

čivaju, približni. Zakon koji je u dovoljnoj meri približan danas, napredak eksperimentalnih metoda će sutra učiniti nedovoljnim. Ili, ako ta približnost zadovoljava potrebe jednog fizičara, ne zadovoljava želje drugog. Tako fizički zakon uvek biva privremen i relativan. Njegova privremenost se ogleda i u tome što on ne povezuje realitete već simbole i što se uvek pojavljuju slučajevi u kojima simbol prestaje da odgovara stvarnosti. Zato se važenje fizičkih zakona može održati jedino ako se bez prekida radi na njihovom poboljšavanju i preinačavanju.

Tako se problem vrednosti fizičkih zakona postavlja na sasvim drugačiji način, beskrajno zamršeniji i delikatniji nego što je to slučaj sa problemom sigurnosti zakona zdravog razuma. Mogli bismo pokušati da odatle izvučemo začuđujući zaključak da poznavanje fizičkih zakona čini niži stepen znanja nego jednostavno poznavanje zdravorazumskih zakona. Zadovoljićemo se time da onima koji bi se upustili u izvođenje tog paradoksalnog zaključka iz prethodnih razmatranja odgovorimo ponavljajući u vezi sa zakonima fizike ono što smo rekli u vezi sa naučnim eksperimentima: sigurnost fizičkog zakona je u mnogo manjoj meri neposredna i mnogo ju je teže odrediti nego što je to slučaj sa zdravorazumskim zakonom; međutim, on prevazilazi ovaj potonji svojim duboko i do u detalje tačnim predviđanjima.

U ispravnost ovog stava ćemo se uveriti ako uporedimo zdravorazumski zakon „u Parizu Sunce svakoga dana izlazi na istoku, penje se na nebo, zatim silazi i zalazi na zapadu” sa formulama koje nam u svakom trenutku daju gotovo u sekundu tačne koordinate Sunčevog centra.

Tu preciznost detalja fizički zakoni mogu da postignu samo ukoliko žrtvuju nešto od čvrstine i apsolutne sigurnosti zdravorazumskih zakona. Između tačnosti i sigurnosti postoji neka vrsta kompenzacije; jedna može da raste samo ako druga opada. Rudar koji mi pokaže neki kamen može bez oklevanja i bez ograda da tvrdi da u tom kamenu ima zlata. Ali hemičar koji mi pokaže neku blistavu polugu i kaže da je to čisto zlato, mora da se ispravi i doda: ili gotovo čisto. On ne može tvrditi da ta poluga nema i neprimetnih tragova nekog drugog materijala.

Čovek se može zaklinjati da govori istinu, međutim izvan je njegovih moći da govori celu istinu i samo istinu. „Istina je toliko suptilna tačka da su naši instrumenti i suviše grubi da bi je mogli registrovati. Kad dospeju do nje, oni spljošte tu tačku, te se – više nego u istinitom – nalaze u onom pogrešnom koje je svuda okolo”³.

³ Pascal, *Pensées*, édition Havet, art. III, no 3.

DESETO POGLAVLJE

FIZIČKA TEORIJA I EKSPERIMENT

§ 1. – *Eksperimentalna provera teorije u fizici nema istu logičku jednostavnost kao u fiziologiji*

Jedini cilj fizičke teorije sastoji se u prikazivanju i klasifikaciji eksperimentalnih zakona; a jedina provera koja nam omogućava da prosudimo o nekoj fizičkoj teoriji, da je proglasimo dobrom ili lošom, jeste poređenje između posledica te teorije i onih eksperimentalnih zakona koje ona treba da predstavlja i klasifikuje. Pošto smo precizno analizirali svojstva fizičkog eksperimenta i fizičkog zakona, možemo utvrditi principe koji treba da važe pri poređenju eksperimenta sa teorijom; možemo reći kako ćemo prepoznati da li činjenice potvrđuju teoriju ili je opovrgavaju.

Kada govore o eksperimentalnim naukama, mnogi filozofi misle samo na one koje u svom razvoju još nisu daleko odmakle, kao na pr. fiziologija ili neke grane hemije, gde istraživač o činjenicama razmišlja direktno, samo metodom zdravog razuma čija je pažnja posebno izoštrana, ali gde matematička teorija još nije uvela svoje simboličke predstave. U takvim naukama poređenje između dedukcija neke teorije i eksperimentalnih činjenica regulišu vrlo jednostavna pravila. Ta pravila je naročito upečatljivo formulisao Klod Bernar i sažeo ih u ovaj jedinstven princip:

„Eksperimentator mora da sumnja, da se kloni ustaljenih ideja i da uvek čuva slobodu svoga duha.

