

# LENINSKÝ PRINCÍP NEVYČERPATELNOSTI HMOTY A FILOZOFICKÉ PROBLÉMY SÚČASNEJ FYZIKY

MICHAL FERIANC

Jednou zo základných otázok v ideologickej oblasti, ktoré vytýčil XIV. zjazd KSČ v triedne rozdelenom svete, je aj ideologická funkcia vedy, jej uplatňovanie ako nástroja triedneho boja, ako aj riešenie aktuálnych otázok socialistickej výstavby. Známe Leninove myšlienky o potrebe spojiť prírodné vedy a filozofiu sú z tohto hľadiska veľmi aktuálne. Lenin vo svojich prácach zdôrazňoval nevyhnutnosť spojiť prírodovedné objavy a filozofiu, čo znamená pokrok vo vedeckom poznaní okolitého sveta.

Pri riešení filozofických problémov súčasnej fyziky sa musia dôsledne dodržiavať postupy či postuláty materialistickej dialektiky. Každý prírodovedný objav je do istej miery ohraničený a diktovaný potrebami praxe alebo presnejšie, potrebami vedeckotechnickej revolúcie, pred ktorou sa naša spoločnosť nachádza. Jedným z rozhodujúcich kritérií základného výskumu vo všetkých sférach spoločenskej činnosti je prax a rýchle i pružné zavádzanie najnovších vedeckých poznatkov do sféry materiálnej výroby, do oblasti spoločenského pokroku. Ak naša spoločnosť bude dôsledne vychádzať zo základných poznatkov materialistickej dialektiky, potom tento záver je nevyhnutný a treba ho pokladať za jeden z postulátov budovania a rozvíjania našej socialistickej spoločnosti.

Výsledky, ktoré moderná fyzika dosiahla, metódy riešenia a formulácie nových problémov sú veľmi cenným materiálom pre filozofickú analýzu. Ak je predmetom filozofie skúmanie základných zákonov ľudského poznania a jeho vývinu, ktoré sa vzťahujú na objektívnu skutočnosť, potom filozofická analýza je nevyhnutným predpokladom ďalšieho rozvoja fyzikálneho výskumu.

Fyzika je vo svojej podstate hlboko filozofická veda. Je odrazom neustáleho boja ľudského rozumu s prírodou, v ktorej dochádza k neočakávaným objavom. Ak je v jednotlivých prírodovedných disciplínach veľmi potrebné filozofické zovšeobecnenie, potom toto zovšeobecnenie je osobitne dôležité pri riešení základných fyzikálnych problémov. Nie je náhodné, že zakladatelia novej modernej fyziky — Planck, Einstein, Bohr, Heisenberg a iní — venujú vo svojich prácach veľkú pozornosť práve filozofickým problémom, ktoré vznikajú v procese rozvoja fyzikálnych vied.

Efektívne využívanie filozofickej argumentácie pri zovšeobecnení základných fyzikálnych poznatkov nie je jednoduché. Problémy, ktoré s tým súvisia, sú často také zložité, že fyzik sa ich usiluje obísť. Na druhej strane iba samo filozofické zovšeobecnenie nemôže byť konkrétnym riešením fyzikálnych otázok. Hrá iba heuristickú úlohu pri zisťovaní stavu, pretože konkrétne riešenie daného problému sa dosiahne iba fyzikálnym výskumom. Preto tí, ktorí očakávajú od filozofie príliš veľa, sú čoskoro rozčarovaní a začínajú byť skeptickí. Pri hľadaní spojív medzi fyzikou a filozofiou sa vyskytujú vážne nedostatky

ktoré treba ustavične prekonávať a riešiť vzájomným ovplyvňovaním. Veľmi často fyzik rozumie pod filozofickými problémami analýzu fyzikálnych pojmov príslušnej fyzikálnej teórie (napr. pojem hmoty a energie v teórii relativity, pojem stavu v kvantovej mechanike, pojem symetrie v teórii elementárnych častíc). Pri takejto analýze je potrebný všeobecný filozofický pohľad, aby sa zachovali funkcie týchto pojmov vo vede ako celku. Aby sme dodržali skutočne filozofický postup pri analýze základných pojmov fyzikálnej teórie, nemôžeme zotrvať len na pozíciách fyziky. Podrobnejšie skúmanie nám nedovoľuje v plnej miere používať systém filozofických pojmov. Východiskové filozofické pozície, v ktorých sa uskutočňuje analýza, a filozofické princípy, pomocou ktorých sa táto analýza robí, ostávajú v úzadí. Na základe uvedeného je potrebné objasniť vzťah základných fyzikálnych pojmov k existujúcim pojmom vo filozofii (napr. objasniť vzťah fyzikálneho pojmu hmoty a energie k filozofickému pojmu stálosti a zmeny, vzťah pojmu nestacionárneho stavu v kvantovej mechanike k pojmu pohybu, symetrie v oblasti fyziky pevných látok a elementárnych častíc k pojmu štruktúry). Základné pojmy fyzikálnych teórií môžu byť iba parciálnym prípadom zovšeobecnených filozofických pojmov a tento fakt predstavuje pre filozofov objekt zvláštneho záujmu. Rozlíšiť, aké sú vzťahy medzi fyzikálnymi a filozofickými pojмами, dokáže určiť v istom skúmanom prípade iba filozof.

Analýza vzťahov základných pojmov fyzikálnych teórií k príslušným filozofickým pojmom nie je len prostriedkom riešenia samých fyzikálnych problémov, ale aj rozvíjaním fyzikálnych vied ako celku. Úloha spočíva v tom, že filozofické pojmy alebo kategórie sú časťou vedeckého poznania, napr. pojmy ako priestor, čas, príčinnosť sú odrazom okolitej hmoty. Tieto kategórie vo všeobecnej forme určujú vlastne to, čo patrí k poznaniu objektívnej reality. Fyzik pristupuje ku svojej práci ako k nevyhnutnosti odhaliť nepoznané zákonitosti objektívnej reality, resp. príčinnosť, časovo-priestorové charakteristiky a pod. Tieto zákonitosti možno určiť iba z výsledkov pozorovania. Vo filozofických kategóriách sa naproti tomu zafixujú východiskové pozície, v ktorých sa rozvíja proces poznania. V takomto zmysle Lenin hovoril o východiskových pozíciách ako o stupňoch poznania [1]. Pomocou nich sa vyjadrujú všeobecné predstavy nielen v objekte poznania, ale aj v samom vedeckom poznaní.

