

## RAZGLEDI

### UGANKA MATERIJE IN NJENIH ZAKONOV

Človek je vedno mislil kavzalno in med najzgodnejšimi otrokovimi vprašanji je »zakaj«. Iz Newtonovih izsledkov pa se je rodilo v prirodoslovju prepričanje o posebni kavzalnosti — determinizmu, ki meni, da so prirodni zakoni take narave, da določajo usodo sveta za vso bodočnost. Pred tridesetimi leti je determinizem zavrгла »valovna mehanika«, ki se ukvarja z najdrobnejšo snovno naravo, in je odtlej jezik fizike meglen in miselnosti zahodnega človeka tuj. Zadnje leto pa je slišati glasove, da je mladi in drzni francoski fizik Jean-Pierre Vigiér iz napredne De Broglieve šole našel pot iz idejne megle zopet nazaj k »zdravemu razumu«. Novi poizkus je zbudil pozornost po vsem kulturnem svetu.

Vse do renesanse je človek gledal na neživo naravo tako, kakor mu jo je slikala aristotelska fizika: materija sama po sebi je mrtva; gibanje ni njena večna svojina. Snóvi vsiljujejo gibanje zunanje sile, toda vsako gibanje samo od sebe odmira in odmre, ko odneha gonilna sila. Gibanje je kakor plamen, ki ugasne, ko mu poide hrana.

Antični in sholastični človek je prepričan, da stremi svet za mirovanjem. Gibanje zvezd, ki je navidezno večno, vzdržuje v resnici nenehoma božja volja; planete gonijo po krožnih nebesnih poteh njihovi geniji ali angeli. Leibniz je v neki dobi menil celo, da je gibanje mogoče le tako, da bog telesa nenehoma uničuje in jih znova ustvarja v sosednjih legah, kar ni v resnici več nikako gibanje. Leibnizu je gibanje le še varljiv zunanji videz, resnično je le mirovanje. Čeprav je prvi prodril v skrivnost »neskončno majhnega«, iz česar se rodi kontinuum in njegovo drugo lice, gibanje, se je torej tudi ta veliki vsevedež in mislec XVII. stoletja strahopetno izmaknil spopadu »zdravega razuma« s pošastno antilogiko gibanja, morda prestrašen od vzgleda, kako dramatično je prav v tem boju podlegel že antični razum eleatskih filozofov, katerim tudi pozneje ni našel nihče rešitve.

Šele veliki renesančni mučenec znanosti, matematik, fizik in zvezdoslovec Galileo Galilei iz Pise, je s poizkusi odkril porabne zakone gibanja na Zemlji; Isaac Newton, »dika človeškega rodu«, kakor po pravici pravi njegov nagrobnik v westminstrski opatiji, pa je s svojo teorijo splošne težnosti podzidal nebesni mehaniki za vselej solidne temelje. Izkazalo se je še, da ni neke posebne nebesne in neke posebne zemeljske mehanike, ampak da je kroženje, postavim, Meseca okoli Zemlje nasledek natanko istega zakona težnostnega padanja, ki ga je spoznal že Galilei, ko je, sedeč na vrhu nagnjenega stolpa v domačem mestu, kot pootročén stárec spuščal v globino kamenje. Nebeščanska narava kristalnega nebesnega svoda, njegova kvintesenca, se je razblinila v pobožno srednjeveško bajko. Narava vsega kozmosa je ena sama, povsod iz iste materije, ki ji vladajo povsod natanko isti zakoni, kakor je preroško slutil že duhoviti potepuh Giordano Bruno, ki je svojo zgodnjo revolucionarno drznost plačal s smrtjo na grmadi.

V novi mehaniki je zakon vztrajnosti — vsako telo vztraja v svojem stanju mirovanja ali gibanja... — pokazal, da je gibanje dejansko večna svojina materije; da za vzdrževanje gibanja ni treba v resnici nobene sile ali celo božjega posredovanja. Sila le spreminja gibanje, ga pospešuje ali zavira, ne pa vzdržuje, in je to vse, kar sila prispeva k dinamiki gibanja.

Prav novi zakon vztrajnosti je potemtakem ovrgel sholastiko in Aristotela. Newtonovo vesoljstvo se je čez noč rešilo vseh metafizičnih skrivnosti in srednjeveških mističnih pridatkov, se osamosvojilo od nadčutnih vplivov in zaživelo svoje lastno življenje iz samega sebe, iz svoje lastne notranje zakonitosti. Premo in enakomerno »vztrajnostno« gibanje je večno brez posredovanja zunanje sile, kroženje planetov pa je račun razgalil kot pospeševanje, ki ga krožečemu trabantu vsiljuje sila Newtonove težnosti. Res je še nekaj stoletij, prav do Einsteina, begala človeka skrivnost, kako more Sonce segati brez vsakih rok skozi strašne kozmične praznine po planetih in jih z železno silo priklepiti na sebe (actio in distans), računov praktičnega zvezdoslovca pa tak pomislek ni nikoli v ničemer motil.

Luč Newtonovih »Matematičnih principov prirodoslovne filozofije« je razsvetlila prostor mračnega vesolja; vse je poslej umljivo, vse lahko izračunamo in izmerimo. Brez potrebe se je Napoleon spogledoval nad Laplaceovo »Nebesno mehaniko«, ker ni v njej nikjer več našel zapisanega božjega imena.

»Ga ne potrebujem,« je znameniti osvovjevalec zvezdnega oboka odgovoril osuplemu osvajalcu evropske zemlje.

Samovoljo bogov in astroloških duhov zamenja na nebu in na zemlji neizprosen prirodni zakon, ki vodi snovna telesa po natanko odmerjenih tirih. Nič več ne pošilja repatih stražil na nebesni svod »vladar nebes in zemlje«, da bi oznanil pregrešnemu človeku pokoro vojska, gladu in črne smrti, ampak se tudi v zgodovinskih vekih prikazujejo kometi v obližju Zemlje ob svojih časih z natanko isto slepo nujnostjo, kot so se že pred milijoni let, ko razen orjaških kuščaric v pragozdovih tropskih praprotnic še niso imeli koga strašiti, ali kot se bodo tudi še potem, ko bo Flammarionov »poslednji Adam« končal v razvalinah izžitega planeta.

S skrivnostjo stroge zakonitosti smo iztrgali prirodi tudi skrivnost njene bodočnosti. Znamo določiti Sončeve in Mesečeve mrke, ker znamo izračunati poti, ki so jih za vso prihodnost začrtali planetom in njihovim trabantom nekršljivi zakoni newtonske dinamike. Se več: človek je začel verjeti, da so vsi odkriti in še neodkriti zakoni v prirodi take narave, kot je galilejevsko-newtonska mehanika, ali da celo ni drugih poleg njih; da ne odmerjajo zakoni te mehanike le vsaki zvezdi, marveč že tudi vsakemu atomu v vesoljstvu matematično natanko njegovo lego in gibanje za vsak trenutek v sedanosti in prihodnosti; da te prirodne zakonitosti torej že sedaj določajo, kako se bodo atomi v bodoče združevali in razdruževali v dogodke, kako torej ustvarjali neživa in živa bitja, njihovo gibanje, čutevanje, čustvovanje in mišljenje, zgodovino in usodo sveta. Laplaceov demon, vsemogočni matematik, zna razkriti sleherno prihodnost, ne da bi jo morda videl z božansko vsevednostjo, ampak jo ume izračunati z matematičnimi obrazci prirodnih zakonov, če le pozna začetne lege in hitrosti vseh atomov.