Prvi uslov koji mora da zadovolji naučnik koji se posvetio istraživanju prirodnih pojava jeste da očuva potpunu slobodu svog duha, slobodu koja počiva na filozofskoj sumnji”¹.

Teorija ne treba da bude ništa drugo do podsticaj za izvođenje eksperimenta: „... možemo se povesti za svojim osećanjem i svojim

¹ Claude Bernard, *Introduction à la Médecine expérimentale* (Paris, 1865), 63.

idejama, dati mašti na volju, ali pod uslovom da sve te naše ideje samo budu u službi uvođenja novih eksperimenata, u kojima ćemo doći bilo do potvrdnih, bilo do nekih neočekivanih i plodnih činjenica”². Kada je eksperiment jednom izveden i rezultati jasno ustanovljeni, na teoriji je da se služi njima da bi ih uopštila, koordinirala i izvukla iz njih nove predmete za nove eksperimente; „ako smo dobro savladali principe eksperimentalnog metoda, nemamo se čega plašiti; jer, ako krenemo s ispravnom idejom, razvijaćemo je i dalje, a ako je ona pogrešna, eksperiment će je popraviti”³. Međutim, sve dok eksperiment traje, teorija mora da čeka ispred dobro zabavljenih vrata laboratorije; ona mora da čuti i da ne ometa naučnika u njegovom direktnom sučeljavanju sa činjenicama; činjenice se moraju posmatrati bez unapred izgrađenog stava i prikupljati sa podjednako brižljivom nepristrasnošću bilo da potvrđuju ili opovrgavaju teorijska predviđanja. Izveštaj koji nam posmatrač daje o svom eksperimentu mora biti veran i krajnje obazrivo načinjen odraz pojava; u njemu čak ne sme biti ni bilo kakvog traga od naučnikovog opredeljivanja za neki sistem ili protiv nekog sistema.

„Oni koji preterano veruju u svoje teorije ili ideje, ne samo da će teško dolaziti do novih otkrića već su isto tako loši posmatrači. Oni nužno posmatraju sa unapred izgrađenim stavovima, te kada započnu kakav eksperiment, u rezultatima hoće da vide samo potvrdu svoje teorije. Tako oni često iskrivljuju opažanja i zanemaruju vrlo važne činjenice zato što ne odgovaraju njihovom cilju. To nas je ranije i navelo da kažemo kako eksperimente nikada ne treba da izvodimo zato da bismo potvrdili sopstvene ideje, već samo zato da bismo ih proverili... No, isto je tako sasvim prirodno što oni koji preterano veruju u sopstvene teorije, nedovoljno veruju u teorije drugih. Oni koji nipodaštavaju druge ispunjeni su porivom da u tuđim teorijama pronađu grešku i da im na svaki način protivreče. Za nauku ni to nije dobro. Oni eksperimentišu samo zato da bi uništili neku teoriju, umesto da tragaju za istinom. Isto tako, oni izvođe loša posmatranja stoga što kao rezultate svojih eksperimenata prihvataju samo ono što odgovara njihovim ciljevima, a zanemaruju sve ono što se s njima ne slaže, brižljivo izbegavajući sve što bi moglo ići u prilog ideji koju hoće da ospore. Tako na dva suprotna načina dolazimo do istog rezultata, tj. do falsifikovanja nauke i činjenica.

Na osnovu svega toga moramo zaključiti da pred rezultatima eksperimenta moramo zanemariti i sopstveno i mišljenje drugih; ... da rezultate eksperimenta moramo prihvatiti onakve kakvi nam se ukazuju, sa svim njihovim nepredviđenim i slučajnim elementima”⁴.

² *Ibid.*, p. 64.

³ *Ibid.*, p. 70

⁴ *Ibid.*, p. 67.

Uzmimo za primer fiziologa, koji polazi od pretpostavke da se u prednjem delu kičmene moždine nalaze motorna nervna vlakna, a u zadnjem čulna vlakna. Na osnovu teorije koju prihvata, on zamišlja eksperiment: ako odseče neki prednji deo, odgovarajući deo tela će izgubiti svoju pokretljivost, ali ne i čulnu nadražljivost. Po odsecanju tog dela, posmatrajući i objašnjavajući posledice svoje operacije, on mora ignorisati sve svoje ideje u vezi sa fiziologijom moždine; njegov izveštaj mora biti sirov opis činjenica; on ne sme da previdi niti da prećuti nijednu kretnju, nijedan trzaj koji bi protivrečio njegovim predviđanjima, niti da ga pripiše nekom sekundarnom uzroku, izuzev ako bi neki poseban eksperiment potvrdio takav uzrok. Ukoliko ne želi da ga optuže za naučničko nepoštenje, on mora apsolutno razdvojiti, neprobojnim zidom odeliti posledice svojih teorijskih izvođenja od konstatovanja činjenica koje mu predočavaju njegovi eksperimenti.