K filozofickým problémom modernej fyziky pristupuje fyzik a filozof z rozdielnych pozícií, ktoré si často protirečia. Filozof neovláda matematický aparát modernej fyziky a neutvára si presný obraz fyzikálnych pojmov. Fyzik zas neovláda filozofické pojmy a zovšeobecnenia, slabo sa orientuje v obsahu filozofických problémov a princíпов. Za takéhoto stavu ani filozof, ani fyzik nemôže uskutočniť dostatočne hlbokú filozofickú analýzu fyzikálnych pojmov, nevenuje im náležitú pozornosť a nevyhnutne sa obmedzuje iba na povrchné porovnávanie s príslušnými filozofickými pojмами. Takéto riešenie úlohy vedie obyčajne triviálnostiam, ktoré neznamenajú prínos ani pre fyziku, ani pre filozofiu. Teda pre fyzika je výhodnejšie len analyzovať fyzikálne pojmy a problém ich porovnávania s príslušnými filozofickými kategóriami sa mu

javí ako „pseudoprobém“. Tento fakt, prirodzene, ochudobňuje dosiahnuté výsledky fyzikálneho výskumu. Je zrejme, že okruh záujmov tak fyzika, ako aj filozofa im nedovoľuje (okrem malých výnimiek) rovnako ovládať obidve sféry poznania. Na prekonanie prekážok, ktoré vznikajú, na rozpracovanie filozofických problémov súčasnej fyziky treba spojiť úsilie filozofov a fyzikov. Riešenie týchto otázok musí vychádzať z pozorného preskúmania tak fyzikálnych, ako aj filozofických pojmov. Takto by sa mali obidve vedy výhodne vzájomne ovplyvňovať, mali by sa získať nové argumenty a idey na uplatňovanie vedeckého svetonázoru. Aby takéto ovplyvňovanie bolo skutočne užitočné pre filozofiu aj pre fyziku, musia byť myšlienky a argumenty dostatočne kvalitné, teda musia zodpovedať najnovšiemu stavu vedeckého poznania. V súčasnej modernej fyzike existujú rôzne teórie, ako napr. teória relativity, kvantová mechanika či teória elementárnych častíc, z ktorých filozofia vyberá myšlienky a robí závery. Na druhej strane aj sama filozofia musí byť zdrojom, z ktorého fyzika môže a musí čerpať podnety pre svoj ďalší rozvoj. Takýmto zdrojom, ako je známe, je marxistická dialektika.

Lenin vo svojom diele *Materializmus a empiriokriticizmus* jasne ukázal, že s materialistickou dialektikou sa nemôže porovnávať ani metafyzický materializmus, ktorý uprednostňuje mechanické predstavy o hmote a jej atribútoch a pritom nie je schopný vystihnúť všeobecné zmeny objektívneho sveta a ľudského poznania, ani subjektívnoidealistické filozofické myslenie typu empiriokriticizmu, ktoré vyjadruje nestálosť našich poznání ako dôkaz neexistujúcej objektívnej istoty. V systéme pojmu vedy a filozofie vidí len prostriedok opisu pocitu, ale nie objektívnej reality ako jeho zdroja. Poukazujúc na neudržateľnosť metafyzického materializmu, Lenin napísal: „Nová fyzika skĺzla do idealizmu najmä preto, že fyzici nepoznali dialektiku“ [2, s. 223]. V tom istom čase kritizoval idealistické predstavy Ernsta Macha, jedného z popredných fyzikov; „Filozofia fyzika Ernsta Macha sa má k prírodným vedám, ako sa mal bozk kresťana Judáša ku Kristovi“ [2, s. 296]. Mach takisto zrádza prírodovedu fideizmu, keď v podstate prechádza na stranu filozofického idealizmu. Lenin uskutočnil analýzu novších vedeckých poznatkov (v oblasti fyziky) a urobil záver: „Súčasnému prírodovednému poznaniu vlastný materialistický a dialektický duch, sama logika jeho rozvoja privádza fyzikov priamo k nevyhnutnosti vedome používať materialistickú dialektiku. Súčasná fyzika leží v pôrodných bolestiach — rodí dialektický materializmus“ [2, s. 266].

Na rozdiel od iných filozofických smerov, dialektickomaterialistická filozofia je maximálne oslobodená od dogmatických prístupov k istým momentom alebo stupňom poznania, ako aj od viery v nevyhnutnosť akýchkoľvek apriórne postulovaných právd. Na filozofické kategórie sa marxistická filozofia neďáva ako na niečo zafixované a nezávislé od rozvoja ľudského poznania prevereného praxou, ale ako na historicky meniteľné prostriedky poznania a myslenia. Okrem toho sa opiera o zovšeobecnenie nahromadených skúseností a dostatočne pružne reaguje na nové experimenty. V tomto systéme pojmov dialektickomaterialistická filozofia formuluje metodologické princípy, ktoré nielen zhŕňajú výsledky

predchádzajúceho vedeckého poznania, ale zodpovedajú hlavným tendenciám jej ďalšieho rozvoja. Preto najmä v materialistickej dialektike nachádza súčasná fyzika efektívnu metodológiu vedeckého myslenia, ktorá pôsobí na ďalší pokrok.

### *Leninský princíp nevyčerpatelnosti hmoty*

Pri rozpracovaní materialistickej dialektiky Lenin rozvinul mnoho myšlienok, ktoré majú pre súčasné vedecké poznanie aj metodologické hodnoty. Nechcem tu podať vyčerpávajúcu charakteristiku všetkých týchto myšlienok, ale zameriam sa iba na riešenie jedného z najdôležitejších princípov, a to je princíp nevyčerpatelnosti hmoty. Lenin ešte r. 1908 ostro vystúpil proti metafyzickým predstavám o existencii nemeniteľných, nedeliteľných „tehál hmoty“ a vyslovil túto známu myšlienku: „Elektrón je takisto nevyčerpatelný ako atóm, príroda je nekonečná, ale ona nekonečná existuje“ [3, s. 132]. Lenin veľmi často zdôrazňuje vo svojich prácach problém dialektickomaterialistického pohľadu na nekonečnosť prírody.