Namesto podrtih starih sholastičnih oltarjev je dal Newton Evropi nove temelje mišljenja, ki so preko francoskih enciklopedistov dozorevali v mehanistični materializem in meščansko svobodomiselstvo. V bistvu gre prav-

zaprav za novo vero v usodnost, za fatalizem, ki pa je ostal zahodnjaku vedno le znanstveno in nikoli tudi npravstveno prepričanje; saj mu ni nikoli ubijalo njegove revolucionarne volje in je maličilo morda v jalov vzhodnjaški. gandijevsko-tolstojanski fatalistični etos neupiranja zlu. Nasprotno, prav meščansko svobodomiselnstvo je revolucionarno razkrajalo in razkrojilo staro cehovsko-fevdalno družbo, kakor ruši njegov zakoniti dedič, dialektični in historični materializem, dozorelo meščansko družbo.

Newtonski človek gleda na svet tedaj povsem drugače od aristotelsko-sholastičnega. Oba priznavata dogodkom vzroke, causas, zato oba razumeta svet vzročnostno ali kavzalno. Toda šele newtonski človek odkriva v življenju materije tudi neizprosno nujnost ali determiniranost, ki je v božji volji, muhastem gibalcu antičnega in sholastičnega vesoljstva, še ni bilo. Kavzalnost je širši, ohlapnejši, determiniranost pa ožji pojem. Kavzalnost še ni determiniranost, medtem ko je determiniranost neka posebna vrsta kavzalnosti. Rekel bi: determiniranost je enoveljavno zakonita ali entirna kavzalnost brez sleherne svobode ali nedoločnosti, ki jo kavzalnost še dopušča. To se mi zdi še posebej potrebno poudariti, saj danes tudi veliki učenjaki po svetu govore čisto nàpak o »akavzalni fiziki«, ko mislijo v resnici le na sodobno indeterministično »kvantno« in »valovno mehaniko«. Akavzalna fizika je sama v sebi nesmisel in protislovje v pojmu samem.

Mehanistični materializem je dal sila preprosto podobo sveta. Stara imponderabilia, toplota in posredovalec gorenja, flogiston, ki sta še v XVIII. stoletju zamotavala to sliko, sta se izkazala le kot neki posebni obliki gibanja atomov in molekul. Tudi elektrika ni fluidum zase, ampak le posebna neločljiva lastnost trdne materije: neke sestavine atoma so negativno, ostale pa pozitivno električne, da se zdi celota atoma na zunaj neelektrična. Zato so konec preteklega stoletja prirodoslovci včasih tudi osupli vzklíkali: vse je elektrika! Toda mehanisti so jim še po pravici hladno odgovarjali: eksistirajo samo atomi in njihovo gibanje v praznem prostoru, oziroma, v svetovnem etru; elektrika je notranja stvar atoma; elektrika se pokaže samo na razvalinah atomov, ali bolje, elektrika je drugo ime za ruševine atomske zgradbe snovi. Zato je elektrika še vedno povsem navadna materija, ki ima svojo mehansko maso in jo tehtamo zato z istimi utežmi, kot trgovec svojo kavo ali sladkor.

Podobno usodo je doživel svetovni fluidum »energije«. Odkrita v XIX. stoletju, je postala energija veliko upanje kulturnega gibanja Ostwaldovih energetikov, oziroma šole nemških monistov sploh. Nekaj desetletij so delali zmedo le filozofi, ki so navadno slabi prirodoslovci in še slabši matematiki in dolgo niso mogli zapopasti bistvenih razlik med ustvarljivo in uničljivo silo, neustvarljivo in neuničljivo »živo silo« ali kinetično energijo in prav tako neustvarljivo in neuničljivo gibalno količino ali impulzom. Čisti prirodoslovci so se filozofom radi maščevali s pustolovskim filozofiranjem. Kulturna arena je postajala podobna bojišču, na katerem so se fronte razsule in se vsak bori zase proti vsem.

Energija je odpirala povsem nove poglede na vesoljstvo in obogatila siromašni svet starih mehanistov, ki niso nehali tiskati vedno novih in novih naklad svoje znamenite biblije — Büchnerjeve knjige »Kraft und Stoff«. Še zadnjo sled nezaupanja glede »žive sile« je pred petdesetimi leti razpršil

neznan uradnik neke švicarske zavarovalne družbe, Albert Einstein, ki se mu je presenetljivo izluščila iz računanja slovita formula: 1 gram materije predstavlja nezaslišano količino 25 milijonov kilovatnih ur energije. Torej je materija le strnjena energija in energija le sproščena substanca materije, kar je pred dobrimi desetimi leti končno še z barbarsko silo potrdila prva atomska bomba v pušavski Novi Mehiki. Podoba sveta pa se je človeku znova pocrno-stavila — monisti so slavili novo zmago.

Od vseh starih fluidov je ostal le še svetlobni eter. Izkazalo se je namreč, da je svetloba valovanje; ker pa ne more valovati prazen nič, so si fiziki napolnili vesoljni prostor z nevidnim in breztežnim etrom, ki valuje po načinu vodne površine (transverzalno), je pa obenem prožnejši od jekla in vseh trdnih materialov sploh, ker se širijo v njem motnje, to je svetloba, s tako fantastično hitrostjo 300.000 kilometrov na sekundo ali v dobri sekundi od Zemlje do Meseca.

Prirodoslovcu je zgrajeno vesoljstvo v začetku našega stoletja potemtakem iz enotne materije — nastale po Proutovi domnevi v celoti iz vodika —, ki se giblje po newtonskih poteh v času in prostoru, napolnjenem s svetlobnim etrom. Zato potrebujemo za vse račune v fiziki le še tri merila, gram, sekundo in centimeter. S temi tremi vrstami opek je po mehanističnem mišljenju mogoče zgraditi vse vesoljstvo. Hitrost, postavim, je količnik iz poti in časa, torej iz centimetrov in sekund; sila Newtonove težnosti je zopet produkt iz mase in dolžine, deljene s kvadratom časa itd. Skratka, prostor, čas in materija, ki se giblje v težnostnih in elektromagnetnih poljih sil newtonskega tipa, so edine tri prvine, ki sestavljajo materialni svet.

Napredek poznejše Einsteinove relativnostne teorije je glede našega vprašanja le v tem, da je z bistroumno razširitvijo newtonske mehanike odpravila vse neskončnosti in iz njih izvirajočo nerazumljivo »actio in distans«. Einsteinova teorija meni, da prenaša gravitacijske učinke od osrednjega telesa, n. pr. Sonca, do trabantov deformiranje ali krivitev prostora samega, te izobličbe pa da se v obliki gravitacijskih valov razširjajo v prostoru seveda s končno, najbrž svetlobno hitrostjo. Prostor, ki preneha biti tako le gol kantovski »način bivanja« predmetov in le prazno polje geometrove domiselnosti, dobi z Einsteinom snovne fizikalne lastnosti; ta novi prostor sam je torej tista roka, s katero grabi Sonce po planetih in planeti po svojih lunah.

Hermann Weyl pa piše svoje vodilno delo o relativnostni teoriji še vedno pod naslovom »Prostor — čas — materija«. Stari newtonski duh je ostal živ in neprizadet, zgradba vesoljstva pa logičnejša, čeprav manj nazorna našim očem in njihovemu načinu gledanja.

Še pred petdesetimi leti je svobodomiselnih prirodoslovcev triumfiral rekoč: premagal sem vse skrivnosti sveta in svojo zgradbo vesoljstva sem dozidal prav do slemena; dodati bo treba nemara še ta ali oni okrasek, podirati in prezidavati pa mi ne bo treba nikoli ničesar več.

