

O PROBLÉME NÁZORNOSTI VO FYZIKE

RUDOLF ZAJAC

Väčšina fyzikov považuje modernú fyziku, najmä kvantovú teóriu, na rozdiel od klasickej fyziky, za nenázornú. Toto stanovisko zaujali a zaujímajú jednak zástanci ortodoxnej interpretácie kvantovej mechaniky N. Bohr, P. Jordan, P. Dirac, C. F. Weizsäcker,¹ ako aj jej kritici A. Einstein, M. Planck² zo sovietskych fyzikov S. I. Vavilov, L. D. Mandelštam³ a iní. Niektorí filozofujúci fyzici, najmä P. Jordan,⁴ alebo filozofi ako A. March⁵ z nenázornosti kvantovej mechaniky vyvodili záver, akoby „hmota zmizla“ a ostala len nehmotná štruktúra v podobe abstraktných matematických formúl a rovníc. Z nenázornosti kvantovej fyziky určujú sa teda závažné ontologické závery. V tejto súvislosti vzniká otázka, či marxistické filozofické práce na túto tému majú byť iba apológiou materialistickej ontológie⁶ a či majú iba tejto apológii podriaďiť celú argumentáciu, alebo naopak, či má aj marxistická filozofia vyjsť z nových poznatkov fyziky a vyvodiť z nich pre seba gnozeologické a ontologické závery v duchu Engelsevej tézy o tom, že materializmus musí meniť svoju podobu s rozvojom prírodných vied? S touto druhou otázkou sa budeme zaoberať v tejto práci.

V marxistickej i nemarxistickej literatúre nachádzame protichodné odpovede na základnú otázku, či je vlastne kvantová teória nenázorná. Nejasnosť sa začína už otázkou, ako chápať výrok, že fyzikálna teória je nenázorná, alebo opačný výrok, že je názorná. Niektorí autori vychádzajú z dvoch stupňov poznania, zo zmyslového a rozumového poznania, pričom stotožňujú názornosť so živým nazeraním alebo s predstavivosťou a z tohto rovného uhla kritiky zaujmú stanovisko, ktoré si osvojila veľká väčšina fyzikov.

Ak by sme pojmom názornosť chápali živé nazeranie, t. j. vnímanie a predstavivosť, bol by už každý pojem nenázorný a tým viac každá teoretická disciplína budovaná pomocou pojmov. Potom by ani výrok „teória je názorná“ nemal zmysel ako výrok „železo je drevené“.⁷ Takýto postoj sa vyhýba problému, obchádza tak

¹ Pozri Niels Bohr, *Atomic Physics and Human Knowledge*, Science Editions, INC, 1961, Pascual Jordan, *Physik des XX. Jahrhunderts*, Braunschweig 1949, P. A. M. Dirac, *Die Prinzipien der Quantenmechanik*, Leipzig 1930, C. F. Weizsäcker, *Zum Weltbild der Physik*, Stuttgart 1954.

² Pozri A. Einstein, *Fizika i realnosť*, Moskva 1965, M. Planck, *Wege zur physikalischen Erkenntnis*, Leipzig 1944.

³ Pozri S. I. Vavilov, *Sobranije sočinenij*, tom III, Moskva 1956, L. D. Mandelštam, *Sobranije sočinenia V*, Moskva 1950.

⁴ Pozri c. d.

⁵ Pozri A. March, *Die physikalische Erkenntnis und ihre Grenzen*, Braunschweig 1955.

⁶ Pritom v minulosti išlo zväčša o obranu nie dialektického materializmu, ale naivného realizmu, ako to uvádza M. Král vo svojej stati *Filosofie a veda* v zborníku *Sedmkrát o smyslu filosofie*, 129, Praha 1964.

⁷ Helmut A. Korch, *Zur kritik des physikalischen Idealismus*. C. F. Weizsäcker, Berlin 1959, 185. Autor cituje Belu Fogarasiho, nestotožňuje sa však s ním.

základnú skutočnosť, že si nevieme predstaviť „obyčajný“ elektrón, riadiaci sa podľa zákonov kvantovej mechaniky (napríklad prechod elektrónu cez potenciálový val), na rozdiel od tých najkomplikovanejších makroskopických telies, alebo dokonca od telies, ktoré vytvorila ľudská fantázia. O elektróne vieme iba to, že sa nám niekedy javí ako teliesko, inokedy ako vlna, pričom je jeho reakcia nezlučiteľná s predstavou telieska i vlny. Ba nevieme ani len spojiť predstavu telieska a vlny tak, aby to zodpovedalo skutočnému správaniu sa elektrónu. (Predstavy o telieskach, unášaných vlnami a pod. sa neosvedčili.)

