Traganje bez kraja. Intelektualna autobiografija*, Nolit, Beograd, 1991, str. 201-202.

Bolcman smatra da se „zadatak teorije sastoji u konstrukciji čisto unutrašnjih slika spoljašnjeg sveta koje bi služile kao zvezde vodilje u svim našim razmišljanjima i eksperimentima”.¹³ Za njega su, u tom smislu, i Kulon, Robert Majer i Faradej teoretičari jer im je zvezda vodilja bila slika prirode u vlastitom umu, a ne neki praktični cilj. Ljudski um stvara takve slike i sve više ih prilagođava spoljašnjem svetu. Glavni zadatak teorije jeste stalno usavršavanje ove slike, kao što to pokazuje razvoj teorije od presokratovaca do danas. Bolcman posebno ističe ogroman uticaj teorije na praktični život ljudi. On kaže da je teorija, pored svoje intelektualne misije, najpraktičnija stvar koja se može zamisliti, ona je suština same prakse. Jedan od njegovih učenika, fizikohemičar Valter Nernst, ovako je sažeto izrazio učiteljev stav: „Ništa nije praktičnije od teorije”.¹⁴ Bilo bi uzaludno nastojati da se sve metafizičke slike uklone iz teorija i da ostanu samo gole matematičke jednačine. On sam je na svojim predavanjima pisao samo krajnje rezultate, bez izvođenja, a čitava priča je bila kvalitativna, u tim metafizičkim slikama, hipotezama. Prema Bolcmanu, naime, cilj fizike nije da dođe do golih matematičkih jednačina nego da konstruiše koherentnu sliku fizičke stvarnosti. U ovom svetlu valja sagledati i njegovo zastupanje naučnog realizma, uključujući i atomističku sliku sveta.

„Dok eksperimentalna fizika nastoji da iznađe nove pojave, napori teorijske fizike su usmereni na shvatanje datih pojava u njihovoj potpunosti, i kvalitativno i kvantitativno.” U članku o Jozefu Štefanu (1895) Bolcman pobliže rasvetljava šta za njega znači shvatiti nešto u teorijskoj fizici. To znači iznaći osnovne uzroke pojava ili, drugim rečima, eksperimentalne rezultate sagledati sa jedinstvenog stanovišta, učiniti ih transparentnim, opisati ih što je moguće jasnije i jednostavnije tako da se jasnije shvate sa raznih strana.

Činilo mu se da postoji temeljna razlika između eksperimentalne i teorijske fizike. Izgleda da je prilično dogmatski, da ne kažemo naivno, razumevao naučne činjenice. Smatrao je da svaka sigurno ustanovljena činjenica ostaje zauvek nepromenjena. Ona, u najboljem slučaju, može biti proširena, nadopunjena, može joj se dodati neka nova činjenica, ali se ne može potpuno oboriti. Tu je on nalazio razlog za tvrdnju da je razvitak eksperimentalne fizike progresivan i kontinualan, bez prevelikih skokova tako da ga ne remete velike revolucije i trzavice. Previđao je, međutim, ono što su otprilike u isto vreme francuski konvencionalisti već bili uočili, naime prožetost činjenica teorijom, to jest okolnost da se činjenice ne mogu ni konstituisati bez teorije. Drugim rečima, nije moguće striktno razdvajanje

13 U članku „O važnosti teorija” (1890).

14 Ovo podseća na Aristotelov stav iz *Nikomahove etike* da je teorija najviši oblik prakse, ali je po smislu sasvim različito. Dok se kod Aristotela pod praksom razumeva ljudski život u zajednici, Bolcman pod praksom ima u vidu primenu naučne teorije.

činjenica i teorije. Nemajući u vidu ovu neodvojivost činjenica i teorije, Bolcman je teorijsku fiziku sagledavao kao sasvim odvojenu od eksperimentalne.

Doduše, i logički nužne istine ostaju takođe neopozive. Ali, veli Bolcman, iskustvo nas uči da naše teorijske konstrukcije nipošto nisu izgrađene sasvim iz takvih istina koje su logički neopozivo zasnovane. One su pre sačinjene od slika – koje su često proizvoljne – međusobnih odnosa među pojavama, to jest od takozvanih *hipoteza*. On s pravom naglašava da ako nismo spremni da idemo bar malo dalje od onoga što se direktno opaža, nećemo doći do teorije, nećemo doći čak ni do shvatljivog opisa prirodnih činjenica pogodnog za predviđanje budućih događaja. Ovo je kritika fenomenološke fizike kakvu je zagovarao Ernst Mah u Nemačkoj ili Dijem u Francuskoj. Bolcman je demaskirao veliku iluziju onih fizičara koji su zamišljali da su njihove fizičke teorije slobodne od hipoteza i spekulacija. On je tvrdio da će hipoteze, koje ostavljaju prostora za maštu i smelo idu dalje od dostupnog materijala, uvek stimulisati nove eksperimente i tako postati prethodnica potpuno neslućenih otkrića.