Toda človek se je zmotil. Prav ko se je samozavestno razveselil svoje dokončane newtonske makete sveta, je z grozo opazil, da je zidal na nevzdržne temelje. Kaj se je zgodilo?

Rekli smo, da si je predstavljal fizik svetlobo in vrsto drugih nevidnih žarkov — radijske, infrardeče, ultravijoličaste, rentgenske, žarke gama —

kot valovanje etra, ki je podobno valovanju vodne površine. Na vodnem valu je razdeljena energija enakomerno: vsaka dolžinska enota valovega grebena je sposobna opraviti enako mehanično delo. V začetku našega veka (l. 1905) pa je Albert Einstein v zvezi s Planckovimi izsledki opazil, da je pri valovanju etra zgoščena kinetična energija v drobne kapljice, s katerimi je etrov val posejan kakor potica z rozinami. Ker pa ima po Einsteinu energija tudi mehanično maso in po njej materialno naravo, smemo govoriti o teh energijskih rozinah kot o svetlobnih atomih, ki jim pravimo tudi fotoni. To je bilo presenetljivo odkritje.

Svetloba je potemtakem valovanje breztežnega etra in hkrati dež materialnih korpuskulov. Staro razlikovanje: pojav je bodisi čisto valovanje breztežnega etra bodisi gibanje materialnih korpuskulov, to klasično razlikovanje se je zamotalo in ga je bilo treba zavreči. Stari prepričan Newtonom, ki je menil, da je svetloba ploha drobnih telesc, in med zagovorniki valovne teorije svetlobe se je povsem nepričakovano razrešil v spoznanje, da imajo prav oboji. Resnica je v sintezi antitez.

Opazili so še drugo protislovje: kolikor krajši je vodni val, toliko manjšo energijo nosi s seboj, to se pravi, toliko manj rušilne sposobnosti tiči v njem. Pri svetlobi pa se je izkazalo prav nasprotno: kolikor krajša je valovna dolžina, toliko večjo energijo in maso imajo fotoni, ki so etrovemu valu pridruženi. Kako pa so valovi in fotoni drug z drugim povezani, ni vedel nihče odgovoriti. Le to je bilo posihmal jasno, da čistega valovanja ni brez korpuskularnih fotonov, kakor tudi fotonov ne brez pridruženega valovanja etra. Valovanje in svetlobna telesa so neločljiva celota.

Albert Einstein je izračunal, da je zmnožek iz fotonove energije ali mase in dolžine pridruženega etrovega vala stalno število, to se pravi, število, ki je za vse vesoljstvo in za vse čase isto in neizpremenljivo. Ta zakon je postal osnova nove, tako imenovane kvantne mehanike.

Bohrov model atoma, ki je mikrokozmično osončje za majhnim jedrom — soncem in krožečimi elektroni — planeti, se razlikuje od zvezdnega osončja prav po tem, da velja zanj kvantna mehanika in ne newtonska.

Težko priborjena enotnost vesoljstva se je porušila; makrokozmosu vladajo drugačni zakoni kot mikrokozmosu.

Nekdaj zapeljivo preprosta podoba sveta je s Planckom in Einsteinom dobila lepотно napako: čisti valovni pojavi so v drobnem svetu zginili, ko so se neločljivo povezali s korpuskularnimi, na drugi strani pa so ostali v svetu kemičnih atomov še pojavi čistih korpuskulov, roji najmanjših snovnih delcev, na primer elektronov, brez vseh dodatkov. Ta nesomernost je dvajset let po Planckovih dognanjih mučila prirodoslovce. Sredi tridesetih let našega stoletja pa se je veliki francoski fizik in mislec Louis de Broglie opogumil in (leta 1924) napisal doktorsko disertacijo, v kateri je tvegala drzno revolucionarno misel: če ni nikjer valovanja brez korpuskulov, tudi ni materialnih korpuskulov, ki ne bi bili združeni s svojim valovanjem; sleherno snovno telesce jezdi svoje lastne valove. Spretna fizika Davisson in Germer sta l. 1927 z bistroumnim poizkusom vprašala narodo, ki jima je odgovorila: de Broglie ima prav; curek elektronov, za katere so bili prej prepričani, da so samo telesa, se v nekih okoliščinah res obnaša kot žarek nekega valovanja zelo kratke valovne dolžine. Nekdo je ves zavzet sli-

kovito vzkliknil: prej so napolnjevali vesoljstvo ljudje in konji, sedaj pa le še kentavri — ko je hotel reči, da se je valovanje neločljivo povezalo s korpuskuli in korpuskuli z valovanjem.

Da so prej opazovali le čisto valovanje in čiste korpuskule, je povsem razumljivo: v etru so imeli namreč opraviti le s sorazmerno dolgimi in očitnimi valovi, ki so združeni z neopazno majhnimi telesci, v svetu kemičnih atomov pa zopet s sorazmerno velikimi telesci, ki po zakonu kvantne mehanike teže pokažejo svojo valovno naravo.

Poizkusi so dokazali, da velja nova kvantna mehanika prav za vse korpuskule, tudi za elektrone, protone in celo za sestavljene atome in molekule in ne le za fotone. Enotna materija torej in enotni zakoni: to je bila nova velika zmaga monistov in novo zadoščenje manom Giordana Bruna, ki je za svojo genialno preroško slutnjo o enotnosti vesoljstva moral zgoreti na rimskem Campo dei Fiori.

Toda prav kvantna mehanika je znova izkopala prepad med nasprotjem: makro- in mikrokozmos. Ni li to nov dualizem, ki sta ga nekoč že srečno premagala Galilei in Newton?

Kvantna mehanika dopušča zgraditi most čez prepad, ki je zazijal med najdrobnejšo in grobo naravo. Ker veljajo zakoni kvantne mehanike tudi za sestavljene atome in molekule in ker se z velikostjo korpuskulov valovna narava bolj in bolj zabrisuje, lahko pojmujeemo navsezadnje tudi Sonce in planete kot korpuskule. Kvantna mehanika preide v večjih razsežnostih polagoma v newtonsko. Klasična mehanika je kvantna mehanika v primeru, ko zavoljo velikosti korpuskulov ne igra pridruženo valovanje nobene opazne vloge več.

Kentavrsko zraščena korpuskul in pridruženo mu valovanje sta nedejljivo telo, ki so ga v de Broglievi pariški šoli v zadnjem času krstili za »mikroobjekt«. Korpuskul je eno, valovanje pa drugo lice iste fizikalne stvarnosti, istega mikroobjekta. Kvantna mehanika se je ukvarjala v glavnem samo z eno stranjo mikroobjekta, s korpuskulom. Zato je bilo treba izdelati še novo, »valovno mehaniko«, ki bi zajela mikroobjekt še z druge plati. To je storil l. 1925 nemški fizik Erwin Schrödinger, ki je našel ustrezne matematične enačbe, s katerimi je mogoče opisovati valovanje mikroobjekta oziroma ponašanje materialnih valov, kakor so rekli včasih.

Do Schrödingerja smo si predstavljali atom — po Bohrovem modelu — samo korpuskularno: atom je majhno osončje s težkim jedrom, okoli katerega krožijo lažji elektroni kot planeti okoli Sonca. Toda atom mora imeti po de Brogliu tudi z valovne strani svojo podobo. Kako naj si jo predstavimo?