Ukazuje sa teda, že problém názornosti fyzikálnej teórie nastolil sám život, t. j. vývin fyzikálneho bádania, a treba súhlasíť s tými autormi, ktorí nestotožňujú názornosť fyzikálnej teórie s nižším, zmyslovým stupňom poznania.

Ak teda nechceme problém apriórne obísť alebo odmietnuť, musíme sa pokúsiť vymedziť pojem názornosti fyzikálnej teórie. Fyzici i filozofi vytvorili celú paletu definícií,⁸ oscilujúcich medzi už spomínaným názorom, podľa ktorého nijaká teória, teda ani Newtonova mechanika nie je názorná, a medzi opačným extrémnym názorom, že koniec koncov každá teória sa stane názornou, keď ju pochopíme a osvojíme si ju. Spočiatku (1927) aj Heisenberg podal definíciu názornosti, podľa ktorej je každá fyzikálna teória názorná. Stačila totiž podmienka logickej konzistentnosti teórie a požiadavka, že sú mysliteľné jej experimentálne dôsledky.⁹ V ďalších prácach však Heisenberg výslovne uvádza, že kvantová teória je nenázorná.¹⁰

Oba extrémne pohľady na názornosť odstraňujú rozdiel medzi klasickou a kvantovou fyzikou, pretože v prvom prípade sú obe teórie rovnako nenázorné a v druhom prípade sú obe teórie rovnako názorné.

Z marxistických filozofov sa otázkou názornosti fyzikálnej teórie najpodrobnejšie zaoberal E. M. Omeľanovskij.¹¹ Zdôrazňuje, že názornosť fyzikálnej teórie nemožno stotožniť so živým nazeraním, a poukazuje na vzájomný dialektický vzťah zmyslového a rozumového poznania. Nesporné je tiež autorovo tvrdenie, že každá fyzikálna teória vychádza z experimentálnych údajov, z toho, čo nám ukazujú prístroje. Rozdiel medzi klasickou a kvantovou fyzikou vidí autor v tom, že „v klasickej teórii jej pojmy sú bezprostredným zovšeobecnením údajov pozorovania, v kvantovej teórii však jej pojmy nie sú takým bezprostredným zovšeobecnením, ale zovšeobecňujú dané pozorovania sprostredkované, prostredníctvom klasických pojmov.“¹² Autor usudzuje, že kvantové pojmy sú názorné, no nie v tom zmysle, že možno zostaviť makroskopický model mikroobjektu, ale v širokom zmysle, že s kvantovými fyzikálnymi pojmami sa spájajú určité zmyslové dojmy a vnemy, ktoré v človeku vyvolávajú mikroobjekty prostredníctvom údajov

⁸ Pozri o tom napr. v stati M. E. Omeľanovského, *Problém názornosti vo fyzike* v zborníku *Filozofické problémy súčasnej fyziky a astronómie*, Bratislava 1962, 187—200.

⁹ Pozri W. Heisenberg, *Über den anschaulichen Inhalt der quantentheoretischen Kinematik und Mechanik*, *Zeitschrift für Physik* 43, 172.

¹⁰ Prvý raz formuloval výrazne toto stanovisko v populárnej stati *Wandlungen in den Grundlagen der Naturwissenschaften*, Stuttgart 1949 (8. vydanie).

¹¹ Pozri c. d.

¹² Pozri c. d., 199.

prístrojov.¹³ Inými slovami, pohyb elektrónu si nevieme prdestaviť, jeho názorný model neexistuje, spájame s ním však napríklad názornú, zmyslami vnímanú stopu na fotografickej doske alebo v hmlovej komore, ktoré sú výsledkom interakcie mikroobjektu s prístrojmi. Autor tak síce rešpektuje osobitosti mikrosveta, rozširuje však pojem názornosti tak, že koniec koncov každá teória musí byť názorná, no nie tak ako klasická teória, ale v širšom zmysle, akosi sprostredkované.

Autor sa síce odvoláva na dialektiku, no zdá sa nám, že podcenil kvalitatívny rozdiel medzi klasickou a kvantovou fyzikou a osobitosti mikrosveta iba mechanicky odsunul o stupeň ďalej. V snahe určiť súvis medzi predstavami a pojmami v klasickej a kvantovej fyzike vychádza zo známeho Leninovho citátu z *Filozofických zošitov*, hoci Lenin o neklasickej fyzike nič nehovorí. „V tejto úlohe — píše autor — rozhodujúci význam má táto Leninova poznámka na okraj Hegelových názorov o pomere predstavy k mysleniu.“ vystupuje pred vedomie bez vzájomného dotyku (predmet), to je podstata antidialektiky. Iba tu Hegel akosi vystrčil, somársky uši idealizmu, keď čas a priestor (v súvislosti s predstavou) zaradil k čomusi nižšiemu oproti mysleniu. Konečne v istom zmysle je predstava isteže o niečo nižšie. Podstata je v tom, že myslenie musí zachytiť celú »predstavu« v jej pohybe, a preto myslenie musí byť dialektické. Je predstava bližšie k realite než myslenie? Áno aj nie. Predstava nemôže zachytiť pohyb *vcelku*, napríklad nezachytí pohyb s rýchlosťou 3 000 000 km za sekundu, ale myslenie ho zachycuje a musí zachytiť. Myslenie, vzaté z predstavy taktiež odráža realitu; čas je forma bytia objektívnej reality. Tu, v pojme času (a nie vo vzťahu predstavy k mysleniu), je Heglov idealizmus“.