Takvo pravilo nije lako poštovati; ono zahteva od naučnika kako apsolutno odricanje sopstvenih osećanja, tako i potpuno odsustvo netrpeljivosti prema tuđim stavovima; ne sme biti u njemu ni taštine ni zavisti, ili, kako kaže Bekon, „oko mu se nikada ne sme zažariti ljudskim strastima”. Sloboda misli, koja po Klodu Bernaru čini jedini princip eksperimentalnog metoda, ne zavisi samo od intelektualnih uslova već isto tako i od moralnih – a oni je u praksi čine još redom i još vrednijom.

Ali, ako je eksperimentalni metod, onakav kakav smo upravo opisali, teško praktično primeniti, sama njegova logička analiza je vrlo jednostavna. To, opet, ne važi ukoliko teorija, čije činjenice treba da se podvrgnu proveru, ne pripada više fiziologiji već fizici. U tom slučaju više ne može biti govora o tome da se teorija koju treba proveriti ostavi ispred vrata laboratorije, jer bez nje nije moguće podesiti ni jedan jedini instrument, protumačiti ni jedno jedino očitavanje. Ranije smo videli da u umu fizičara koji izvodi eksperiment stalno postoje dva uređaja: jedan konkretan, od stakla i metala, kojim rukuje, i drugi šematski i apstraktan, koji u teoriji zauzima mesto konkretnog i na kojem fizičar zasniva svoja razmatranja. Te dve ideje su nerazlučivo sjedinjene u njegovom razumu i svaka od njih nužno priziva onu drugu. Fizičar ne može zamisliti konkretan uređaj a da mu odmah ne pridruži i ideju o šematskom uređaju, kao što Francuz ne može zamisliti nijedan pojam a da mu ne pridruži i onu francusku reč kojom se taj pojam iskazuje. Ta radikalna nemogućnost odvajanja fizičkih teorija od onih eksperimentalnih postupaka koji treba da posluže za proveru samih tih teorija – veoma komplikuje tu proveru i nagoni nas da pažljivo ispitamo njen logički smisao.

Naravno, fizičar nije jedini koji se služi teorijama u trenutku kada izvodi eksperiment ili kada iznosi rezultat svojih eksperimenata. Kada se hemičar ili fiziolog služe fizičkim instrumentima – termometrom, manometrom, kalorimetrom, galvanometrom ili saharimetrom – oni implicitno prihvataju tačnost teorija koje opravdavaju upotrebu tih uređaja, teorija koje daju smisao apstraktnim pojmovima temperature, pritiska, količine toplote, jačine struje, polarizovane svetlosti – kojima se prevode konkretni pokazatelji tih instrumenata. Ali, teorije kojima se ti istraživači koriste, isto kao i instrumenti koje primenjuju, pripadaju području fizike. Služeći se instrumentima, hemičar i fiziolog prihvataju i teorije bez kojih pokazatelji na tim instrumentima ne bi imali nikakvog smisla, te se tako uzdaju u fizičara i smatraju ga nepogrešivim. A sam fizičar je prinuđen da veruje sopstvenim teorijskim idejama, ili teorijskim idejama njemu sličnih stručnjaka. S logičkog stanovišta, razlika nema naročitog značaja; za fiziologa i hemičara, jednako kao i za fizičara, iskaz o rezultatu nekog eksperimenta sadrži, uopšte uzev, čin verovanja u čitav skup teorija.

§ 2. – *Fizičkim eksperimentom se nikada ne može opovrgnuti neka izolovana hipoteza, već samo čitava grupa teorija*

Fizičar koji izvodi neki eksperiment, ili nas o njemu izveštava, implicitno priznaje tačnost čitave grupe teorija. Prihvatimo taj princip i pogledajmo koje sve posledice možemo izvesti iz njega kada pokušavamo da procenimo ulogu i logičke domete nekog fizičkog eksperimenta.