Kadar struna zveni, valuje na poseben način: dve, tri ali tudi več točk, tako imenovana »vozlišča«, ki dele struno na enake dele, med zvenenjem mirujejo; deli strune med vozliščnimi točkami pa nihajo v pravokotni smeri na dolžino strune. V sredi med dvema sosednjima vozliščema zamahuje struna najmočneje, ima največjo »amplitudo«, proti vozliščema pa se amplituda zmanjšuje. Valovi tudi ne hite po struni, kakor jih vidimo pomikati se po vodni površini, ampak »stoje«. Zato govorimo pri struni o »stojnem valovanju«.

Zveni lahko tudi plošča, na primer kitajski gong, bronasti plašč zvona ali koža, napeta na bobnu. Na zveneči plošči mirujejo cele črte, »vozlovnice«,

ki kot ornament preprezajo zvenečo ploščo; deli plošče med vozlovnici pa zopet »stojno« nihajo. Podobe zvenečih plošč z vozlovnici najdemo v vsaki solski fiziki.

Stojno valuje naposled lahko tudi prostorsko telo. Vozlovnice so v tem primeru ploskve najrazličnejših oblik. Te ploskve razdele ves zveneči prostor na manjše celice, katerih vsaka valuje stojno zase, celota pa v »akordu«.

Valovni model atoma si predstavljamo kot stojno valovanje etra. Računi valovne mehanike so pokazali, da so vozlovnice vodikovega atoma, ki je od vseh najpreprostejši, krogle različnih velikosti, pa s skupnim središčem, dalje ravnine, ki sekajo te krogle po meridianih, in stožci, ki imajo vrhove v središču krogel ter sekajo krogle po vzporednikih. Vse te ploskve res razsekajo prostor v manjše ločene celice, v katerih stojno valuje eter. V tej valovni podobi atoma, ki teoretično napolnjuje vse vesoljstvo, praktično pa prihaja v poštev le neznatno območje okoli atomovega središča, v tem atomskem modelu ne vidimo nikjer več jedra, elektronov ali drugih korpuskulov, marveč le še čisto stojno valovanje ali nihanje etra.

Kaj je po vsem tem materija, so se presenečeno spraševali prirodoslovci? Kaj je najmanjši drobec snovi, ki si ga je človek od zgodnje grške antike pa vse do našega veka predstavljal vendar vedno le kot preprosto trdno zrnce? De Broglie je odgovarjal: najdrobnejša opeka snovne zgradbe je trdno in težno telesce, ki neločljivo prikovano jezdi na valovih.

»Prezamotano«, so ugovarjali oni, ki so s Kopernikom menili, da je priroda preprosta. De Broglijeva slika korpuskula se da poenostaviti; saj je trdno zrnce vendar čisto odveč. Tam, kjer menimo, da plava na valovih etra materialno telesce, so v resnici le eterski valovi močnejši, namreč njihova amplituda ali razmah večji. Trdna snov bi tako povsem izginila in bi ostal le še eter s svojim gibanjem. To ne bi bilo navsezadnje tudi nič novega, saj je že J. J. Thomson nekoč, ko je bil na sledi prvim skrivnostim mikrokozmosa, poskušal pojasniti materialno maso z etrom, ki naj bi se po njegovem lovil in nabiral na električne silnice kakor seno na vile in s svojim odporom proti gibanju vzbujal vtis mehanične gmote.

Monohromatično imenujemo valovanje, če sta valovna dolžina in višina amplitude sinusovih valov povsod enaki. Če zložimo dvoje različnih monohromatičnih valovanj v eno, se valovanji ponekod seštevata in ojačujeta, drugod zopet med seboj odštevata in slabita. Korpuskul si torej lahko predstavljamo tudi kot valovanje, ki je na tesno omejenem prostoru močno nabreklo. Potem nam matematiki zares povedo, da je — po Fourierovi analizi — nabrekline nastala s seštevanjem primernege števila ustreznih monohromatičnih valovanj. Tako je prišlo do pojmovanja, da je materialni delec ali korpuskul le snop monohromatičnih valovanj ali »valovni paket«, kakor beremo v strokovni literaturi.

V tej luči trdna snov izgine in ostanejo le še tri fizikalne prvine: prostor, čas in eter. Storimo pa lahko še korak dalje in pripišemo lastnosti svetlobnega etra kar prostoru samemu, pa nam ostaneta le še čas in prostor, medtem ko je snov le še posebna oblika valujočega ali zvenečega prostora.

Ni dvoma, da je bila v tej čudoviti preprostosti fizikalne podobe sveta mikavna lepota. Je pa bila tudi vaba vsem tistim modroslovskim večšam, ki žive od tega, da preže, kdaj se bo materialni svet dematerializiral, kakor da

bi bila priroda z valovno naravo materije manj objektivna in manj materialna od sveta, zgrajenega iz trdnih korpuskulov. V tem pogledu govore neumnosti često tudi veliki prirodoslovci, kot so Jeans, Jordan in Heisenberg.

Tako je Jean-Pierre Vigier še pred tremi leti po pravici grajal znamenitega angleškega zvezdoslovca in filozofa-samouka Eddingtona, ki je dejal, da je zavoljo kvantne mehanike po letu 1927 postalo znanstveniku zopet mogoče verovati v boga. Eddingtonov bog se je rodil iz iste čustvene romantike ob pogledu na nedavno odkrito magično lepoto v mikrokozmosu, iz katere se je rodilo že davno prej religiozno razpoloženje tudi Immanuelu Kantu ob pogledu na zvezdni nebes. Toda kakor že Kant ni — prvič v zgodovini zvezdoslovja — nič več bral božjega imena v Laplaceovi Nebesni mehaniki, tudi valovna ali kvantna mehanika, ki je Eddingtona čustveno ganila, ne pride v resnici nikdar iz racionalnega okvira prirodnih zakonov, da bi se morala zateči k onostranskim vzrokom. Vsa velika odkritja so človeka pač vedno rada tudi čustveno pretresla, da se je ob njih fantastično zamišljal.

V skrivnostnih svetovih mikro- in makrokozmosa zadeva človek v zadnjih petdesetih letih še posebej pogosto na uganke, ki jih težko tlači v okvir navadnega newtonskega časa in prostora, in se zato izgublja v teh neslutnih prostranstvih često tudi z občutkom razumske nebogljenosti. Toda v resnici gre le za dramatiko razvojne dialektike spoznanja in njegovega orodja — razuma, logike, mišljenja samega.

Ivo Pirkovič

(Se nadaljuje.)

vati in ljubiti resnico. Zato je tudi obramba mučenega človeškega dostojanstva. In ni najmanj pomembno dejstvo, da je prav takšno knjigo napisal do tedaj subtilni estet in psiholog, raziskovalec bizarnih odtenkov človeške duše in človeških odnosov, pisatelj André Gide. Potovanje v Kongo je knjiga, ki odkriva resnico o življenju, je knjiga, s katero si umetnik pridobiva pravico govoriti o življenju in stvarnosti, pravico do sodbe in kritike. Zato je tudi, čeprav ni čista umetniška proza, izpolnitev umetniškega poslanstva v moralnem in političnem pogledu.

Bojan Štih

## RAZGLEDI

### UGANKA MATERIJE IN NJENIH ZAKONOV

(Nadaljevanje)

Schrödingerjeva valovna teorija se je že rodila s črvom hude idejne krize v sebi. Stvar bom poskušal na kratko pojasniti, da bo mogoče preceniti današnji kulturni boj med napredno pariško de Brogliovo in idealistično Bohr-Heisenbergovo kopenhagensko šolo, ki jo zahodne sile proti naprednim stremljenjem uradno podpirajo. Saj so de Brogliu zaprta vrata v Evropsko središče za jedrska raziskavanja, kjer gospodarijo kopenhagenski gospodje.