Nevyčerpatelnosť hmoty ako objekt poznania je základom významnej leninskej myšlienky o nevyčerpatelnosti elektrónu. Môžeme ju pokladať za filozofický princíp, ktorý vychádza z dialektického vysvetľovania zákonov prírody.

Myšlienky o nevyčerpatelnosti hmoty nemožno ohraničiť len uznaním existencie nespočetného množstva stavov, vlastností a zákonov hmoty. Takéto ohraničenie je charakteristické pre prírodovedný geocentrizmus, ktorý predpokladá iba mnohopodobnosť módov (konkrétnych javov) hmoty, ale nie jej atribútov.

Z ontologického hľadiska tieto myšlienky zostávajú geocentrickými, pretože pri všetkej rozmanitosti konkrétnych javov, vlastností a zákonov hmoty, všetky všeobecné črty atribútov materiálnych objektov zostávajú vždy tými istými, ako sú v našom okolítom „geocentrickom svete“. Princíp nevyčerpatelnosti hmoty musíme rozšíriť nielen na konkrétne javy, ale aj na samotný všeobecný obsah. To nás privádza k ontologickému geocentrizmu, ktorý je o niečo viac ako prírodovedný geocentrizmus [4, kap. III]. Z tohto hľadiska nevyčerpatelnosť hmoty predpokladá nielen nekonečnosť javov, vlastností a zákonov prírody, ale aj nekonečnú mnohotvárnosť ontologickú rozdielnosť „svetov“. Tieto svety sú odlišné od nášho „geocentrického sveta“ a sú charakterizované inými neobyčajnými, negeocentrickými podobami atribútov hmoty. Sú charakterizované inými tvarmi pohybu, príčinnosťou, priestorom, časom, zákonitosťou časovo-priestorových charakteristík atď. Nie sú podobné tým atribútom hmoty, ktoré sú v našom geocentrickom svete a zdajú sa nám ako jedine možné.

V gnozeologickom aspekte nevyčerpatelnosť hmoty vystupuje ako neohraničenosť procesu poznania. Lenin ukazoval, že príroda nikdy nepredstaví človeku „všetko naraz“, „celkom“ a „svoj bezprostredný cieľ“ [1, s. 164]. V procese praktického osvojenia a poznania sveta človek má vždy bezprostrednú úlohu s rozdielnymi stránkami a fragmentmi. Všetko poznanie prírody je

poznáním nekonečného a môže obsahovať len nekonečný asymptotický progres [5, s. 549]. Z toho vyplýva, že ľudské poznanie v ľubovoľnej etape sa ukazuje ako nekonečné.

Princíp nevyčerpatelnosti hmoty nás privádza k niektorým nesprávnym záverom, ktoré sa rozšírili najmä vo fyzike do konca 19. stor. Ide o tvrdenie, že všetky mnohotvárne fyzikálne vlastnosti hmoty môžeme odvodiť z niektorých univerzálnych fyzikálnych vlastností, ktoré patria atómom. Lenin ukázal, že dialektickému materializmu, na rozdiel od metafyzického, sú cudzie snahy absolutizovať ľubovoľné fyzikálne zákony a vlastnosti hmoty. Vždy musíme byť pripravení na to, že skúmanie nových fyzikálnych javov nám odhalí existenciu neočakávaných zákonov a vlastností hmoty, ktoré sme dosiaľ nepoznali. „Ľudský um odhalil mnoho neznámeho v prírode a odhalí ešte viac, čím viac bude zväčšovať svoju nadvládu nad prírodou“ [2, s. 240].

Leninský princíp nevyčerpatelnosti hmoty sa takto stal jedným zo základných metodologických princípov fyzikálnych vied. K tomuto princípu sa musíme vracáť pri skúmaní mnohých filozofických problémov súčasnej fyziky. Sem patria nielen filozofické otázky spojené s rozvojom elementárnych častíc (na ktorých sa ilustrujú Leninove myšlienky o nevyčerpatelnosti hmotných objektov), ale aj filozofické otázky nastolené rozvíjaním kvantovej mechaniky a teórie relativity. Pokúsme sa aplikovať tento základný princíp na riešenie problémov komplementárnosti v kvantovej mechanike a problémov nekonečnosti priestoru a času v relativistickej kozmológii. Výber týchto problémov je veľmi aktuálny. Problém komplementárnosti sa v dnešnej dobe skúma ako centrálny filozofický problém fyziky mikrosveta a problém nekonečnosti priestoru a času ako centrálny problém fyziky megasveta.

### *Problém komplementarity*

Problém komplementarity je spojený s princípom komplementarity v kvantovej mechanike, ktorý formuloval Nils Bohr r. 1927—1928. O tomto probléme sa veľa diskutovalo a diskutuje. V mnohých prípadoch ide o nesprávnu interpretáciu (pri popieraní tohto princípu), lebo sa neberie do úvahy fakt, že nie vždy máme na zreteli skúmanie rozdielnych ontologických tvarov alebo foriem zákonitostí hmoty, či už vo fyzike mikrosveta alebo megasveta. Bohr formuloval tento princíp tak, že zovšeobecnil dva vzťahy: vzťah neurčitosti pre súradnice a impulz  $\Delta \bar{q} \cdot \Delta \bar{p} \geq \hbar^1$  a vzťah neurčitosti pre energiu a čas  $\Delta E \cdot \Delta t \geq \hbar$ . Tieto vzťahy využil Bohr (vo svojich prvých analýzach princípu) pre voľný kvantový objekt. Dnes vieme, že všetky Bohrove úvahy sa zachovávajú aj pri väzbových objektoch, bez ohľadu na to, že v tomto prípade  $\bar{p}$  a  $\bar{E}$  (úplný impulz a energia) nie sú merateľné súčasne. Napíšeme si tieto vzťahy takto:

$$^1 \hbar = \frac{\hbar}{2\pi}$$

$\hbar$  — Planckova konštanta =  $6,626 \cdot 10^{-27}$  erg. sec.



$$\begin{array}{ll}
 I E & P \dot{C} \\
 \Delta \bar{p} & \Delta \bar{q} \cong \hbar \\
 \Delta \bar{E} & \Delta t \cong \hbar \\
 & \text{komplementarita}
 \end{array}$$

Na jednej strane máme impulzovoenergetický opis správania sa objektu ( $I E$ ) a na druhej strane opis priestorovo-časový ( $P \dot{C}$ ).