Kako ne bi došlo do bilo kakve zabune, razlikovaćemo dve vrste eksperimenata: eksperimente *primene*, koje ćemo najpre samo spomenuti, i eksperimente *provere*, koji će biti naš glavni predmet.

Nalazimo se pred nekim fizičkim problemom koji treba da rešimo praktično. Da bismo proizveli neki željeni efekat, poslužićemo se znanjem do kojeg su došli fizičari: želimo, na primer, da upalimo električnu svetiljku – važeće teorije će nam ukazati kojim sredstvima da to postignemo. Ali, da bismo se tim sredstvima poslužili, moramo doći do određenih informacija; moraćemo, pretpostavljam, odrediti napon baterije akumulatora koji nam stoji na raspolaganju. Dakle, merimo taj napon i – eto nam jednog *eksperimenta primene*. Njegova svrha nije da njime ustanovimo da li su važeće teorije tačne ili netačne; on samo treba da praktično iskoristi te teorije. A da bismo

ga izveli, upotrebljavamo instrumente koje nam potvrđuju opet te iste teorije. U tom postupku ničim ne narušavamo logiku.

No, eksperimenti primene nisu jedini koje fizičar mora da izvodi; samo putem njih nauka može da pomogne praksi, ali putem njih se ne stvara i ne razvija sama nauka: pored njih postoje i *eksperimenti primene*.

Kada fizičar osporava neki zakon, dovodeći u sumnju neku tačku određene fizičke teorije, čime će potkrepiti tu svoju sumnju? Kako će dokazati netačnost tog zakona? On će na osnovu tog sumnjivog stava predvideti neku eksperimentalnu činjenicu, a zatim i realizovati uslove pod kojima ta činjenica mora da nastane; ako se predskazana činjenica ne pojavi, stav koji ju je predskazao biće nepovratno odbačen.

F. E. Nojman je smatrao da su vibracije polarizovanog svetlosnog zraka paralelne sa ravni polarizacije. Mnogi fizičari su taj stav doveli u sumnju. Kako je O. Vineru pošlo za rukom da tu sumnju pretvori u izvesnost i obori Nojmanov stav? On je iz tog stava izveo sledeću posledicu: ako se između snopa svetlosnih talasa, odbijenih pod uglom od 45° od staklene ploče, i upadnog snopa, polarizovanog normalno na ravan upada, uspostavi interferencija, onda treba da se pojave naizmenično svetle i tamne trake, paralelne s površinom odbijanja. Potom on obezbeđuje neophodne uslove u kojima se moraju pojaviti te trake, te pokazuje da do očekivane pojave ne dolazi. Odatle zaključuje da je Nojmanov stav pogrešan, odn. da u polarizovanom svetlosnom zraku vibracije nisu paralelne sa ravni polarizacije.

Takav dokazni metod izgleda isto onako ubedljiv i neosporan kao što je i metod *reductio ad absurdum*, uobičajen u matematici. Uostalom, taj dokaz je i izveden po uzoru na svođenje na apsurd, pri čemu eksperimentalna protivrečnost u prvom slučaju igra istu ulogu kao i logička protivrečnost u drugom.

U stvari, dokazna vrednost eksperimentalnog metoda ni izdaleka nije tako stroga i apsolutna: uslovi pod kojima ona funkcioniše mnogo su složeniji nego što smo pretpostavili u prethodno rečenom; ocenjivanje rezultata mnogo je delikatnije i nepouzdanije.

Fizičar, recimo, odluči da dokaže netačnost nekog stava. Da bi na osnovu tog stava predvideo neku pojavu, da bi priredio eksperiment koji treba da pokaže hoće li do te pojave doći ili ne, da bi protumačio rezultate tog eksperimenta i konstatovao da očekivana pojava nije nastala, ne može se ograničiti samo na korišćenje spornim stavom; koristi se još i čitavom grupom teorija, koje sam ne dovodi u pitanje. Predviđanje pojave, čije bi neostvarivanje trebalo da stavi

tačku na raspravu o njoj, ne proizlazi samo iz spornog stava, izolovanog od svega ostalog, već upravo iz povezanosti tog stava sa celom tom grupom teorija: ako se očekivana pojava ne ostvari, time nije oboren samo taj sporni stav nego i čitav teorijski sklop kojim se fizičar poslužio. Eksperiment nam govori samo to da među svim onim stavovima koji su poslužili za predviđanje pojave i za konstatovanje da se ona nije ostvarila – postoji najmanje jedan koji je pogrešan. Međutim, gde se tačno greška nalazi – on nam ne govori. Fizičar može tvrditi da se greška nalazi baš u onom stavu koji on hoće da opovrgne, ali, može li on u to biti i siguran? To bi značilo da on implicitno prihvata tačnost svih preostalih stavova kojima se poslužio, te njegov zaključak vredi onoliko koliko vredi to njegovo vero-
vanje.