Naredimo preprost poizkus! Spustimo žarek svetlobe skozi drobno okroglo luknjico v steni in ga zadaj prestrezimo z zaslonom! Če bi bila svetloba samo ploha drobnih teles, bi morali dobiti na zaslonu le svetlo okroglo pegico, ki bi bila natančna podoba luknjice v steni. V resnici pa obdajajo svetlo pegico še temni in svetli kolobarji.

Nepričakovani pojav »interference«, kot ga imenuje fizika, je mogoče razložiti samo tako, da pojmujeemo svetlobo kot valovanje: kjer je teman kolobar, se srečujejo žarki, ki se — zavoljo določene razlike v dolžini pota — med seboj odštevajo in uničujejo; v svetlem kolobarju pa se valovi seštevajo in krepe. Telesca sama se seveda ne morejo med seboj odštevati in uničevati.

Toda drugi poizkusi zopet prav tako nedvoumno pričajo, da je svetloba naglo premočrtno gibanje korpuskulov. Fiziki so v zadregi govorili: etrski in atomski pojavi so pač oboje hkrati, valovanje in delci, v svoji muhavosti pa nam pokažejo včasih valovno, včasih zopet korpuskularno lice. Kako je protislovje kontinuum-atomi v narodi združeno v nedeljivo celoto, s človeško pametjo ni mogoče doumeti, ker živimo v čisto drugačnem svetu in smo si navajeni predstavljati vse le v oblikah iz našega vsakdanjega sveta, to se pravi v nazornih formah, ki jih dopuščajo naša čutila v navadnem prostoru in času.

Ideje, da je tudi korpuskul sam le »valovni paket«, ni bilo mogoče vzdržati. Fiziki so namreč ugovarjali, češ da bi se moral tak snop monohromatičnih valovanj po zakonih fizike hitro razbliniti, korpuskul se torej naglo tako rekoč razmazati po vesoljstvu.

In ne le to. Valovanja etra ni pravzaprav še nikoli nihče videl, nitj ga dokazal. Pri vseh pojavih, tudi etrskih, zaznavamo vedno samo učinek korpuskulov, kadar zadenejo na oviro. V našem prej opisanem poizkusu se silne množice fotonov razporejajo na zaslonu pač tako, kakor da bi šlo za interferenco nekega valovanja, toda ta »interferenca« je le gol matematični zakon posebne dinamike telesa, ki velja samo v svetu najdrobnejše prirode.

Zakaj ne pade na temne kolobarje v našem poizkusu nič in v polsence prehodov med temnimi in svetlimi kolobarji le malo fotonov, je ostala nepojasnjena uganka. Po newtonskih nazorih si moramo predstavljati korpuskule kot trdna zrnca, okoli katerih se razpredajo polja težnostnih in elektromagnetnih sil istega tipa, ki jih je odkril Isaac Newton v osončju. Toda taki snovni delci se nikakor ne bi v našem poizkusu mogli razporediti na zaslonu v temne in svetle kolobarje. Skrivnostni mikrokozmos se je neusmiljeno porogal staremu častiljivemu očetu klasične mehanike, o katerem so mehanisti menili, da je s svojim zakonom splošne težnosti dal človeštvu za vselej ključ do vseh ugank neživega sveta. V občji zadregi prirodoslovci niso vedeli, s čim naj bi v najdrobnejši prirodi nadomestili zavrženega Newtona.

Rešilna misel se je utrnila Maxu Bornu.<sup>1</sup> Pot individualnega snovnega telesa je res očitno v nasprotju z newtonsko mehaniko in zato nerešljiva uganka. To pa ni posebna nesreča, saj nam v praksi vedno zadostuje, da poznamo le kolektivno obnašanje celih množic korpuskulov. Kolektivno mehaniko pa nam dajejo zakoni prav Schrödingerjeve valovne teorije, le da si pridruženega valovanja ne smemo več predstavljati materialno, marveč samo kot računski pripomoček. Amplituda pridruženega valovanja je le mera, po kateri sodimo, kako gost je na kakem mestu roj gibajočih se telesa. Kjer meri amplituda nič enot, je znamenje, da tam ne bo korpuskulov, kjer daje račun le majhno amplitudo, je pričakovati malo korpuskulov, kjer veliko, bo tudi roj telesa gostejši.

Pot posameznega korpuskula se roga vsem zakonom in je zato nedeterminirana, medtem ko se roj telesa kot celota natanko pokorava determinističnim zakonom valovne mehanike. To je prav tako, kakor v statistikah: za nobeno domačijo ne morem vedeti, če bo in kdaj bo pogorela, za kolektiv vseh domov pa nam statistik v zavarovalnici lahko pove, koliko bo dal v prihodnjem letu žrtev, če se ne bodo spremenile okoliščine. Šele iz tega celotnega rezultata lahko sodim tudi za posamezen dom, kolikšna je matematična verjetnost, da bo zgorel prihodnje leto ali v prihodnjih desetih ali petdesetih letih. Zvezdoslovec si je iz opazovanja vsega neba na primer izračunal, kolikšna je matematična verjetnost, da bo naše Sonce eksplodiralo v obliki nove ali supernove že letos itd.

Kje bo korpuskul, ki sem ga sedaj opazil tu, hip pozneje, ni z nobenim zakonom določeno. Da ga bom našel na poljubno izbranem drugem mestu, je le bolj ali manj verjetno in si lahko izračunam to matematično verjetnost iz velikosti amplitude pridruženega valovanja na tem mestu.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ruski in francoski avtorji, ki se zadnji čas ukvarjajo v naprednem tisku »La Pensée«, »Cahiers du Communisme« idr. s tem vprašanjem, pripisujejo teorijo nápak Bohru. Se več strokovne nesolidnosti je opažati pri Rusu Blokincevu, na katerega se v polemikah sicer precej sklicujejo tudi v zahodni tujini.

<sup>2</sup> Amplituda pridruženega ali, po Bornu, verjetnostnega valovanja je v splošnem kompleksno število ( $u + iv$ ). Kvadrat modula tega števila ali zmnožek tega števila s konjugiranim kompleksnim številom ( $u - iv$ ) je Born definiral kot matematično verjetnost ( $u^2 + v^2$ ) prisotnosti korpuskula v izbrani točki valovnega polja. Če označimo največjo verjetnost, to je gotovost, z 1, potem mora biti

Tako so se v Bornovi razlagi spremenili materialni valovi v valovanje abstraktne matematične verjetnosti, ki je po svoji naravi statistična verjetnost. Iz tega zaključujemo: gibanja individualnega korpuskula ne urejajo deterministični, ampak le verjetnostni ali statistični zakoni; ponašanje mikrokozmičnega telesa ni z nobenim zakonom vnaprej trdno določeno, ampak le statistično bolj ali manj verjetno.

Človek se je znašel pred zevajočim protislovjem: kolektivna zakonita določenost, determiniranost — individualna anarhična nedoločenost, gol slučaj v ohlapnem okviru verjetnosti. Ne smemo si predstavljati — in to je treba znova poudariti — da poti posameznega mikrokozmičnega telesa morda zavoljo zamotanosti dogajanja ne znamo izračunati; räsprotno, natanko vidimo, da poti korpuskulov niso take, kakor jih zahtevajo splošno veljavni zakoni materialnih mas.

Podrobneje proučevanje vprašanja je težave večalo. Kazalo je, da je treba posameznemu telescu odrekati celo značaj individualnosti; da se pojavi korpuskul v določenih okoliščinah in na določenem mestu le, če njegovo prikazen fizik v poizkusu izzove; da zgublja smisel govoriti o strogo določenih poteh teles v tem smislu, kot govori Newton o tirih planetov.<sup>3</sup> Skratka, podirajo se vsi stari nazori, ki smo jih imeli o prirodi.