Leninovi ide v tomto citáte predovšetkým o to, že javová forma skutočnosti, ktorá sa odráža v predstave, nie je celou skutočnosťou, že názorná predstava vypovedá o skutočnosti jednostranne, abstraktne a že teoretická (napríklad matematická) konštrukcia vypovedá o skutočnosti konkrétnejšie, pretože postihuje vnútornú štruktúru, z ktorej sa dá javová forma vysvetliť. Lenin však ešte nemohol tušiť, že toto vysvetlenie je principiálne iné v kvantovej mechanike ako v klasickej fyzike. Zatiaľ čo v Leninovom príklade je myslenie ešte málo vzdialené od predstavy (ba podľa niektorých autorov by poznanie pohybu 3 000 000 km/sek. ešte spadalo do sféry živého nazerania¹⁴), v kvantovej fyzike medzi teóriou (myslením) a meraním (názorným poznaním) nie je plynulý prechod a z teórie ani jednoznačne nevyplývajú výsledky merania (v zmysle klasického determinizmu). Leninova myšlienka by mohla skôr podnietiť názor, že matematický aparát kvantovej mechaniky vyjadruje o skutočnosti viac ako údaje prístrojov (čo je pre fyziku triviálne), no nijako nemôže slúžiť za východisko výskumu o názornosti kvantovej teórie.

Odpoveď na otázku, či je kvantová mechanika názorná v širšom zmysle, alebo nenázorná, vyžaduje si aspoň stručný historický exkurz.

¹³ C. d., 200.

¹⁴ Pozri napr. Henri Poincaré, *Der Wert der Wissenschaft*, 16, Leipzig 1906.

V periodizácii dejín fyziky rozoznávame tri hlavné obdobia:¹⁵ predhistóriu fyziky od počiatkov vedeckého myslenia po prelom 16. a 17. storočia n. l., obdobie klasickej fyziky (17.—19. storočie) a súčasnú fyziku, ktorej základy vznikli začiatkom nášho storočia (M. Planck, 1900 a A. Einstein, 1905).

Vo fyzikálnych názoroch pred Galileim, Huygensom a Newtonom sa teoretické myslenie len málo odpúťovalo od živého nazerania, do značnej miery bolo zaťažené antropomorfizmom. Aristotelove popieranie zotrvačnosti, učenie o prirodzenom mieste telies, rozlíšenie nebeského a pozemského pohybu atď., to všetko sa odvodzuje zo živého nazerania. Veď v pozemských pomeroch každý pohyb má svoj začiatok a koniec, kameň vždy padá dolu, oheň stúpa hore a pod.

Newtonov zákon zotrvačnosti, zákon akcie a reakcie, abstraktné pojmy „sila“, „hmotnosť“ a „časová zmena množstva pohybu“ a ich vzťah, formulovaný v druhom Newtonovom zákone, sú oveľa vzdialenejšie živému nazeraniu ako pojmy a teórie peripatetikov. Pritom však Newtonova mechanika oveľa presnejšie, a to nielen kvalitatívne, ale aj kvantitatívne vystihuje skutočnosť, danú nám v našich pocitoch, v živom nezeraní.

Ak sa aj myslenie v klasickej fyzike čoraz viac vzdalovalo od živého nazerania na rozdiel od peripatetického myslenia, objekty, ktoré skúmala klasická mechanika, zostali názorné tak isto ako objekty, ktoré skúmali grécki filozofi a scholastická prírodná filozofia. Boli to makroskopické telesá, pohybujúce sa v absolútnom euklidovskom priestore a v absolútnom čase po dráhach a podliehajúce vnútorným zmenám (deformácie tuhých telies, šírenie sa vln v tuhých, kvapalných a plynných telesách). Abstrakcie klasickej fyziky, vzťahujúce sa na objekty svojho skúmania, neprekročili možnosti ľudskej predstavivosti (Galileiho princíp podobnosti). Hmotný bod si predstavujeme v klasickej fyzike ako *relatívne* veľmi malé teleso, ktorého rozmery sú zanedbateľné (napríklad Zem v relácii k Slnku a vzdialenosti od Slnka), kontinuum ako teleso, deliteľné na ľubovoľné malé objemové elementy, z ktorých každý má vlastnosti kontinua. Ide tu vždy iba o zväčšovanie alebo zmenšovanie priestorových rozmerov, pričom sa abstrahuje od vlastností, ktoré mechanika neskúma.