Uzmimo kao primer eksperiment koji je smislio Cenker, a izveo O. Viner. Kada je predvideo pojavljivanje traka u određenim uslovima i pokazao da do toga nije došlo, O. Viner se nije poslužio isključivo onim čuvenim Nojmanovim stavom koji je hteo da opovrgne. On nije pretpostavio samo to da su vibracije u polarizovanom zraku paralelne sa polarizacionom ravni, već se, između ostalog, poslužio i opštepriznatim stavovima, zakonima i hipotezama, iz kojih se sastoji optika: pošao je od toga da se svetlost sastoji iz jednostavnih periodičnih vibracija, da su te vibracije normalne na svetlosni zrak, da u svakoj tački srednja kinetička energija vibracionog kretanja jeste mera intenziteta svetlosti, da različite stepene tog intenziteta označava više-manje potpuno oštećenje emulzije fotografskog filma. Sve ove različite stavove, kao i mnoge druge, čije bi nabrojanje bilo i suviše zametno, on je morao da doda onom Nojmanovom da bi mogao da dâ određeno predviđanje i da ustanovi da eksperiment to predviđanje opovrgava. Ako, prema Vineru, opovrgavanje treba da se odnosi jedino na Nojmanov stav, ako je jedino on odgovoran za grešku koju je to opovrgavanje obelodanilo, to znači da Viner drži da je tačnost svih drugih stavova kojima se poslužio izvan svake sumnje. Međutim, to poverenje se ne nameće logičkom nužnošću. Nas ništa ne sprečava da Nojmanov stav smatramo tačnim, a da krivicu za eksperimentalno neslaganje pripišemo bilo kojem drugom stavu optike, koji se inače uzima kao tačan. Sasvim dobro bismo mogli, kako je to pokazao A. Poenkare, Nojmanovu hipotezu izvući izvan dometa Vinerovog eksperimenta, ali samo pod uslovom da u zamenu za to napustimo hipotezu po kojoj srednja kinetička energija vibracionog kretanja jeste mera intenziteta svetlosti. Ne dolazeći u protivrečnost sa eksperimentom, možemo da uzmemo da je vibracija paralelna sa ravni pola-

rizacije, pod pretpostavkom da intenzitet svetlosti merimo srednjom potencijalnom energijom medijuma deformisanog od vibracionog kretanja.

Ovi principi su toliko važni da možda neće biti zgoreg da ih primenimo na jedan drugi primer; odaberimo još jedan eksperiment koji se ubraja među ključne eksperimente optike.

Kao što je poznato, Njutn je razvio emisionu teoriju optičkih pojava. U toj teoriji se polazi od pretpostavke da se svetlost sastoji iz izvanredno finih projektila koje Sunce i drugi svetlosni izvori izbacuju ogromnom brzinom; ti projektili prodiru kroz sva providna tela. Različiti delovi medijuma kroz koji se oni kreću dejstvuju na njih privlačnim ili odbojnim silama; ta dejstva su veoma snažna ukoliko je rastojanje između pojedinih čestica sasvim malo, a iščezavaju kada se mase, među kojima se ona očituju, znatno udalje jedne od drugih. Te bitne hipoteze, zajedno s drugim, koje uopšte ne spominjemo, omogućuju formulisanje potpune teorije o odbijanju i prelamanju svetlosti. Iz njih proizlazi sledeća naročita posledica: indeks prelamanja svetlosti pri njenom prelasku iz jednog u drugi medijum jednak je brzini svetlećeg projektila unutar medijuma u koji on ulazi, podeljenoj sa brzinom istog projektila u medijumu iz kojeg izlazi.

Ovu posledicu je izabrao Arago da bi dokazao da emisiona teorija stoji u protivrečju sa činjenicama. Iz nje, naime, proizlazi stav da se svetlost brže kreće u vodi nego u vazduhu. Arago je, dakle, ukazao na postupak za poređenje brzine svetlosti u vazduhu sa njenom brzinom u vodi, ali je taj postupak, ipak, bio neprimenjiv. No, zato je Fuko modifikovao eksperiment tako da se on mogao izvesti, te ga je i izveo. Našao je da se svetlost kreće u vodi brzinom manjom nego u vazduhu. Otuda se, sa Fukoom, može zaključiti da sistem emisije svetlosti ne odgovara činjenicama.