O zakonih valovne mehanike, ki veljajo za velike roje atomarnih teles, je treba dodati še kratko dopolnilo. Kolektivna zakonitost velikih rojev korpuskulov je v resnici samo rezultat individualnih verjetnosti, torej tudi sama zase le določena, četudi še tako velika verjetnost. Le-ta se stopnjuje, če množica korpuskulov raste. Potemtakem izražajo vsi fizikalni zakoni v resnici samo neko verjetnost, ki se od golega slučaja pri individuumu do kolektivne nujnosti sicer zelo stopnjuje, v resnici pa nikoli ne sprevrže iz verjetnosti v pravo determiniranost.<sup>4</sup>

»Kdo ima prav?« so dvomljivci vprašujoče dvigali glave. Nihče ne more tega razsoditi, saj sta obe podobi mikrokozmosa, valovna in kvantna, nastali

---

integral verjetnosti čez celotno polje valovanja  $\int (u^2 + v^2) ds = 1$ , ali z drugimi besedami, korpuskul je gotovo nekje v polju valovanja.

<sup>3</sup> Klasična mehanika je menila, da je mogoče v istem trenutku določevati, to se pravi računati in meriti, lego in hitrost telesa. Analiza valovne mehanike pa pokaže, da je toliko manj mogoče govoriti o tem, da je korpuskul v neki določeni točki svoje poti, kolikor natančnejšo vrednost lahko pripisujemo njegovi hitrosti, in obratno. V hipu, ko bi korpuskul imel neko absolutno natančno s številom izrazljivo hitrost, bi bil sam povsod in nikjer na svoji neskončno dolgi poti. Objektivna nedoločenost lokalizacije  $\Delta x$  in nedoločenost impulza  $\Delta p$  sta namreč povezani z znanim Heisenbergovim načelom nedoločenosti  $\Delta x \cdot \Delta p = h$ , kjer pomeni  $h$  Planckovo konstanto. Na isti način se izključujeta določenosti energije in časa in drugih parov mehaničnih količin.

<sup>4</sup> Statistična ali verjetnostna narava fizikalnih zakonov ni šele iznajdba valovne ali kvantne mehanike, ampak so jo odkrili atomisti Boltzmannove šole v termodinamiki že v prejšnjem veku. Tudi po Boltzmannu je, recimo, padanje kamna navzdol od mnogih drugih možnosti le najverjetnejši dogodek. V dovolj dolgem času bi se lahko in celo tudi moralo primeriti, da bi bili vsi atomi v kamnu v svojem toplotnem gibanju za hip obrnjeni navzgor in bi kamen šinil sam od sebe kvišku. Toda tudi tak dogodek bi bil po Boltzmannovem pojmovanju že od vekov vnaprej določen in življenje tudi grobe prirode torej kljub le verjetnostnemu značaju zakonov strogo determinirano. Atomom kamna bi bile že v Laplaceovi pramegli zakonito začrtane take poti, ki bi nujno vodile do kršitve zakona težnostnega padanja.

iz razmišljanja in sklepanja in ne iz neposrednega opazovanja. Malodušnežev se je loteval obup, češ vse je zaman; v mislih si lahko gradimo svetove, kakršne hočemo, toda kje je poročstvo, da nas mišljenje z vso svojo logiko in dialektiko ne vodi za nos, ampak zares do resnice. Tako se je odločil Werner Heisenberg za usoden korak in zavrgel vse, kar se je rodilo iz količkaj zamotanega mišljenja. Zavrgel je tudi obe podobi atoma, Bohrovo korpuskularno in Schrödingerjevo valovno; saj ni še nikoli nihče videl ne takega ne drugečnega atoma. Od vsega neznanega mikrokozmosa mu je ostala navsezadnje le še revna peščica izkustvenih dejstev, množica svetlih črt, ki jih izsevajo atomi v mavričasto razkrojeni svetlobi, in je za zakonitosti teh skupih podatkov ustvaril novo kvantno teorijo s tako imenovanim matričnim računom. Matematiki pa so mu hitro dokazali, da je njegova kvantna mehanika v resnici le druga metoda opisovanja istega predmeta, ki ga je že prej na svoj način opisala Schrödingerjeva valovna mehanika.

Kakor svoj čas Ernst Mach<sup>5</sup> tudi Werner Heisenberg ni tajil atomov, ampak le zanikal, da bi mogli z gotovostjo zvedeti resnico o mikrokozmosu, to se pravi o materiji in snovnem svetu sploh. Zato je Heisenberg dvomljivec, pozitivist in agnostik.

Kriza mišljenja v Heisenbergovi pozitivistični šoli ni v zgodovini filozofije prva te vrste. Spoznatnost predmeta ali »stvari po sebi« — Ding an sich — je v svoji Kritiki čistega razuma tajil že Kant, pozneje pa novokantovci. K njim je šteti zlasti Avenarius in prirodoslovca Ernsta Macha, ki je bržčas vsaj dijaške počitnice preživljal na očetovem posestvu Slatniku pri Novem mestu in je postal pozneje s svojo filozofijo »empiriokriticizma« svetovno znan agnostik in moden filozof. Machov spoznavni pesimizem, ki je svoj čas zelo okuževal celo napredne evropske tokove, je zavrnil Lenin v svojem znanem »Materializmu in empiriokriticizmu«.

Machovsko-heisenbergjanskega filozofskega pesimizma in pozitivizma navadno ne ocenjujemo pravično. Grajamo ga, kakršen je sam po sebi, iztrgan iz razvoja, namesto da bi mu pojasnili vzroke nastanka in pomen v rasti filozofije.

Kar se v razvoju pojavlja, klije iz lastne notranje zakonitosti. Kot zgodovina sploh ima tudi zgodovina človekovega spoznanja svojo dialektiko razvojnega zapletanja in razpletanja, ima svoje konjunktore in svoje krize, kakor ima svoje, postavim, razvoj gospodarstva, s katerim je na svoj način povezana. Ko se nagrmadijo dvomi, človek obupuje nad svojimi lastnimi možgani in se sprevrča v zasmehovalca resnice, tajiveca spoznatnosti in pozitivista, ko pa se skrivnosti razrešujejo, človek zopet optimističneje gleda na zmogljivost svojega razuma. Tako se je tudi machovstvo in heisenbergjanstvo po naravni razvojni poti ugnalo in izživel.

Pozitivistične krize pa so tudi razvojno pomembne postaje mišljenja. Pozitivizem z nezaupanjem inventarizira pojme, ki so v rabi, in neusmiljeno trebi in zavrača vse predsodke in nepreverjene predstave, ki so se kvarno nagrmadile na pot razvoja. Res, da je pozitivistični dvom tudi kot slon v gredi, ki ne loči zela od plevela, toda to ni nesreča. Korist je v tem, da počisti gredo za novo,

<sup>5</sup> Dva tedna pred svojo smrtjo je Albert Einstein povedal Bernhardu Cohenu, da je nekoč obiskal Ernsta Macha in ga vprašal tudi, ali bi sprejel domnevo o bivanju atomov, če brez te domneve ne bi bilo mogoče razložiti kakih fizikalnih pojavov. Ernst Mach je pritrdil. To stališče je zanimivo, ker je dejansko proti strogemu pozitivizmu.

žlahntnejšo kulturno rast. Na zadnjem prelomu stoletij je bil naravnost potreben obup nad »zdravim« človeškim razumom, da je bilo mogoče neusmiljeno zavreči vrsto preživelih klasičnih predstav in pojmov o prostoru, času in materiji, ki so bili napoti revolucionarnim novim spoznanjem našega veka.