Z toho vyplýva, že to, čo sa deje v mikrosвете, nemôžeme charakterizovať súradnicou a časovým momentom a súčasne tým istým impulzom a energiou. Ak použijeme uvedené vzťahy na proces zrážok mikroobjektov, zistíme toto: presné určenie súradníc zrážajúcich sa častíc (mikroobjektov) v určitom časovom momente do zrážky a určitý časový moment po zrážke vylučuje aplikáciu zákonov zachovania impulzu a energie (dynamických zákonov zachovania — podľa Bohrovho vyjadrenia). Na druhej strane presné použitie týchto vzťahov na uvedený proces vylučuje presné určenie polohy objektov v priestore a čase.

Bohr uzavrel svoje úvahy tým, že presné vlastnosti mikroobjektov (ktoré pôsobia medzi sebou) počas ohraničeného časového intervalu, pri lokalizácii v priestore a čase, ako aj presné vyjadrenie tých istých vlastností z dynamických zákonov zachovania sa navzájom dopĺňajú. Treba poznamenať, že termín komplementarita v jednoduchom zmysle slova nie je jednoznačný. Pod „komplementaritou“ nie vždy rozumieme zlučiteľnosť v jednom objekte rôznych vlastností (napr. úplný opis elektrónu nie je možný bez jednoznačného určenia jeho hmotnosti i náboja). Avšak pod „komplementaritou“ možno rozumieť aj nezlučiteľnosť (vzájomné vylučovanie) rôznych vlastností v jednom objekte. Keď Bohr použil tento termín v kvantovej mechanike, mal na zreteli posledné označenie. Z dynamických zákonov zachovania vyplýva aj rovnosť sumárnej hodnoty impulzu (alebo energie) skúmaných mikroobjektov v začiatočnom časovom okamihu, t. j. pred vzájomným pôsobením častíc (v okamihu, keď sa uskutočnilo začiatočné meranie ich impulzov), a sumárnej hodnoty impulzov (alebo energie), keď sa uskutočnilo nasledujúce meranie tých vlastností. Ak existuje takáto jednoznačná väzba, môžeme sformulovať princíp komplementarity takto: „Priestorovo-časový opis správania sa mikroobjektov (vzájomne pôsobiacich medzi sebou v ohraničenom časovom intervale) a príčinný opis sa navzájom vylučujú“ [6, s. 54]. Aby nevzniklo nedorozumenie, treba poznamenať, že termín „príčinnosť“ v predchádzajúcej formulácii je uvedený v zmysle jednoznačnej väzby, ktorá vyplýva z dynamických zákonov zachovania. Potom príčinnosť v takomto zmysle je jednoznačná väzba medzi skutočnými a nie možnými hodnotami impulzu (alebo energie) príslušných mikroobjektov v rozličných časových momentoch.

Uvedenú formuláciu princípu komplementarity fyzici často ignorujú. Pod príčinnosťou rozumejú jednoznačnú väzbu medzi hodnotami súradníc alebo impulzov individuálneho mikroobjektu v počiatočnom časovom okamihu a hodnotami súradníc alebo impulzov takehoto objektu v nasledujúcom momente (ako je to v klasickej mechanike). V oblasti kvantovej mechaniky takáto jedno-

značná väzba neexistuje. Tým vzniká dojem, že v kvantovej mechanike už nemožno hovoriť o vzájomnom vylučovaní priestorovo-časového a príčinného opisu, ale má zmysel hovoriť iba o jednostrannom vylúčení priestorovo-časového opisu príčin.

Bohrovu koncepciu komplementarity môžeme vysvetliť tak, že obyčajný priestor, čas a príčinnosť sú pojmy, ktoré nie sú vhodné na adekvátny opis mikro priestoru, mikro času a mikro príčinnosti, to znamená takých vlastností priestoru, času a príčinnosti, ktoré sú v oblasti mikrosвета. Kým vedci študovali mikrosvet, zistili, že bolo nemožné ohraničiť absolútne a relatívne všeobecné momenty, zahrnuté v týchto atribútoch. Preto identifikácia priestoru mikro priestorom, času mikro časom, príčinnosti mikro príčinnosťou bola prirodzená a opodstatnená. Situácia sa od základu zmenila, keď vedecké poznávanie začalo prenikať do hĺbky a postupne sa prebýja do sféry mikro javov. Neobyčajne svojrázny mikrosvet nás núti uvažovať o tom, že ľudstvo tu narazilo na svet inej povahy. Pri skúmaní mikro javov sa v súčasnej dobe pozoruje, že niektoré axiómy, ktoré vyjadrujú všeobecné vlastnosti makro priestoru, makro času a makro príčinnosti, neexistujú v oblasti mikrosвета. Ak sa makro priestor, makro čas a makro príčinnosť zamieňajú priestorom, časom a príčinnosťou všeobecne, to znamená, že sú to jedine možné tvary týchto atribútov. Uvedené predstavy o priestore, čase a príčinnosti nie sú všeobecné atribúty, ale zo sféry použitia týchto kategórií vystupuje už oblasť makro objektov.