Klasická fyzika vytvorila mechanistický obraz sveta, ktorého objekty boli od ľudského pozorovania nezávislé, zmyslove poznateľné a teda názorné, i keď *vzťahy* medzi nimi, zákony ich pohybu boli prístupné iba rozumovému stupňu poznania a čoraz menej názorné.

Pre vybudovaný systém klasickej fyziky bola charakteristická metóda fyzikálneho bádania, ktorú nazval S. I. Vavilov metódou modelovej hypotézy. Podľa Vavilova „metóda modelových hypotéz sa zakladá na názorných obrazoch a predstavách, ktoré si vytvára každý človek ako výsledok každodenných pozorovaní, skúseností a zvyklostí... Prvým a prirodzeným krokom pri vytváraní fyzikálnej teórie je hypotéza, že všetky javy vo svete prebiehajú úplne podobne ako vo svete obyčajných ľudských rozmerov, na ktorý sme zvyknutí, kde sa stretávame s telesami, pohybujúcimi sa v priestore a pôsobiacimi navzájom na sebe podľa zákonov

¹⁵ Max Born, *Physik im Wandel meiner Zeit*, Berlin 1958. P. S. Kudrjavcev, *Istorija fiziki* I, II. Moskva 1956.

mechaniky. Táto predstava slúži ako presný model pre teóriu procesov, ktorých vnútorná podstata je neprístupná obyčajnému pozorovaniu a skúsenosti.¹⁶

Už v počiatkoch klasickej fyziky sa začala najmä s rozvojom náuky o elektrine a magnetizme rozvíjať metóda matematickej hypotézy.¹⁷ Zatiaľ čo pri metóde modelovej hypotézy sa extrapolovali názorné objekty za hranice možností našich zmyslov (atómy boli veľmi malé klasické telieska, metrika v megasvete bola ako v makrosvete euklidovská), metóda matematickej hypotézy spočíva v extrapolácii toho, čo je už v rámci klasickej mechaniky nenázorné, v extrapolácii matematických rovníc. Napríklad rovnica pre harmonický oscilátor, rovnice pre šírenie sa vln a pod. prenášajú sa z mechaniky do optiky a náuky o elektrine a magnetizme. Model tu nie je názorný, znázorniteľný nejakou maketou, ale nadobúda tu nenázornú podobu modelu vo vzťahovej logike.

Na tejto úrovni fyzikálneho bádania začína byť aktuálna *interpretácia* fyzikálnych teórií. Ak Maxwell pomocou matematickej extrapolácie dospel k rovniciam pre elektromagnetické pole, vzniká otázka, čo kmitá alebo čo sa vlní napríklad pri emisii svetelného lúča a pri jeho šírení sa v priestore. Klasická fyzika aj v tomto prípade sa usilovala o názornú odpoveď. Vlny sa širili v éteri obdobne ako vo vzduchu alebo v inom fyzikálnom telese. Na názornosti objektov fyzikálneho bádania, ktoré mohli byť iba väčšie alebo menšie, hustejšie alebo redšie, pružnejšie alebo menej pružné atď., spočívala základná, tristo rokov sa upevňujúca a v minulosti často osvedčená prvotná hypotéza klasickej fyziky. Tento názor prijímali fyzici a priori.

Aj L. de Broglie a E. Schrödinger použili v zmysle názornej interpretácie metódu matematickej extrapolácie pri vypracovaní vlnovej mechaniky. Pod vplyvom spomínaných metód a názorov zaviedli vlnovú funkciu nie iba ako matematický symbol, ale spojili s ňou názornú predstavu „vln matérie“. Ale tento postup narazil na neprekonateľné ťažkosti, lebo s výnimkou zvláštnych prípadov nejde o reálne vlny v trojrozmernom priestore. Napriek tomu Schrödinger sa dlho nehodlal vzdať svojho názoru a kritizoval Heisenbergovu maticovú mechaniku ako neprijateľnú práve preto, že je nenázorná. Roku 1926 písal: „Moju teóriu podnietil L. de Broglie Ann. de Physique (10) 3, str. 22. 1925 (*Thésés*, Paris 1924) a krátke, ale nekonečne ďalekohľadiacie poznámky A. Einsteina, Berl. Ber. 1925, str. 9 n. Genetický súvis s Heisenbergom si vôbec neuvedomujem. Vedel som prirodzene o jeho teórii, zastrašila, ak nemám povedať odpudila ma však jeho metóda transcendentnej algebry, ktorá sa mi zdala veľmi obťažná ako aj nedostatok názornosti.“¹⁸

Heisenberg vedome zavrhol metódu modelovej hypotézy. Ak sa makroskopické telesá pohybujú po dráhach, z toho nijako nevyplýva, že aj v mikrosvete by mali existovať telieska, pohybujúce sa po dráhach, ako sa to predpokladalo v Rutherfordovom modeli atómu z roku 1911 a v Bohrovej postulátovej teórii z roku 1913.