Kažem *sistem* emisije, a ne *hipoteza* o emisiji, jer, u stvari, postoji čitava grupa stavova koje prihvata Njutn, a kasnije i Laplas i Bio, u kojoj je eksperiment pokazao da postoji greška. Odnos između indeksa prelamanja i brzine svetlosti u različitim medijumima izvodi se iz kompletne teorije. Ali, time što eksperiment odbacuje sistem u celini, sa objašnjenjem da je manjkav, on ne govori i to gde se greška nalazi. Je li ona u fundamentalnoj hipotezi po kojoj se svetlost sastoji iz projektila koje svetleća tela izbacuju ogromnom brzinom? Ili se, pak, krije u nekoj drugoj pretpostavci o dejstvima koja na svetlosne čestice vrše medijumi u kojima se one kreću? O tome ne znamo ništa. Bilo bi pre nagljeno da pomislimo ono što je, izgleda, bio pomislio Arago, tj. da Fukoov eksperiment jednom zauvek osuđuje samu hipotezu o emisiji, odn. izjednačavanje svetlosnog zraka sa rafalom pro-

jektila. Da su fizičari pridavali neku vrednost tom zadatku, nesumnjivo bi im pošlo za rukom da na toj pretpostavci zasnuju takav optički sistem koji će se slagati sa Fukoovim eksperimentom.

Sve u svemu, proizlazi da fizičar nikada ne može podvrgnuti proveru neku izolovanu hipotezu, već uvek samo čitavu grupu hipoteza. Kada se eksperiment ne slaže s fizičarevim predviđanjima, to znači da je barem jedna od hipoteza iz te grupe neprihvatljiva i da se mora menjati.

Sada smo se već veoma udaljili od eksperimentalnog metoda kako ga shvataju oni koji ne poznaju način njegovog funkcionisanja. Obično se misli da se svaka hipoteza kojom se fizika služi može izolovati i podvrgnuti eksperimentalnoj proveru, a zatim, ako različite i mnogostruke provere potvrde njenu vrednost, da joj se može definitivno dodeliti odgovarajuće mesto u sistemu fizike. U stvarnosti nije tako. Fizika nije nekakva mašina koja se dá demontirati; ne možemo ispitivati svaki njen deo izolovano, te, da bismo ih ponovo sklopili, čekati dok se precizno ne proveru njihova pouzdanost. Fizička nauka je sistem koji se mora uzimati kao celina, to je organizam čiji se nijedan zasebni deo ne može pokrenuti a da u igru istovremeno ne uđu i oni delovi koji su od njega najudaljeniji, jedni u većoj, drugi u manjoj, ali svi u nekoj meri. Ako se u funkcionisanju tog organizma pojavi neka smetnja, neka mana, ona će biti proizvod celokupnog sistema, a na fizičaru je da pronade onaj organ koji valja izlečiti ili preinačiti, ne mogući da ga pri tom izoluje i ispita zasebno. Kad časovničaru damo sat koji ne radi, on će povaditi sve njegove točkice i ispitati svaki zasebno, dok ne pronade onaj oštećen ili polomljen. Lekar koji pregleda bolesnika, međutim, ne može ga secirati da bi postavio dijagnozu; žarište i uzrok bolesti mora pogoditi isključivo posmatrajući poremećaje koji se očituju na telu kao celini. Na lekara, a ne na časovničara, liči fizičar koji treba da postavi na noge jednu hromu teoriju.

§ 3. – Krucijalni eksperiment u fizici nije moguć

Zadržimo se još malo ovde, pošto smo dodirnuli jednu od najvažnijih karakteristika eksperimentalnog metoda onakvog kakav se primenjuje u fizici.

Metod svodenja na apsurd izgleda samo kao sredstvo opovrgavanja, ali on može postati i sredstvo za dokazivanje: da bismo dokazali tačnost nekog stava, dovoljno je da iz njemu suprotnog stava izvedemo neku apsurdnu posledicu. Poznato je u kojoj su se meri grčki matematičari služili takvim načinom dokazivanja.

Oni koji izjednačavaju eksperimentalnu protivrečnost s metodom svodenja na apsurd misle da se i u fizici može upotrebljavati onaj argument koji je Euklid tako često upotrebljavao u geometriji. Tražite li neko sigurno, neosporno, teorijsko objašnjenje nekog skupa pojava? Nabrojte sve hipoteze na osnovu kojih se taj skup pojava može objasniti; potom ih jednu po jednu eliminišite po principu eksperimentalne protivrečnosti, dok ne preostane samo jedna; ta poslednja više neće biti hipoteza, već će postati izvesnost.