Z princípu nevyčerpatelnosti hmoty môžeme urobiť záver, že okrem makro priestoru, makro času a makro príčinnosti existuje množstvo iných tvarov priestoru, času a príčinnosti. Z toho vyplýva, že nemôžeme charakterizovať vlastnosti mikro objektov iba pomocou poznania vlastností makro priestoru, makro času a makro príčinnosti. Takýto postup našiel vyjadrenie v princípe komplementarity. Nemôžeme tvrdiť, že k mikro objektom všeobecne nepatrí priestor, čas a príčinnosť. Ich vlastnosti sú iné, nie makroskopické. Treba poznamenať, že termín makro príčinnosť a mikro príčinnosť sa tu používa v inom význame, ako napr. v kvantovej teórii poľa.

Tak prichádzame k záveru, že správna formulácia princípu komplementarity bude znieť: „Pri opisovaní vlastností mikro objektov jazykom makro predstáv makroskopický priestorovo-časový a makroskopický príčinný opis sa navzájom vylučujú.“

Ak porovnáme túto formuláciu s formuláciou uvedenou vyššie, zistíme, že sa líšia nielen ohraničením, ale aj svojím významom. V pôvodnej formulácii princípu komplementarity sa hovorilo o priestore, čase a príčinnosti „všeobecne“, v druhej formulácii sa už hovorí o takých konkrétnych formách priestoru, času a príčinnosti, ako je makro priestor, makro čas a makro príčinnosť. Z filozofického hľadiska je takéto ohraničenie veľmi dôležité. Z prvej formulácie vyplýva, že musí existovať rozpor medzi materialistickou tézou o atributívnosti priestoru, času na jednej strane a materialistickou tézou o atributívnosti príčinnosti na druhej strane. Naproti tomu z druhej formulácie vyplýva, že v mikrosвете existuje rozpor medzi priestorovo-časovým a príčinným opisom

javov všeobecne a medzi makroskopickým priestorovo-časovým a makroskopickým príčinným opisom. Takéto ohraňenie neprotirečí materialistickému svetonázoru, ale predstavuje svetlý jav dialektického charakteru poznávania nových foriem fyzikálnej reality.

Keď zakladatelia súčasnej interpretácie kvantovej mechaniky Bohr a Heisenberg hovoria o princípe komplementarity, nerozlišujú medzi uvedenými formuláciami [7, 8]. Problém je v tom, že z ich hľadiska neexistuje rozdiel medzi priestorom a makropriestorom, časom a makročasom, príčinnosťou a makropríčinnosťou všeobecne. Tento rozdiel pochopíme vtedy, keď vychádzame z princípu nevyčerateľnosti hmoty a jej atribútov. Ak chceme vysvetliť predstavu mikropriestoru, mikročasu a mikropríčinnosti, musíme urobiť hlbšiu analýzu samého obsahu priestoru, času a príčinnosti ako atribútov hmoty. Najprv musíme dokázať, ktoré axiómy makroskopických foriem sa zachovávajú i v oblasti mikrosveta a ktoré už strácajú svoj význam. Možno predpokladať, že všetky axiómy strácajú svoj význam za hranicami mikrosveta. Z toho vyplýva, že za hranicami mikrosveta priestor, čas a príčinnosť všeobecne zmiznú. Takýto postup nie je v súlade s dialektikomaterialistickými predstavami. Skutočne, celá história ľudského poznania svedčí o tom, že poznávaním jednotlivosťou súčasne poznávame aj všeobecné. Najmä tento postup spôsobuje v princípe komplementarity možné extrapolácie pri poznaní za hranicami daného experimentu, bez ktorého by akýkoľvek rozvoj teoretického myslenia nebol možný. Pri skúmaní vlastností makrosveta poznanie o priestore, čase a príčinnosti, ktoré sa vzťahuje na makroobjekty, obsahuje aj momenty, ktoré majú absolútnu hodnotu. V dôsledku toho sa môžeme opierať o dosiahnuté výsledky. V procese rozvoja vedeckého poznania vytvára sa medzi starými a novými teoretickými predstavami väzba, ktorú vyzdvihol Bohr pri formulovaní tzv. „princípu súhlasu“. Pri rozvíjaní predstáv o priestore, čase a príčinnosti na základe princípu súhlasu sa dostávame k takým axiómam, ktoré majú význam tak v oblasti makrosveta, ako aj v mikrosvete. Ak uznáme, že v krajnom prípade aspoň jedna z axióm, ktorá vyjadruje vlastnosti makropriestoru, makročasu a makropríčinnosti, zachováva sa aj v oblasti mikrosveta, potom musíme priznať aj to, že k mikrojavom patrí priestor, čas a príčinnosť. Tí, čo tvrdia, že priestor, čas a príčinnosť sú len makropojmami a nedajú sa použiť pre mikroobjekty, môžu sa zúčastňovať len na terminologickom spore. Ak je niektorá z vlastností priestorovo-časových charakteristík dominantná, potom pre makrosvet a mikrosvet musíme zavádzať nové axiómy, alebo používajú novú formu na vysvetľovanie starých atribútov hmoty.

Na druhej strane, pri zavádzaní pojmov mikropriestor, mikročas a mikropríčinnosť je problematická formulácia nových axióm, ktoré vyjadrujú špecifické zvláštnosti priestoru, času a príčinnosti v mikrosvete. Skutočná hodnota týchto nových axióm môže mať iba fyzikálnoteoretický význam. Ich konkrétny obsah nám poskytnú len experimentálne skúmania.

Špecifický obsah mikropriestoru, mikročasu a mikropríčinnosti sa vo svojom princípe odlišuje od hľadania tzv. „skrytých parametrov“. Pod „skrytými para-



metrami" rozumieme [10] fyzikálne veličiny, ktoré by nám umožňovali opísať mikroprocesy jazykom makropojmov bez komplementarity. Koncepcia zavádzania „skrytých parametrov" predstavuje pokus nájsť spôsob, ako rozšíriť klasické makroskopické pojmy aj na oblasť mikrosveta. Tento postup je nezlučiteľný so známou Neumanovou teorémou o nemožnosti existencie „skrytých parametrov" v oblasti kvantových javov [9, s. 167]. Nie je v súlade ani s predstavami o existencii ontologických rozdielov medzi makroobjektmi a mikroobjektmi. V najlepšom prípade iba predpokladá existenciu rozličných kvantitatívnych „hladín" prírody, z ktorých každá má svoje špecifické zákony. Nevystihuje ani ontologicky rozličné formy pohybu, priestoru, času a príčinnosti a iných atribútov hmoty, ktoré vyplývajú z jej nevyčerpatelnosti. Nakoniec myšlienka „skrytých parametrov" by sa mohla použiť, ak by sme pod ňou chápali fyzikálne veličiny, ktoré charakterizujú odklon od atribútov hmoty v oblasti mikrosveta a od jeho makroskopického obrazu (t. j. fyzikálne veličiny typu Planckovej konštanty, ktoré určujú hranice použiteľnosti príslušnej teórie).