¹⁶ S. I. Vavilov, *Sobranije sočinenij*, tom III, 156, Moskva 1956.

¹⁷ Pozri M. Born, c. d.

¹⁸ Pozri E. Schrödinger, *Über das Verhältnis der Heisenberg — Born — Jordanschen Quantenmechanik zu der meinen*, Annalen der Physik (4) zv. 79, 735, 1926, citované zo zborníka E. Schrödinger, *Abhandlungen zur Wellenmechanik*, Zürich 1926.

Teoretickým východiskom pri uplatnení tejto skepsy voči klasickej fyzike mu bol princíp pozorovateľnosti, podľa ktorého možno do teórie zhrnúť iba principiálne pozorovateľné veličiny, ako napríklad vlnočty spektrálnych čiar alebo iné údaje získané pomocou makroskopických prístrojov. Podľa princípu pozorovateľnosti je práve neprípustné to, čo tvorilo základnú metodologickú smernicu klasickej fyziky. Uplatnenie tohto princípu nijako neoprávňovalo hypotézu, podľa ktorej by sa považovala mikrosústava za zmenšenú makrosústavu.

Ak princíp pozorovateľnosti viedol Heisenberga k tomu, aby zavrhol názornú predstavu o nepozorovateľných veličinách, potom princíp korešpondencie ho viedol k tomu, aby uplatnil analógiu v matematických vzťahoch, viažúcich sa k pozorovaným veličinám. Konkrétne išlo o najvšeobecnejšie vzťahy hamiltonovskej teórie, na ktoré uplatnil metódu matematickej extrapolácie. Ak však mal rešpektovať empirické fakty, ktorými sa mikrosústava odlišuje od makrosústavy (formulované v Bohrovej podmienke frekvencií), zobrazovali v jeho teórii zovšeobecnené súradnice a zovšeobecnené impulzy nie čísla, ale matice. Z podmienky reálnosti zovšeobecných súradníc a zovšeobecných impulzov vyplynulo, že matice museli byť hermitovské. Pre ne platia známe Heisenbergove zámenné vzťahy, z ktorých vyplýva aj Heisenbergov vzťah neurčitosti. Maticový počet je tou „transcendentnou algebrou“, ako ju vtedy nazval E. Schrödinger. Od čísel, charakterizujúcich mechanické veličiny v klasickej mechanike, dospejeme jednoduchým myšlienkovým postupom k názornej predstave teliesok, pohybujúcich sa po určitých dráhach. Z matíc pre súradnice a impulz nič podobné o mikročastici nevieme odvodiť. Dá sa ešte dokázať, že mikročastica nemôže byť súčasne zobrazená maticou pre impulz a maticou pre súradnice, ale iba jednou z nich podľa nášho vlastného výberu (podľa toho, či chceme predpovedať pravdepodobnosť merania polohy alebo impulzu, súčasné ostré hodnoty pre impulz a pre polohu nie sú možné).

Ak sa spočiatku predpokladalo, že de Broglieho vlnová funkcia je „skutočnou“ v názornom zmysle vlnou matérie, ukázala sa neskoršie ekvivalentnosť maticovej a vlnovej mechaniky, pričom vlnová funkcia takisto ako matica existuje buď v súradnicovej alebo impulzovej reprezentácii a nijaký názorný obraz reálnej vlny alebo častice z nej vo všeobecnosti odvodiť nemožno. *Mikrosvet teda zobrazujú matematické útvary (vlnové funkcie, matice), ktoré vylučujú názornú predstavu o mikročasticiach.*

Vráťme sa teraz k otázke, ktorú nastolil Omeľanovskij. Každú fyzikálnu teóriu možno považovať (ak parafrázujeme Ph. Franka¹⁹) za reťaz, ktorej na jednom konci sú názorné výsledky našich pozorovaní a meraní, zmyslami vnímané údaje prístrojov a na druhom konci abstraktné nenázorné matematické rovnice. To platí pre klasicкую aj kvantovú fyziku, ibaže pojmy kvantovej fyziky sú vzdialenejšie od živého nazerania, klasicke pojmy tu tvoria akéhosi sprostredkovateľa.