Videći teorijsku fiziku kao sasvim odvojenu od eksperimentalne, Bolcman je sasvim drugačije sagledao njen razvoj u vremenu. Dok je eksperimentalnoj fizici priznavao kontinualnost, kumulativnost, neskokovitost – ona svojstva koja će pozitivistička istorija nauke priznavati nauci u celini – sve je to odricao teorijskoj fizici. Laicima je pripisivao da naivno zamišljaju kako se nova otkrića i ideje naprosto dodaju starim doprinoseći tako kumulativnom, kontinualnom razvoju nauke. To laičko viđenje – koje će, rekli smo, narednih pola veka negovati pozitivistička istorija nauke – on smatra pogrešnim. Bolcman izričito tvrdi da je razvoj teorijske fizike *uvek skokovit*. Evolucija teorija, i uopšte kulturna evolucija, dešava se skokovito poput darvinovske biološke evolucije. Dakle, evolucija teorije je diskontinualna, i ne dešava se na najjednostavniji i najlogičniji način. Ovo, rekli smo, ne važi samo za teorijsku fiziku nego i za sve oblasti ljudske intelektualne delatnosti. Svuda vlada opšti zakon evolucije. Tada veoma revolucionarna i relativno nova Darwinova teorija evolucije, naglasimo to, snažno se dojmila i Bolcmana. Neki su ovde videli anticipaciju Kunove teorije naučnih revolucija.

Bečki naučnik zaključuje da zadatak fizičara nije da iznađe apsolutno tačnu teoriju, nego da iznađe sliku koja je najjednostavnija moguća dok reprezentuje neku pojavu. Bolcmanu je jasno da su čak zamislive dve različite teorije koje su podjednako jednostavne i podjednako dobro objašnjavaju pojave. Iako različite, obe mogu biti podjednako tačne. Ovde je Bolcman opisao ono što će se u potonjoj filosofiji nauke nazivati poddeterminisanost ili nedovoljna determinisanost teorija činjenicama. Zbog ove nedovoljne determinisanosti, na osnovu istog činjeničkog materijala možemo izgraditi više različitih teorija koje mogu podjednako dobro objašnjavati poznate i predviđati nepoznate činjenice.

Bolcman drži da je iluzija fenomenalističko uverenje da se priroda može reprezentovati jednačinama koje ne nadilaze iskustvo. On kaže da jednačine ne reprezentuju bilo koji događaj potpuno tačno, nego svaka jednačina idealizuje, izdvaja zajedničke elemente a zanemaruje one različite, što će reći da ona ide dalje od iskustva. Ako želimo da predstavimo mnoga iskustva, uključujući i ona još neiskušena, buduća, veli Bolcman, onda je nužno da dodamo nešto iskustvu i stvorimo mentalne slike (hipoteze), nešto što nije iskustvo, i što je tek onda kadro da reprezentuje mnoga iskustva. U tom smislu fenomenalisti ne bi trebalo da se hvale time da ne idu dalje od iskustva. Uverenje nekih fizičara da spasenje leži u fenomenalizmu Bolcman odbacuje kao puku dogmu. Ona bi trebalo da bude jedino oprezna i da se ne udaljava suviše od iskustva. Fenomenolizam greši takođe ako veruje da on ne gradi sliku prirode. Bolcman smatra da se najbolji uspeh postiže ukoliko uvek koristimo prema potrebama naša sredstva slikanja i ne zanemarujemo da na svakom koraku te slike testiramo novim iskustvima.