Dôsledky, ktoré vyplývajú z princípu nevyčerpatelnosti hmoty pri priestoro-časovom a príčinnom opise mikroprocesov na základe rozpracovania nových, nemakroskopických pojmov priestoru, času a príčinnosti, môžu sa javiť pre fyzika navyknutého vychádzať z experimentálnych hodnôt vyjadrených matematickou formou dosť apriórne a neurčite. Zatiaľ nie je jasný ich konkrétny obsah. Dokázať konkrétny obsah uvedených pojmov už nie je filozofická úloha, ale úloha fyzikálneho výskumu. Všeobecne filozofické zobrazenia nám udávajú smer ďalšieho rozvoja výskumu, ale nemôžu ho zamieňať. Konkrétne výsledky dosiahnuté na istom vývinovom stupni nám umožňujú porovnávať, do akej miery boli správne predchádzajúce filozofické úvahy. Filozofické myšlienky a argumenty sú príliš apriórne vtedy, keď v nich nevidíme heuristický prostriedok, ktorý naznačuje možné cesty riešenia prírodovedných problémov, ale ich samo riešenie. Takýto názor je charakteristický pre prírodovedno-filozofický, a nie dialektikomaterialistický prístup k úlohám filozofie. Musíme poznamenať, že Leninova zásluha o rozvoj materialistickej filozofie nespočíva v tom, že chcel rešiť konkrétne otázky prírodných vied, ale najmä v tom, že jasne povedal, ktoré otázky ešte nie sú vyriešené. Tým dal podnet na ich ďalší výskum a rozpracovanie.

### *Problém nekonečnosti priestoru a času*

Ak sme pri probléme komplementarity hovorili o princípe nevyčerpatelnosti hmoty „dovnútra", potom pri skúmaní problému nekonečnosti priestoru a času v relativistickej kozmológii hovoríme o nevyčerpatelnosti hmoty „navonok". Skúmaný problém sa stal aktuálnym vytvorením Einsteinovej všeobecnej teórie relativity a vzniku relativistickej kozmológie.

Rovnice gravitačného poľa sformulované Einsteinom určujú závislosť medzi tenzorom zakrivenia, ktorý je spojený s metrikou štvorrozmerného priestoru

— času a tenzorom energie — impulzu, ktorý vyjadruje rozpínanosť a pohyb hmoty. Táto hmota vytvára gravitačné pole. Z toho môžeme vyvodiť rozpínanosť a pohyb hmoty (pri zavedení niektorých zjednodušených predpokladov) a urobiť závery o metrike priestoru — času. Ako ukázal Einstein, vzniká nová otázka o konečnosti alebo nekonečnosti priestoru. Problém je v tom, že v súlade s neeuklidovskou geometriou konečnosť a nekonečnosť sú metrické vlastnosti priestoru a závisia od hodnoty jeho zakrivenia. Priestor konštantného záporného alebo nulového zakrivenia je v metrickom význame neohraničený a nekonečný. Naproti tomu priestor konštantného kladného zakrivenia je neohraničený, ale metricky konečný (obsahuje konečný objem).

A. A. Fridman ukázal, že ak vychádzame z predpokladu o homogénosti a izotropnosti rozloženia kozmickej hmoty v priestore, dostaneme nestatické riešenie rovníc gravitačného poľa. Podľa výsledkov sa dá usúdiť, že kozmická hmota sa nachádza v stave rozpínavosti a stlačiteľnosti. Rozpínanosť medzi jej časticami (napr. galaxiami) sa mení v závislosti od času. Boli vytvorené všetky možné modely rozpínajúceho sa vesmíru. Dva najvýznamnejšie z nich rozpracoval A. A. Fridman a G. Lemaître. V jednom z týchto modelov sa priestor chápe ako uzavretý (kladne zakrivený), v druhom sa predpokladá, že je otvorený (má zápornú zakrivenosť). V niektorých modeloch ostáva otvorená otázka, či je priestor otvorený, alebo uzavretý. Dnes astronómovia pochybujú, že by priestor mohol byť uzavretý do seba. Zdá sa, že hustota kozmickej hmoty v priestore je nedostatočná na to, aby sme mohli vypočítať kladnú zakrivenosť priestoru. V dôsledku toho dávajú prednosť otvorenému, alebo nekonečnému vesmíru so zápornou zakrivenosťou, ktorý sa podobá povrchu sedla.

Z čisto fyzikálneho hľadiska bez ohľadu na filozofickú argumentáciu, niektorí kozmológia sa pokúšajú vyrovnáť s otázkou konečnosti a nekonečnosti existencie vesmíru. Problém riešenia nie ako úlohu, ktorá vyplýva z experimentálnych hodnôt, ale ako teoretický problém. V homogénnych a izotropných kozmologických modeloch musel existovať časový okamih, od ktorého nastal proces rozpínania. Tento časový okamih môžeme pokladať za „počiatok“ existencie vesmíru, teda za singulárny stav, charakterizovaný nulovým objemom a nekonečnou hustotou. Z tejto teórie vyplýva, že vesmír existuje konečný čas.