Tudi Heisenbergova teorija seveda ni reševala zavrženega determinizma. Proučevanje mikrokozmosa je tako privedlo do popolnega zanikanja prirodne nujnosti; determiniranost je samo varljiv zunanji videz, ki se nam z vso svojo družbo starih pojmov toliko bolj razblinja v slepilo, kolikor globlje prodiramo v skrivnostno zgradbo najdrobnejše prirode. Jedki dvom je polagoma razkrojil vso svetost preteklosti in mogočna predstava vesoljstva, ki so nam jo s tolikim zanosom gradili največji geniji človeškega rodu od renesanse do našega stoletja, se je nazadnje z nepopisnim truščem vseobčega pohujšanja zrušila v razvaline.

Človek je zmeden obstal pred dramatičnim prizorom in se ni sramoval domotožja po lepoti in razumnosti zgubljenega sveta.

Max Planck, Albert Einstein in Louis de Broglie so bili začetniki vsega zla. In prav ti trije velikani prirodoslovja in mišljenja se niso mogli nikoli sprijazniti z usodnimi nasledki svojih odkritij. Rusi so nenehoma terjali povratek k determinizmu. Blokincev se je že leta 1949 loteval kritike osnov kvantne mehanike. G. A. Svečnikov je sicer de Brogliu priznaval, da odklanja pojem »slučaja« brez vzroka, zamerja pa mu, da se je glede statističnega značaja prirodnih zakonov vdajal Bohrovim idejam.<sup>6</sup> Svečnikov pač pozablja, da slabe teorije lahko rušimo samo z boljšimi novimi, ker se v nobenem razvoju, niti v razvoju spoznanja, ni mogoče vračati v celoti k staremu v preteklost.

Leto pozneje je D. Bohm zavračal v ameriški *The Physical Review* (15. januarja 1952) indeterministične nazore Bohr-Heisenbergove kopenhagenske šole in njeno statistično metodo proučevanja mikrosвета. Za Amerikancem se je oglasil Louis de Broglie in v *Revue d'histoire des sciences* tudi sam odklonil učenje kopenhagenskih tovarišev. Napredni pariški prof. Evry Schatzman je v reviji *La Pensée* (1952, no. 42—43) razložil Langevinove materialistične težnje v kvantni mehaniki in poudaril potrebo, ustvariti tako teorijo, ki bi razlagala vse mehanične pojave iz obnašanja individualnega korpuskula.

Za 70-letnico smrti Karla Marxa je uredništvo revije *La Pensée* 24. in 25. maja 1953 pripravilo sestanek znanstvenikov, na katerem je govoril tudi mlad učenec de Broglieove šole, Jean-Pierre Vigier, o filozofskih vprašanjih kvantne mehanike in odklonil stališče kopenhagenskih fizikov v tem vprašanju. Njegove misli so mu dozorele v doktorski disertaciji, ki jo je nato 11. decembra 1954 branil na Sorboni pod naslovom »Kavzalna razlaga kvantne teorije«. »Kavzalno« mu pomeni seveda toliko kot »deterministično«.

Jean-Pierre Vigier se je odločil za najpreprostejšo razlago, če obenem sprejmemo načelo determinizma in upoštevamo dejstva, ki nam jih nudijo poizkusi.

Hrup sodobnih atomistov o anarhičnem ponašanju korpuskulov je močno pretiran. V Wilsonovi kameri spoznavamo naravo individualnih mikrokozmičnih teles iz oblike njihovih geometrično čisto pravih poti, ki jih razčlenjujemo z zakoni newtonske deterministične mehanike — seveda v izpopolnjeni relativnostni obliki. V navadnih težnostnih in magnetnih poljih se obnašajo atomarni delci tedaj povsem tako kot newtonska telesa. Fotoni, na primer, se gibljejo

<sup>6</sup> G. A. Svetchnikov, *La Lutte contre l'indéterminisme dans la mécanique quantique*, *La Pensée* (maj—junij 1951).

skozi težnostno polje Sonca natanko po istih determinističnih zakonih newtonske težnosti, kot se planeti ali kometi. Šele če se korpuskuli tesno srečujejo, kakor postavim na robovih luknjice v steni pri našem poizkusu, odpove klasična mehanika in gre dogajanje po kvantnih tirih.

Rešitev je tedaj na dlani: po klasičnih predstavah je vsako snovno telesce opredeljeno od polja newtonskega tipa, ki sega sorazmerno daleč na vse strani v prostor. Jean-Pierre Vigier je dodal korpuskulu še novo, tako imenovano kvantno polje, čigar učinek je omejen na sila tesno okolico korpuskula in je čisto druge narave od newtonskega. To kvantno polje razlaga deterministično vse tiste mikrokozmične pojave, ki jih klasična mehanika ni mogla in jih je zato oklicala za anarhično nedeterminirane.

Načelo deterministične kavzalnosti je bilo z dodatkom kvantnega polja rešeno, prav tako individualno bivanje teles z absolutno natanko določenimi legami in hitrostmi v vsakem hipu, kar vse je morala Schrödinger-Heisenbergova mehanika žrtvovati.

Vigier je korpuskul kompliciral: dodal mu je še novo sestavino, valujoče kvantno polje, in celoto imenoval »mikroobjekt«. Kvantno polje, ki ga opisuje Schrödingerjeva enačba, ni več samo abstraktna matematična zakonitost, ampak zopet materialno valovanje, čigar amplituda pomeni jakost poljske sile. Korpuskul sam kot trdno zrnce postaja očitno zopet odveč in ga je Vigier — po stari de Broglievi ideji — nadomestil zopet s posebno oblikovitostjo kvantnega polja samega; korpuskul je figura kvantnega polja.

Korpuskul in kvantno polje sta potemtakem nedeljiva celota, oba iz istega materiala, oba samo polje sil. V matematičnem jeziku pravimo, da je korpuskul »singularna točka« kvantnega polja, to se pravi točka, ki je snovno del polja, geometrično pa ima čisto druge lastnosti od ostalih točk kvantnega polja okoli sebe. Vrh stožca, na primer, je singularna točka stožčevega plašča.<sup>7</sup>

Zaradi fizikalnih težav je res težko odkriti natančno lego in hitrost mikroobjekta. Temu pa je kriva sedaj le še naša tehnična slabost in nič več narava mikroobjekta samega, čigar singularna točka ali »korpuskul« je lokaliziran v fizikalnem prostoru tako natančno, kot je geometrična točka v matematičnem prostoru. Tako obstojno točkasto telesce, ki se več ne »razmazuje« po prostoru, zarisuje v gibanju seveda zopet newtonsko pojmovano zvezno črtasto pot. Kvantna mehanika pa je še menila, da je nedoločnost lege korpuskula tudi stvarna in da v nekih že omenjenih okoliščinah postane povsem nesmisleno govoriti o njegovi legi in poti v prostoru in času.

Jean-Pierre Vigier se poskuša s svojo novo teorijo močno približati novejšim nazorom Einsteinove »posplošene« teorije relativnosti.