S tým možno súhlasiť, ale problém názornosti tak nevyjasníme. Výsledky merania nám totiž nič nehovoria o názornosti alebo nenázornosti mikroobjektov, lebo výsledky merania nám nepodávajú obraz o mikroobjekte, ale o výsledkoch jeho pôsobenia na makroskopický prístroj za podmienok platnosti vzťahu neurčitosti.

¹⁹ Philip Frank, *Philosophy of Science*, New York 1957.

Vzhľadom na tento vzťah a na osobitosti mikrosveta (redukcia vlnového balíka pri procese merania) nám výsledok merania neumožní vytvoriť názornú predstavu o mikroobjekte pred meraním. (V klasickej mechanike nám práve meranie podáva názorný obraz o objekte, o jeho geometrickom tvare a rozmeroch, polohe v priestore, rýchlosti, s akou sa pohybuje, miere zotrvačnosti atď.) Prípadný vplyv prístrojov na klasický objekt vieme eliminovať s ľubovoľnou presnosťou. Mikroobjekt pred meraním je charakterizovaný nenázornou vlnovou funkciou alebo maticou. Iba ony nám podávajú zprávy o mikroobjekte, *vysvetľujú* také osobitosti ako je kvantovanie energie a iných mechanických veličín (čo pred kvantovou mechanikou nijaká teória nedokázala), a Schrödingerova časová rovnica nám umožňuje dokonca sledovať pohyb a vývin mikrosústavy v čase (opäť iba po akt ďalšieho merania). Vzhľadom na vzťah neurčitosti a na redukciu vlnového balíka pri meraní existuje teda — ako dokázal J. Neumann²⁰ — neodstrániteľný skok z nenázornej ríše mikrosveta do názornej ríše makrosveta.

Ak zhrnieme, čo sme uviedli, názorná predstava o mikročastiach sa nedá odvodiť ani z údajov prístrojov, ani z matematického formalizmu kvantovej mechaniky. V tomto zmysle je kvantová mechanika nenázorná a nie iba „sprostredkovane názorná“.

Z nenázornosti kvantovomechanických objektov nemožno usudzovať, že tieto objekty neexistujú. Niet sporu o tom, že *fyzikálnu* teóriu možno budovať bez toho, že by sa predpokladala objektívna existencia mikroobjektov. Takéto stanovisko, ovplyvnené starším pozitivizmom, zaujali na začiatku dvadsiatych a ešte aj tridsiatych rokov predstavitelia kodanskej interpretácie kvantovej mechaniky. Tak podľa Heisenberga mala „fyzika iba formálne opisovať vzťah medzi vnemami“²¹ a nemalo zmyslu hovoriť o tom, že „popri našom svete existuje ešte nejaký druhý svet. Zvlášť obozretne treba používať výraz v skutočnosti, pretože takýto výraz vedie veľmi ľahko k tvrdeniu už spomenutého druhu“.²²

Zatiaľ čo klasická fyzika mlčky predpokladala objektívnu existenciu objektov, ktoré skúmala, a až do vystúpenia Ernsta Macha tvoril takýto gnozeologický realizmus priam implicitnú hypotézu klasickej fyziky, bezvýhradne uznávanú všetkými fyzikmi. Neskoršie práve nenázornosť kvantovej mechaniky nabádala fyzikov ku skepse voči výrokom o „skutočnej existencii“ mikroobjektov.

Ak sa aj fyzika — ako ešte ukážeme — tiež len v určitých krátkych obdobiach môže vyhnúť otázke objektívnej existencie objektov svojho skúmania, *filozofia* sa tejto otázke vyhnúť nemôže. Filozofia by tým totiž likvidovala samu seba, svoju najpodstatnejšiu súčasť — ontológiu. Nie je úlohou tejto stati obhájiť filozofické a najmä ontologické bádanie ako nevyhnutnú časť ľudskej činnosti. Poukážeme iba na to, že fyzikálne bádanie sa natrvalo nezaobíde bez kontaktu s filozofickými — ontologickými názormi, bez predpokladov, ktoré podľa pozitivistickej terminológie nevychádzajú z fyziky, ale z metafyziky.

²⁰ J. Neumann, *Mathematical Foundations of Quantum Mechanics*, London 1955.

²¹ W. Heisenberg, *Über den anschaulichen Inhalt der quantentheoretischen Kinematik und Mechanik*. Zeitschrift für Physik 43, 97, 1927.

²² W. Heisenberg, *Die physikalischen Prinzipien der Quantentheorie*, 11, Leipzig 1930.