Jednako problém priestorovo-časovej nekonečnosti vesmíru je veľmi zložitý. Predpokladajme, že sa nám podarilo nájsť teoretické prostriedky, ktoré nám umožňujú zostrojiť určitý model vesmíru. Nech takýto model súhlasí so všetkými experimentálnymi hodnotami! Nech nám súčasne dáva vyčerpávajúcu odpoveď na všetky astronomické pozorovania! Potom môžeme urobiť záver, že problém časovo-priestorovej nekonečnosti je vyriešený. Ak sa takýto model ukáže ako konečný, potom je aj celý vesmír konečný, a naopak. Podobný záver by však bol veľmi jednoduchý a nesprávny. Experimenty, ktoré robíme, sú tiež ohraničené. Ak pôjdeme ďalej za hranice nášho experimentu, môžeme zistiť nové zákonitosti, ktoré nielenže nepotvrdia náš skonštruovaný model, ale vôbec s ním nesúhlasia. Musíme teda hľadať nové teoretické zovšeobecnenia a po-

kúšať sa zostrojiť nový model, ktorý nám viac priblíži skúmaný problém nekonečnosti priestoru a času. A tak môžeme postupovať ďalej. V dôsledku toho nijaký kozmologický model nemôže byť úplne vyčerpávajúci pre riešenie nekonečnosti priestoru a času. Pojem nevyčerpateľnosti hmoty je svojim významom spojený s pojmom nekonečnosti. Stotožňovať nevyčerpateľnosť hmoty s matematickou nekonečnosťou je nesprávne. Matematická nekonečnosť je určitá abstrakcia, ktorá sa spája s myšlienkovým postupom príslušného ohraničenia. V matematike sú rozličné abstrakcie nekonečnosti [11]. Zavádzajú sa do matematickej teórie pomocou teoreticky skonštruovaných ideálnych matematických objektov. Takéto ideálne objekty sú len zjednodušeným, schematickým obrazom hmotných objektov. Skutočnosť je oveľa zložitejšia. V dôsledku toho matematická abstrakcia nekonečnosti predstavuje len ideálne konštrukcie a v zjednodušenej schematickej forme odráža skutočnosť. K reálnemu svetu má len nepriamy vzťah. Na kvantitatívnu rôznorodnosť reálneho sveta sa nevzťahuje ani jedna z týchto ideálnych konštrukcií, pretože každá z nich má svoje hranice použiteľnosti.

Pojem nevyčerpateľnosti hmoty má oveľa širší zmysel ako matematická abstrakcia nekonečnosti. Predpokladá, že reálna nekonečnosť prírody presahuje rámec ľubovoľnej ideálnej schémy, ktorú vyjadrujeme matematickým opisom. Akékoľvek kvantitatívne zmeny vedú vždy skôr alebo neskôr ku kvalitatívnym zmenám. V dôsledku toho nevyčerpateľnosť hmoty neobsahuje neohraničenosť kvalitatívnych charakteristík, iba ak ide o oddelené konkrétne vlastnosti a stavy. Kozmologické modely sú teoretickými schémami, v ktorých reálny priestor a čas sú zobrazené v tvare štvorrozmerného Riemannovho (presnejšie pseudoriemannovho) priestoru. Vlastnosti tohto priestoru sú definované axiomaticky. Ak zavedieme do systému axióm rozličné postuláty, ktoré špecifikujú niektoré zvláštnosti, potom môžeme zostrojiť rozličné modely vesmíru. Vzniká otázka, ktorý z týchto modelov má význam ďalej skúmať, lebo kvantitatívne adekvátne najviac zobrazuje reálny priestor a čas. Riešenie tejto otázky sa opiera o rozličné predpoklady a idealizácie. Pomocou nich sa určí, akými fyzikálnymi objektmi sa interpretujú príslušné geometrické pojmy a ako sa uskutoční systém meraní priestorových vzdialeností a časových okamihov vo fyzikálnom svete existujúcich príslušných ekvivalentov v matematickom priestore a pod.

Pojem konečnosti a nekonečnosti sa používa na označenie niektorej z matematických vlastností štvorrozmerného priestoru a času v istom kozmologickom modeli, t. j. v zmysle metrickej konečnosti a nekonečnosti. Obsah týchto pojmov sa určuje v hraniciach definícií a vzťahov Riemannovej geometrie. Konečnosť a nekonečnosť vystupuje ako matematická abstrakcia, ktorej obsah závisí od toho, ako sa interpretujú iné geometrické pojmy. Z toho vyplýva, že abstrakcia metrickej konečného alebo nekonečného priestoru je odrazom reálneho fyzikálneho priestoru len za určitých podmienok. V každom prípade však schematizuje skutočnosť.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> „Geometria si nemôže nárokovať na neohraničenú použiteľnosť pri skúmaní materiálneho

Filozofia na rozdiel od kozmológie, pri skúmaní problému nekonečnosti priestoru a času používa pojmy nekonečnosti nie ako matematickú abstrakciu, ktorá určuje kvantitívnu metrickú charakteristiku ideálneho matematického priestoru, ale ako kategóriu vyjadrujúcu nevyčerpatelnú kvalitu reálneho priestoru a času. Okrem toho predpokladá, že ľubovoľná axiomatická geometria, ktorá postuluje určité tvary topologických a metrických vzťahov pre „celý“ priestor a čas vesmíru, nie je vhodná na ich opis. Je vhodná iba v tom prípade, ak priestor a čas chápeme v atributívnom zmysle, ako všeobecnú formu existencie hmoty.

Z uvedeného môžeme urobiť záver, že ani jeden z kozmologických modelov nie je schopný postrehnúť nevyčerpatelnú rozidelnosť konkrétnych tvarov priestoru a času v materiálnom svete. Všetky modely vesmíru zobrazujú vesmír taký, aký by bol za predpokladu, že v ňom nie sú iné formy pohybu hmoty okrem tých, ktoré sú známe súčasnej fyzike. A ďalej, že existujúce fyzikálne zákony sú univerzálne a úplne dostatočné pre opis vesmíru hoci len v základných črtách. Tento predpoklad je nevyhnutný na vytvorenie kozmologických modelov a nemôžeme sa bez neho zaobiť. Má úlohu len „pracovnej hypotézy“, na určitý čas zabezpečuje ďalšie poznanie okolitého vesmíru, ale na istom stupni poznania sa stáva nevhodným. Odhalia sa nové formy pohybu hmoty, ktoré nájdu vyjadrenie v nových, všeobecnejších fyzikálnych teóriách. Z toho vyplýva, že kozmologické modely a teórie nie sú opisom celého okolitého materiálneho sveta, ale len jeho fragmentu — tej „časti“, ktorú môžeme opísať dosiaľ známymi fyzikálnymi zákonitosťami. V dôsledku toho skutočná hodnota kozmologických modelov je v tom, že za originál neslúži celý vesmír, ale len jeho časť získaná extrapoláciou určitých fyzikálnych predstáv a astronomických pozorovaní istej skúmanej časti kozmického priestoru. Nové fyzikálne teórie a nové predstavy o priestore a čase môžeme odvodiť len z princípu nevyčerpatelnosti hmoty.