Naredna konsekvencija Bolcmanovog stanovišta jeste da je najprimereniji metod prikazivanja naučnih rezultata deduktivni, što je opet stav koji će kasnije slediti Poper. U uvodnom poglavlju svoje knjige *Predavanja o principu mehanike* (1897) Bolcman razmatra deduktivni i induktivni metod. Osnovne ideje, sa kojim počinje dedukcija, su arbitrarne. Tek kasnije, posredstvom posebnih dedukcija, ovaj metod uspostavlja vezu sa iskustvom. Teškoća deduktivnog metoda je što ne prikazuje argument koji vodi do teorije. Nasuprot ovome, induktivni metod samo prividno uklanja ovu teškoću. On nastoji da prikaže kako se teorijske ideje dobijaju iz iskustva, ali ovi dokazi ne mogu izdržati strožiju kritiku. Osoben način na koji induktivni metod meša teorijske ideje i eksperimentalne pojmove vodi gubitku jasnosti i onemogućava da se prosudi konzistentnost čitave građevine. Ovaj nedostatak jasnosti u principima mehanike, prema Bolcmanu, povezan je sa okolnošću da se ne polazi od hipotetičkih slika koje je oblikovao naš razum nego se nastoji poći od iskustva. Prelaz na hipoteze je potom manje ili više prikriiven i pokušava se veštački konstruisati neke vrste dokaz da je čitava građevina slobodna od hipoteza. I to je jedan od glavnih razloga za nedostatak jasnoće.

Hipotetički, pretpostavni, i utoliko proizvoljni, karakter našeg znanja povlači da je najznačajniji metod istraživanja kritika, nastojanje da se hipoteze provere i obore. Time je Bolcman razvio važne momente onog metodskog stanovišta koji će kasnije razvijati i po njemu postati poznat Poper – falsifikacionizam. U nekrologu Jozefu Lošmitu Bolcman je sugerisao da se pokrene časopis koji bi se bavio samo negativnim eksperimentima, onim koji nisu uspeali potvrditi očekivane nalaze. Međutim, kritika se ne odvija samo u ravni poređenja teorija sa činjenicama nego i u ravni poređenja jednih teorija sa drugima.

Nakon ovog kratkog pregleda Bolcmanovog stanovišta u filosofiji nauke postaje jasnije zašto je Poper kazao da je on, prema onome koliko poznaje Bolcmanovu

misao, najviše saglasan sa filosofijom velikog bečkog fizičara koji je naglašavao ulogu hipoteza u nauci i važnosti uvođenja neopažljivih teorijskih entiteta i svojstava.

Bolcmanov realizam

I pored velikog interesa za filosofska pitanja, posebno za pitanja filosofije nauke, koje je po sopstvenom priznanju gajio od početka svog intelektualnog razvoja, Bolcman o ovim temama piše članke tek poslednjih dvadesetak godina svog života, nakon što je dao značajne doprinose fizici. Stoga se, bez dodatnih istraživanja, ne može pretpostaviti da je gledišta, izražena u objavljenim *Popularnim spisima*, Bolcman zastupao i ranije, u vreme objavljivanja svojih najznačajnijih radova iz fizike. Razumljivo je onda što i nema mnogo radova koji neposrednije dovode u vezu njegova filosofska stanovišta i njegov naučni rad. Mi ćemo se osvrnuti na njegov realizam u vezi sa atomizmom.

Prema naučnom realizmu naučna teorija, zavisno od toga na šta se odnosi, daje istinit opis vidljive ili nevidljive realnosti. Pri tome se pretpostavlja da čulno neopažljivi, takozvani teorijski entiteti, poput atoma, koje data teorija uvodi doista postoje. Istraživači su se razilazili po pitanju da li je poslednjih godina svog života, u svojoj filosofskoj fazi, Bolcman bio realista. Tako su E. Broda i J. Nyhof držali da Bolcman nikada nije napustio realizam, koga se držao u svom plodnom naučnom periodu, dok su Clark, Hiebert i Elkana smatrali da je on oslabio ili potpuno odbacio svoj realizam. Holanđanin Henk De Regt je pak mišljenja da je ovo razilaženje delimično uslovljeno nerazlikovanjem značenja pojma realizma na različitim nivoima. Da bi otklonio pomenutu zbrku on razlikuje ontološki, epistemološki i metodološki realizam.¹⁵ U nastavku izlaganja ukratko ćemo izložiti i prokomentarisati analizu Henk De Regta.