Ide len o to, že tieto metafyzické predpoklady v pozitivistickom zmysle slova nesmú byť metafyzickými aj v Engelsovom zmysle slova, t. j. meravé, dogmatické. Fyziku nemožno vtesnať do nejakého naturálno-filozofického obrazu sveta, či už mechanistického alebo s nálepkou dialektického materializmu. Pozitivistické názory sa medzi fyzikmi ujali práve v obdobiach, keď pokrok fyziky vyžadoval zbaviť sa zaužívaných prvotných alebo implicitných hypotéz, ktoré sa do fyziky dostali z ontológie mechanického materializmu. To platí v celom rozsahu aj o vzniku kvantovej mechaniky. V ďalšom období, keď sa už kvantová teória vybudovala a hľadali sa najzákladnejšie rovnice pre jednotnú teóriu elementárnych častíc, neobišla sa fyzika bez implicitných alebo prvotných hypotéz. Preto badať u väčšiny predstaviteľov kodanskej školy v posledných desaťročiach zrejmy odklon od extrémneho pozitivismu. Svedčia o tom niektoré Bohrove state²³ i Fokove diskusie s Bohrom, Pauliho a Bornove state. Heisenberg v knihe *Fyzika a filozofia* výslovne zavrhuje Machovu filozofiu a pozitivismus vôbec. „Fyzik musí vo svojej vede predpokladať — napísal Heisenberg k sedemdesiatinám N. Bohra — že skúma svet, ktorý sám nevytvoril a ktorý by existoval v podstate nezmenený aj bez neho.“²⁴ Toto je *filozofický* predpoklad, filozofické východisko, a to jednoznačne realistické, filozofický názor, v ktorom ontológia je prvotná a gnozeológia na ňu nadväzuje.

Heisenberg nielen predpokladá objektívnu existenciu mikročastíc, ale usiluje sa nájsť ich podstatu, pričom, pravda, chápe podstatu ako niečo trvalé, stále a nemenné. Vracia sa k Aristotelovi, ale najmä k Platónovi, a jeho úvahy končia v myšlienke, že na základe informácií, ktoré nám podáva o mikrosvete kvantová teória, tou podstatou, ktorú nachádzame vo všetkom danií, bude zrejme energia. Ale pritom nikde nevyslovuje názor, že by energia bola nehmotnej povahy, že by hmota zmizla alebo, naopak, bola stvorená z ničoho.

Heisenbergove súčasné názory môžu byť východiskom tak nemechanistickej materialistickej koncepcie mikrosвета, ako aj idealistickej koncepcie.

Typickým príkladom rozvíjania tejto koncepcie v idealistickom smere je spomínané stanovisko A. Marcha a P. Jordana, ktoré tiež vyrástlo z pôvodných pozitivistických pozícií. Pritom A. March kladie vo svojej argumentácii najväčší dôraz práve na nenázornosť kvantovej teórie. Podľa Marcha „elektrón v skutočnosti nie je vec, ale štruktúra, prislúchajúca určitej grupe skúseností“, pričom „štruktúra je súhrn vzťahov, ktoré možno opísať iba pojmami matematiky...“ Potiaľ by bolo možné s autorom aj súhlasiť, ale autor ďalej píše: „...súčasný fyzik spoznáva v Platonových ideách štruktúry. Idey a štruktúry nie sú to isté; posledné prináležia svetu javov, z ktorých vznikli abstrakciou, zatiaľ čo Platon rozumel pod svojimi ideami niečo, čo bolo mimo zmyslového sveta. Ale ich blízke

²³ N. Bohr, c. d., V. A. Fok, *O interpretácii kvantovej mechaniky*, Čs. časopis pro fysiku 3—14, 1958.

²⁴ W. Heisenberg, *The Development of the Interpretation of the Quantum Theory* v zborníku *Niels Bohr and the Development of Physics*, edited by W. Pauli, 24—25, London 1955.

príbuzenstvo ľahko poznať. Obe sa vynášali, aby sa vyjadrila skutočná „podstata“ vecí.“²⁵

Marchov postup sa zakladá na prenášaní poznávacích postupov do ontologickej sféry. Na súčasnej úrovni fyzikálneho poznania existuje „skok“ z názornej ríše makrosveta do nenázornej ríše mikroobjektov. Podľa Marcha tomuto „skoku“ v poznaní zodpovedá aj vo vonkajšom svete „skok“ z materiálnych makrotelies do nemateriálnych štruktúr, charakterizovaných pre mikrosvet matematickým aparátom kvantovej mechaniky.

Chyba v Marchovom myšlienkovom postupe spočíva v tom, že z nenázornosti vyvodzuje nehmotnosť. Atribút hmotnosti prináleží tomu, čo pôsobí na naše zmysly, čo vnímame nie iba pasívne, ale kladie nám odpor v našej praktickej činnosti. Našou činnosťou tento odpor prekonávame a tým aj vonkajší svet meníme, keď sme poznali zákonitosti jeho pohybu.