## LITERATÚRA

1. Lenin, V. I.: *Filosofické sešity*, Praha 1954.
2. Lenin, V. I.: *Materializmus a empiriokriticizmus*, Bratislava 1952.
3. *Filosofické problémy modernej fyziky*, Zborník článkov.
4. Branskij, V. P.: *Filosofskie značenije problemy nagladnosti v sovremennoj fizike*, Moskva 1963.
5. Engels, F.: *Dialektika prírody*, Bratislava 1954.
6. Bohr, N.: *The Atomic Theory and the Description of Nature*, Cambridge 1934.

---

sveta. Ak presnosť meraní presahuje určité hranice, potom geometria odráža skutočnosť len približne a prestáva slúžiť.“ To sú slová P. K. Raševského [1, 2], ktoré povedal na margo euklidovskej geometrie, a vzťahujú sa na ľubovoľnú geometriu.

7. Eddington, A.: *The Philosophy of the Phys. Sci.*, Cambridge 1939.
8. Jeans, J.: *Physic and Phylosophy*, Cambridge 1942.
9. Neumann, J.: *Mathematischen Grundlagen der Quantenmechanik*, Berlin 1931.
10. *Voprosy pričinnosti v kvantovoj mechanike*, Sbornik statej, Moskva 1955.
11. Naan, G. I.: *Typy beskonečnogo*. V knige *Einsteinovskij sbornik*, Izd. Nauka, Moskva 1967.
12. Gilbert, D.: *Osnovanija geometrii*, Gostechizdat, Moskva 1948.
13. Sačkov, J.: *Materialistický výklad kvantovej mechaniky*, Bratislava 1951.
14. Gardner, M.: *Teória relativity pre milióny*, Bratislava 1969.
15. Sokolov, A. A.: *Elementarnije časticy*, Moskva 1963.

## ЛЕНИНСКИЙ ПИНЦИП НЕИЩЕРПАЕМОСТИ МАТЕРИИ И ФИЛОСОФСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ

Михал Ферманц

Современная физика и остальные научные дисциплины развиваются очень интенсивно. Данное развитие требует глубокого философского анализа соответствующих теорий. С одной стороны, физика достигла замечательных результатов, разработала методы решения и формулирует новые проблемы (речь идет о различных теориях, как, например, теория относительности, квантовая физика, теория элементарных частиц), которые являются ценным материалом для философского анализа. С другой стороны, и сама философия должна быть источником, из которого физика и остальные научные дисциплины должны черпать импульсы к своему дальнейшему развитию. Таким источником познания является марксистская диалектика. При поисках связей между физикой и философией обнаруживаются важные недостатки, которые необходимо постоянно преодолевать и решать путем их взаимодействия. В результате этого необходимо объединить усилия философов и физиков с целью разработки философских проблем современной физики. К философским проблемам современной физики философ и физик подходят с различных позиций, которые зачастую перекрещиваются.

Неисчерпаемость материи как объект познания мы можем считать философским принципом, исходящим из диалектического объяснения законов природы. С онтологической точки зрения эти мысли остаются геоцентрическими, поскольку при всем разнообразии конкретных явлений, свойств и законов материи все общие черты атрибутов материальных объектов всегда остаются теми же, какими они являются в нашем окружающем «геоцентрической мире». В гносеологическом аспекте неисчерпаемость материи выступает как неограниченность процесса познания. Неисчерпаемость материи является одним из основных методологических принципов физических наук. В сущности речь идет о попытке применить этот принцип при решении проблемы дополнительности в области квантовых явлений, которая в настоящее время исследуется как центральная философская проблема физики микромира, а также проблемы неконечности пространства и времени в релятивистской космологии, которая является философской проблемой физики мегамира.



Michal Feriánc

Modern physics and other branches of science have been developing intensively. This development demands a deep philosophical analysis of respective theories. If on the one hand physics has reached remarkable results, elaborated the methods of solution and has been formulating new problems (various theories as e. g. theory of relativity, quantum physics, theory of elementary particles are the matter) that represent precious material for a philosophical analysis. On the other hand even philosophy itself must be a source from which physics and other branches of science have to draw impulses for their further advancement. Marxist dialectics is such a source of cognition. There occur serious shortcomings at searching for connection of physics and philosophy. These must be constantly overcome and solved by mutual influencing each other. In result of this it is necessary to join the philosophers' and physicists efforts toward an elaboration of the philosophical problems of contemporary physics. The philosophical problems of contemporary physics are being approached by the physicist and by the philosopher from various positions that often intersect.

Inexhaustibility of matter as an object of cognition can be considered as a philosophical principle that stems from the dialectical explanation of natural laws. From the ontological point of view these ideas remain geocentric because in spite of all the variety of concrete phenomena, of the quality and of the laws of matter all the general features of the attributes of material objects remain always the same as they are in our surrounding „geocentric world“. In the gnozeological aspect inexhaustibility of matter appears as the unlimitedness of the process of cognition. Inexhaustibility of matter is one of the basic methodological principles of physical sciences. Essentially, it is an attempt to apply this principle to the solution of the problem of complementarity in the sphere of quantum phenomena that is being investigated nowadays as the central philosophical problem of the physics of the microworld; and the problem of the infiniteness of space and time in the relativist cosmology that is a philosophical problem of the physics of the macroworld.