Že za svojo »splošno« relativnostno teorijo je Einstein prevzel predstavo Ernsta Macha, da je premo in enakomerno ali vztrajnostno gibanje součinek vsega materialnega vesoljstva. Dvoje materialnih teles se po Newtonu privlačuje vedno tako, da se gibljeta drugo proti drugemu s pospešeno hitrostjo. Vsaka

<sup>7</sup> Schrödingerjeve valovne enačbe ni bilo mogoče tako razširiti, da bi zajela tudi korpuskul. Zato je bilo treba za opis celotnega mikroobjekta dodati Schrödingerjevi enačbi še posebno singularno matematično funkcijo, ki ustreza zahtevam relativnostne teorije. Ta delitev na dve funkciji, regularno in singularno, pa je samo še formalna, ne da bi hotela morda reči, da sta tudi telesce in kvantno polje dve ločljivi sestavini.

zvezda pada torej hkrati na vse strani, proti vsaki drugi zvezdi pospešeno. Če je geometrična vsota teh pospeškov enaka nič, se zvezda giblje pač ne-pospešeno, torej enakomerno in premočrtno ali vztrajnostno.

Einstein je šel drzno dalje in sleherno svobodno, tudi pospešeno gibanje razumel kot vztrajnostno. Gibanje je povezal tesno z geometrično obliko prostora. Daleč od vsakršnih kozmičnih gmot, kjer ni zaznatnih gravitacijskih pospeškov, je prostor »gladek« in geometrično »raven« — gibanje v njem pa enakomerno; blizu gmot je prostor matematično »zakrivljen«, gibanje v njem pa ustrezno neenakomerno. Prostor ima tedaj svojo topografijo, svojo lokalno oblikovitost, ki se kaže v različnosti geometričnih lastnosti. Lokalna geometrična oblikovitost prostora, ki jo ustvarja razdelitev vse materije v vesoljstvu, se odraža v načinu gibanja prostih teles, ali z drugimi besedami, gibanje prostih teles se povsod prilega geometrični oblikovitosti prostora, kakor se, recimo, gibanje sence prilega geometrični obliki tal, po katerih drsi. Pojem sile izgine in ga nadomesti geometrična razčlenjenost prostora, ki sam preneha biti »raven«, to je evklidične narave, v katero je človek dve tisočletji veroval, kot edino mogočo.<sup>8</sup>

Že leta 1927 so Einstein, Darmois, Grömer in Infeld storili še revolucionaren korak dalje in materijo samo razložili kot posebno obliko prostora. Za silo je izginila še materija kot pojem zase ali bolje, v materiji so odkrili isto substanco, iz katere je zgrajen naš izkustveni prostor.

Seveda ne smemo govoriti, da se nam je materija dematerializirala, ampak rajši, da se nam je materializiral prostor. Zanj že tako vemo, da je mnogo več kot samo blede matematični prostor, kot zgolj prazno torišče geometričnih abstrakcij in le možnost bivanja prostornih teles ali celo le človekova subjektivna stvaritev. Kjer koli v vesoljstvu si zamislimo absolutno praznino, ne moremo iz njega odstraniti vsaj težnostnega polja, torej potencialne energije, ki je že po posebni relativnostni teoriji istovetna z materijo. Gravitacijskega in drugih polj sploh pa si ne smemo predstavljati kot tujke ali corpora aliena v prostoru, ampak kot oblike prostora samega. Tako nam tudi po tej strani izginja bistvena razlika med materijo in prostorom.

Le omenim naj, da je pred petdesetimi leti že tudi čas izgubil v Einsteinovi podobi vesoljstva svojo absolutno individualnost in se neločljivo povezal s trirazsežnim prostorom. Ni namreč newtonsko pojmovanega absolutnega časa, ki bi veljal po vsem vesoljstvu hkrati, ampak imamo le lokalne čase, to se pravi: vsako mesto v prostoru ima svoj lasten čas, zgrajen tudi iz prostorskih razsežnosti, kot pričajo enačbe tako imenovane Lorentzove transformacije. Tako nam preostane končno le še ena sama prasuščina vesoljstva, ki ji pravimo sedaj materija, sedaj prostor, sedaj zopet čas.

To kozmično vizijo si je osvojil tudi Jean-Pierre Vigier. Tudi on meni, da vsi mikroobjekti soustvarjajo s svojimi newtonskimi in kvantnimi polji nekakšno kozmično plazmo, fizikalni kozmični prostor, ki s svoje strani kot celota zopet determinira gibanje posamičnega mikroobjekta. Naglas pa ostaja na pojmu »determinira«.

Triumf dialektičnega monizma!

<sup>8</sup> Naši popularizatorji prirodoslovja navadno napak razlagajo pojem matematične zakrivljenosti prostora kot nekaj dejansko zakrivljenega. Vendar gre le za spremembo geometričnih lastnosti, na primer, da ne meri obod kroga več  $2\pi r$ , da ne znaša vsota kotov v trikotniku več  $180^\circ$  itd.

Kaj je dal Jean-Pierre Vigier fiziku in kaj filozofu? Praktičnemu fiziku pravzaprav ničesar; dal je nekaj le mislecu. S staro Schrödinger-Bornovo statistično metodo si je fizik že pred Vigierom umel izračunati vse, kar je potreboval. Vigier mu ni dal nobenega novega praktičnega orodja.

Veliko stvar pa je mladi komunist Vigier storil mislecu. Vrnil mu je stoletno zapravljenno dediščino deterministično kavzalnega nazora, ki je od Galileija do našega veka vodil vse mišljenje kulturnega človeka. Brez tega temelja se je v zadnjih treh desetletjih človek čutil zgubljenega, obupaval nad razumom in stvarnostjo in se v svojem nagonem strahu pred nerazumljivim in nespoznatnim zatekal v romantično mistiko.

Ivo Pirkovič

## ZAPISKI

### GEORG LUKÁCS O PROBLEMU PERSPEKTIVE

Na četrtem kongresu vzhodnonemških pisateljev, ki je bil nedolgo tega v Berlinu, se je med drugimi oglasil k besedi tudi znani marksistični literarni teoretik, Georg Lukács. Govoril je o temi, ki ne zadeva samo današnje vzhodnonemške literature, ampak globoko posega v probleme literarnega ustvarjanja nasploh in je potemtakem zanimiva tudi za nas. Zato v prevodu seznanjamo z Lukácsevim govorom tudi slovenske bralce:

»Težave naše literature — Becher in Seghers sta se tega v svojih referatih že dotaknila — izvirajo prav iz njene razvitosti, iz njenih dosežkov in iz njene družbene in ideološke premoči. Ta problem se najbolj zaostri, kadar govorimo o perspektivi. Kajti skoraj prevsakdanje bi bilo dandanes še reči, da ravno, kar zadeva perspektivo, obstaja velika razlika med kritičnim realizmom in socialističnim realizmom. Prav pri problemu perspektive se namreč najjasneje kaže premoč naše literature.

Če pa si stvar pogledamo od blizu in si preberemo razna dela, in to večino naših del, vidimo, da je z upodabljanjem perspektive zvezanih zelo mnogo problemov.

Upal bi si celo reči, da je enega od virov shematizma v naši literaturi iskati ravno v nepravilnem, mehaničnem upodabljanju ali mehaničnem izkrivljanju perspektive.

Če govorim o perspektivi, jo lahko na kratko opredelim takole:

Prvič: pod perspektivo razumemo nekaj, kar še ne obstoji. Če bi obstajalo, ne bi bilo perspektiva za svet, ki ga upodabljam.

Drugič: ta perspektiva pa ni zgolj utopija, ni zgolj subjektivni sen, ampak je nujna posledenca objektivnega družbenega razvoja, ki se pesniško objektivno razodeva v razvoju cele vrste značajev, postavljenih v določene položaje.

In tretjič: perspektiva je objektivna, ni pa fatalistična. Če bi bila fatalistična, sploh ne bi bila perspektiva. Perspektiva je zaradi tega, ker še ni realnost, čeprav obstoji v resničnem svetu tendenca, da realnost postane,