I keď neexistuje názorný model mikročastíc, pôsobia na nás a na naše prístroje. Koniec koncov i keď neexistuje názorný model atómu a jeho jadra, dôsledky štiepenia jadra v rezazovej reakcii, vyvolanej ľuďmi na základe znalosti kvantovej teórie sú veľmi evidentné.

V tomto zmysle sú elektróny a atómy materiálne, i keď je isté, že nie sú lineárnym zmenšením makroskopických telies. Hmotný celok sa môže „skladať“ iba z hmotných častí, i keď slovo „skladať“ možno použiť len v úvodzovkách, lebo tu nejde o obdobu budovy a panelov, z ktorej sa skladá. Ide tu o zložitý nemechanický vzťah hmotného celku a jeho častí, ktorý vo filozofickej rovine vyjadrujeme kategóriou štruktúry.

Ako na to poukázal vo svojich prácach I. Hrušovský, súčasná materialistická filozofia nemôže vystačiť s kategóriou substancie a zaujať nihilistické stanovisko ku kategórii štruktúry. „Na otázku, čo ‚je‘ určitý fyzikálny jav — napríklad elektrón — poukáže vo svojej odpovedi skutočný vedec na zodpovedajúce štruktúralne zákonitosti javu.“²⁶ Poznatkom kvantovej fyziky už nezodpovedá mechanistickomaterialistická ontológia, spočívajúca na substančnom chápaní hmoty, ako ho formuloval Demokrites a ako naň nadväzovala Daltonova chémia a Boltzmannova fyzika. Výskum elementárnych častíc ešte presvedčivejšie ako kvantová teória atómov a molekúl vyvracia substančnú teóriu názorných teliesok ako stavebných kameňov vesmíru. Moderná materialistická ontológia, zodpovedajúca aj poznatkem súčasnej fyziky, chápe celý svet ako štruktúru navzájom sa prenikajúcich vzťahov, a to dynamickú štruktúru, plnú pohybu a dynamických nápäť, v ktorej sa jednotlivé objekty a javy menia, vyvíjajú, vznikajú a zanikajú (I. Hrušovský). Niet tu nemennej podstaty identickej samej so sebou a jej poznania vo forme nejakého názorného modelu.

²⁵ Arthur March, *Die Physikalische Erkenntnis und ihre Grenze*, 3, 5, Braunschweig 1955.

²⁶ Pozri Igor Hrušovský, *Struktur und Dialektik* v zborníku *Das dialektische Gesetz*, 96. Bratislava 1964.

Рудольф З а я ц

Большинство физиков характеризует новейшие теории физики, главным образом квантовую механику, как мало наглядные. Понятие наглядности теории недостаточно отчетливо, однако, подавляющее большинство авторов согласно с мнением, что в этом отношении нельзя отождествлять наглядность с актуальным взглядом. О наглядности теории судим на основании ее отношения к степени чувственного познания. В картине мира до Возрождения была модель объектов внешнего мира наглядной и в толковании отношений между ними сильно сказывались следы антропоморфизма. В классической физике объекты физического исследования остались наглядными, но отношения между ними все больше и больше эту наглядность теряли. Современная квантовая физика не даст наглядной картины даже самих физических объектов. Такую картину нельзя вывести ни из опытов с микрообъектами, результаты которых наглядны, ни из математического аппарата квантовой механики. Однако, из ненаглядности нельзя еще вывести нематериальность. Современная материалистическая философия не может обойтись только категорией субстанции и переходит от вещественного к структурному пониманию действительности.

ON THE PROBLEM OF SENSORY PERCEPTIBILITY IN PHYSICS

Rudolf Z a j a c

The latest physical theories, especially quantum mechanics, are characterized by the majority of physicists as imperceptible by senses. The concept of sensory perceptibility of a theory is not sharp enough; most authors, however, assent to the standpoint that in this context sensory perceptibility cannot be identified with vivid insight. Sensory perceptibility of a theory is judged on the basis of its relation to the sensory degree of knowledge.

In the pre-Renaissance image of the world, the model of the objects of the outer world was perceivable by senses and the explanation of the relations between them was laden with anthropomorphism. In classical physics, the objects of physical investigation remained perceivable by senses, but the relations between them were increasingly losing this quality. Contemporary quantum physics does not give even a picture of the physical objects proper which would be perceptible by senses. Such a picture cannot be deduced either from the experiments on micro-objects, whose results are perceivable by senses, or from the mathematical apparatus of quantum mechanics.

However, immaterialness cannot be deduced from sensory imperceptibility. The contemporary materialistic philosophy cannot, however, manage with the category of substance and passes from the reistic conception of reality to a structural one.