Pretpostavimo, na primer, da su pred nama samo dve hipoteze; potražimo sada takve eksperimentalne uslove, u kojima će jedna hipoteza najavljavati nastanak jedne, a druga neke sasvim druge pojave; ostvarimo te uslove i posmatrajmo šta se događa. Ako posmatramo prvu od dve pojave koje smo bili predvideli, odbacićemo drugu hipotezu; i obrnuto, posmatramo li drugu pojavu, odbacićemo prvu hipotezu. Ona hipoteza koju nismo odbacili postaće za nas neosporna; time je rasprava zaključena, a nauka je osvojila još jednu istinu. To je ona eksperimentalna provera koju je tvorac *Novog Organona* nazvao „*experimentum crucis*“, povezujući taj izraz sa krstovima koji na rasrscnicama puteva označavaju različite pravce”.

Postoje dve hipoteze o prirodi svetlosti: za Njutna, Laplasa, ili Bioa, svetlost sačinjavaju projektili koji se kreću izuzetno velikom brzinom; a za Hajgensa, Janga, Frenela – svetlost se sastoji iz vibracija čiji se talasi šire kroz etar. Smatra se da su to i jedino moguće hipoteze: svetlost se, dakle, prenosi ili putem tela u kojem se nalazi i u kojem ostaje, ili, pak, tako što prelazi sa tela na telo. Pođemo li od prve hipoteze, proizlazi da se svetlost brže kreće u vodi nego u vazduhu; a ako pođemo od druge, proizlazi da je to kretanje brže u vazduhu nego u vodi. Montirajmo Fukoov uređaj i zarotirajmo ogledalo; pred našim očima ukazaće se dve svetle trake, jedna bezbojna, a druga zelena. Ako se zelenkasta traka pojavi s leve strane od bezbojne, to znači da se svetlost brže kreće u vodi nego u vazduhu, te da je talasna hipoteza pogrešna. Ako se, međutim, zelenkasta traka pojavi s desne strane, to će značiti da je kretanje svetlosti brže u vazduhu nego u vodi, tj. da je netačna emisiona hipoteza. Pogledajmo kroz lupu, kroz koju možemo uočiti dve svetle trake, i ustanovićemo: zelena se nalazi desno od bezbojne. Ovim je rasprava zaključena, svetlost nije nikakvo telo, već vibraciono kretanje kroz etar. Emisiona hipoteza se gasi i u talasnu teoriju se više ne može sumnjati; ona ovim krucijalnim eksperimentom uistinu postaje novi član naučnog „*vjeru*”.

Ono što smo izneli u prethodnom pasusu pokazuje koliko bismo se prevarili ako bismo Fukoovom eksperimentu pripisali tako jedno-

* Crux (lat.) – krst.

stavan smisao i tako odlučujući značaj. Fukoov eksperiment ne odlučuje o izboru jedne od dveju hipoteza – emisione i talasne – nego o izboru jednog od dva teorijska skupa koji se moraju uzimati u celini, jednog od dva kompletna sistema: Njutnove optike i Hajgensove optike.

No, pretpostavimo za trenutak da su oba sistema u potpunosti uređena po principima logičke nužnosti, izuzev jedne jedine hipoteze; i pretpostavimo, shodno tome, da činjenice, protivrečeći jednome od ta dva sistema, sa sigurnošću pobijaju upravo onu jedinu sumnjivu pretpostavku koja se nalazi u njemu. Ali, da li odatle sada proizlazi isto ono što važi u geometriji: da, kada geometrijski stav dovedemo do apsurd, time potvrđujemo izvesnost njemu suprotnog stava? Da li i prilikom izvođenja *krucijalnog eksperimenta* raspoložemo nekim neospornim metodom kojim ćemo jednu od dve moguće hipoteze pretvoriti u dokazanu istinu? Pored dve geometrijske teoreme koje protivreče jedna drugoj nema mesta za neki treći sud; ako je jedna pogrešna, druga je nužno tačna. Da li se tako stroga dilema može ikada javiti kada su u pitanju fizičke hipoteze? Možemo li se usuditi da tvrdimo da se pored dve nikada ne može zamisliti i neka treća hipoteza? Svetlost može biti rafal projektila; svetlost može biti vibraciono kretanje, čiji se talasi šire kroz elastični medijum; ali, je li joj zabranjeno da bude bilo šta drugo? Arago je svakako mislio tako kada je iskazao ovu odlučnu alternativu: „Svetlost je telo. U suprotnom, svetlost je talas”. Nama bi, međutim, bilo teško da se izrazimo tako odlučno; jer, Maksvel nam je pokazao da se svetlost isto tako može pripisati periodičnom električnom poremećaju koji se širi unutar dielektričnog medijuma.