Bolcman je nesumnjivo bio ontološki realista. On je verovao u postojanje spoljašnjeg sveta, nezavisno od naše svesti. Odbacivao je idealizam koji je negirao realnost materijalnog sveta. Poznat je njegov stav o Berklijevom idealizmu kao o „najvećoj gluposti koju je ljudski um ikada smislio”. Mahov fenomenalizam, prema kome je realno samo čulno iskustvo, takođe je oblik idealizma i, kao što je poznato, Bolcman ga je odbacivao. Nadalje, Bolcman je podržavao ontologiju koja leži u osnovi kinetičke teorije, verovao je u postojanje atoma kao i u to da mehanički zakoni čine neophodnu osnovu prirodne nauke. Za njega objasniti jednu pojavu značilo je navesti njen mehanički model.

15 Henk W. De Regt, „Philosophy and the Kinetic Theory of Gases”, *The British Journal for the Philosophy of Science*, Vol. 47, 1/1996, pp. 31-62.

Unekoliko je složenija priča o epistemološkom nivou, to jest o pitanju saznanja neopažljive stvarnosti. Bolcman nije bio naivni realista, prema kome bi teorijski opis odgovarao realnosti u svim aspektima, odnosno bio njen mentalni odraz, subjektivni odraz objektivne stvarnosti. Naime, Bolcman je teoriju shvatao kao „mentalnu sliku” spoljašnjeg sveta koja postoji čisto internalno i služi nam kao zvezda vodilja i za mišljenje i za eksperiment. Kao mentalna slika, teorija je uvek subjektivna koja se prema pojavi odnosi kao znak prema označenom. Teorija je nešto što se ne može mešati sa realnošću. Neki su, poput Filipa Franka, u ovoj tački Bolcmana tumačili kao antirealistu. Ovde se, međutim, mora uočiti da za Bolcmana teorija ima izvesni afinitet prema realnosti, što se u naučnoj praksi u izvesnom smislu ispoljava kao korespondencija teorije i realnosti. Dakle, iako teorije, kao mentalno konstruisane slike, nemaju ono jednostavno, neposredno odgovaranje ili odslikavanje realnosti, one ipak imaju izvesne sličnosti sa realnošću tako da ih Bolcman u kontekstu naučne prakse razumeva realistički. Ovu poziciju De Regt naziva konstruktivni realizam, a Čerčinjani nedogmatski realizam.

Za Bolcmana su teorije deduktivne reprezentacije do kojih se dospeva hipotetičko-deduktivnim metodom. Do njih se ne može dospeti polazeći od sveta iskustva i u tom smislu one imaju element arbitrarnosti, što Bolcman smatra prednošću. Naime, naporedo mogu postojati različite mentalne slike, različite teorije o istoj stvari, pa ih je moguće porediti sa stvarnošću s obzirom na njihovu plodnost. Sam Bolcman je u ovom smislu razmatrao alternative kinetičkoj teoriji, kao što je teorija kontinuuma. Ova Bolcmanova metodološka realistička pozicija nazvana je teorijski pluralizam. Ona odražava darvinovsko gledište naučnog razvoja, prema kome se bira plodnija teorija. Ali Bolcmanov teorijski pluralizam govori i više od ovog darvinovskog tretiranja: on smatra da različite teorije mogu da odgovaraju različitim svrhama i mogu obe biti zadržane.¹⁶

Ilija Marić
Fizički fakultet, Beograd

16 Tekst je izložen 27. oktobra 2006. godine na Seminaru za istoriju i epistemologiju nauke koji u Institutu za fiziku u Zemunu vodi prof. dr Petar Grujić. Bilo je to jedno od predavanja u okviru ciklusa „Ludwig Boltzman (1844–1906)”, organizovanog povodom stogodišnjice smrti velikog fizičara i značajnog filozofa nauke.

Ilija Marić

Boltzmann's Philosophy of Science
(Summary)

Boltzmann's work can be roughly divided into scientific and philosophical, which comprises about the last ten years of his life. In 1903 he succeeded the chair of philosophy of science at the University of Vienna from Ernst Mach. The great physicist had a well-grounded philosophical education, and *Principien der Metaphysik* (The Principles of Metaphysics, 1904) by Serbian philosopher Branislav Petronijevic was among the less known sources of his philosophical ideas. There was no particular book in which he expounded systematically his philosophy of science. Some of its aspects can be reconstructed from his articles and lectures collected in the anthology *Populäre Schriften* (Popular Writings, 1905). Boltzmann's understanding of science was highly estimated by P. Feyerabend, and K. Popper claimed that he concurred the most with the philosophy of science of this Viennese physicist.

key words: Boltzmann, Petronijević, scientific theory, hypothesis, realism, atomism.