Za razliku od geometrijskog svodenja na apsurd, eksperimentalna protivrečnost nije u stanju da neku fizičku hipotezu pretvori u neospornu istinu; da bismo joj to omogućili, morali bismo da nabrojimo sve različite hipoteze koje dolaze u obzir u okviru određene grupe pojava. A fizičar nikada nije siguran da je iscrpeo baš sve pretpostavke koje se mogu zamisliti. Istinitost fizičke teorije se ne odlučuje bacanjem novčića.

§ 4. – Kritika Njutnovog metoda – prvi primer: nebeska mehanika

Iluzorni su pokušaji da se pomoću eksperimentalne protivrečnosti konstruiše takva argumentacija koja će oponašati svodenje na apsurd. Sama geometrija ima i drugih načina da dođe do sigurnosti, osim načina *per absurdum*; direktni dokaz, u kojem se istinitost nekog stava ustanovljava na osnovu samog tog stava, a ne pobijanjem njemu

protivrečnog stava, predstavlja za geometriju najsavršenije rasuđivanje. Možda bi fizička teorija bila srećnija u svojim pokušajima kad bi oponašala direktno dokazivanje. U tom slučaju bi se – jedna po jedna – morale proveravati hipoteze iz kojih bi ona izvodila svoje zaključke; i nijedna se ne bi smela prihvatiti sve dok se u njoj ne ustanovi ona sigurnost koju eksperimentalni metod može pružiti nekom apstraktnom i opštem stavu. To znači da bi svaka nužno morala biti ili zakon izveden iz posmatranja putem one dve intelektualne operacije koje se nazivaju indukcija i generalizacija, ili, pak, matematički korolar izveden iz takvih zakona. Teorija zasnovana na takvim hipotezama ne bi imala u sebi ničeg proizvoljnog, ničeg sumnjivog, ona bi bila vredna sveg poverenja koje se može pokloniti onim pomoćnim sredstvima koja nam služe da formulišemo prirodne zakone.

Takvu vrstu fizičke teorije je imao na umu Njutn kada je u *Opštem sholijumu* – kruni njegovih *Principa* – tako odlučno izbacivao iz nauke o prirodi svaku hipotezu koja nije indukcijom izvedena iz eksperimenta i kada je tvrdio da u valjanoj fizici svaki stav mora biti izveden iz pojava i uopšten putem indukcije.

Idealni metod koji smo upravo opisali zaslužuje stoga s punim pravom da se nazove Njutnovim metodom. Uostalom, zar se Njutn nije poslužio upravo tim metodom kada je postavio sistem opšteg privlačenja, pridružujući tako svojim pravilima njihov najveličanstveniji primer? Zar njegova teorija gravitacije nije u potpunosti izvedena iz zakonâ koje je Kepler otkrio posmatranjem, zakonâ koji su transformisani u procesu zaključivanja i čije posledice uopštava indukcija?

Prvi Keplerov zakon – „radijus-vektor povučen od Sunca do neke planete prelazi površinu koja je srazmerna s vremenom tokom kojeg se posmatra kretanje planete” – naučio je Njutn, u stvari, da je svaka planeta konstantno izložena dejstvu sile usmerena prema Suncu.

Drugi Keplerov zakon – „putanja po kojoj se svaka planeta kreće jeste elipsa, u čijoj je žiži Sunce” – naučio ga je da se sila koja dejstvuje na određenu planetu menja s promenom njenog odstojanja od Sunca, te da stoji u obrnutom odnosu prema kvadratu tog odstojanja.

Treći Keplerov zakon – „kvadrati vremena obilaska za različite planete srazmerni su s kubovima velikih osa njihovih putanja” – pokazao mu je da, kada bi se razne planete dovele na isto odstojanje od Sunca, onda bi Sunce na njih delovalo privlačnim silama koje su srazmerne njihovim masama.

Eksperimentalni zakoni koje je ustanovio Kepler i koji su transformisani geometrijskim rasuđivanjem, iskazuju sve osobine onog dejstva koje Sunce vrši na planete; dobijeni rezultat Njutn uopštava