

A FIZIKAI IDEALIZMUS LENINI BÍRÁLATÁNAK AKTUALITÁSA

Századunk első évtizedében a fizika területén végbement forradalmi változás alapjaiban rendítette meg a természettudósok körében általánosan elfogadott mechanikai világgépet. Henri Poincare szavaival: „eljött a kétségek kora”, és kiemelkedő természettudósok, fizikusok (köztük H. Poincare, W. Ostwald, E. Mach stb.) jutottak a fizika válságából idealista filozófiai következtetésekre, arra a következtetésre, hogy alapjaiban rendült meg a mechanika, és a korábban legáltalánosabbnak hitt alapelvek megrendülése számukra azt bizonyította, hogy azok nem a valóság képmásai, hanem az emberi tudat termékei. Hasonló eredményre jutott a fizika válságának vizsgálata során a pozitivista — ahogyan Lenin jellemezte: „félíg-meddig machista” — Abel Rey, amikor kimutatta, hogy a fizika válságának az a lényege, hogy a régi fizika „az anyagi világ valóságos megismerésének” tekintette elméleteit, az „új fizika pedig csak szimbólumnak, jelnek, gyakorlati célokat szolgáló megjelölésnek”.¹ A korabeli fizikai idealizmus lényegét, kialakulásának okait vizsgálva Lenin a természettudományok fejlődésének olyan tendenciáit tárta fel (mint például a matematizáció, a relativizmus stb.), amelyek korunk természettudományaira is érvényesek, és amelyek egyoldalú abszolutizálása idealista interpretációkhoz vezet. Korunk természettudományainak gyorsuló fejlődése a természettudományok és a filozófia viszonyának új dimenzióit hozta felszínre, amikor immanens kérdésként merülnek fel olyan elvi kérdések, amelyek tisztázása az adott szaktudomány további fejlődése szempontjából elengedhetetlen, amelyek tisztázásában a filozófiának is részt kell vállalnia, és ily módon ezeknek a kérdéseknek a megválaszolása hozzájárul a filozófiának, a marxista filozófiának a továbbfejlődéséhez is.

A mai mikrofizika jól reprezentálja ezt a kölcsönös összefüggést, hiszen kibontakozása filozófiai alapokon történt, és a mikrofizika tételeinek filozófiai interpretálása a filozófia tartalmi gazdagodásához járult hozzá. A mai mikrofizika által felvetett filozófiai problémák megoldásában korunkban is szaktudósok, valamint filozófusok egyaránt részt vállalnak. A kialakuló megoldási javaslatok között a pozitivista-idealista interpretációk és a dialektikus materialista értelmezés csap össze egymással. Lenin harca az empiriokriticizmus, valamint a századforduló fizikai idealizmusa ellen olyan elméleti és módszertani alap, amelyről kiindulva a századfordulót követő időszak, illetve korunk vitái is megítélhetők. Dolgozatunkban a vitatott ontológiai és gnoszeológiai kérdések közül a determinizmus problémáját emeljük ki és megkíséröljük nyomon követni a determinizmus és az indeterminizmus vitáját a mikrofizika eredményei kapcsán, és ezzel együtt a dialektikus materializmus determinizmuskonceptiójának gazdagodását.

¹ LÖM 18. kötet 239. old.

1. A mai fizika fejlődésének fő lépcsőfokai és a mai fizikában megfogalmazott új természettudományos ismeretek idealista interpretációi

„A mai fizikai szemléletmód alapjául két fizikai diszciplína, a relativitáselmélet és a kvantumelmélet szolgál, amelyek egy bizonyos értelemben az egész mai természet-szemlélet szempontjából meghatározók.”² A mai fizikai szemléletmód kibontakozásához a mai fizika harmadik nagy területe — az elemi részek fizikája — is hozzájárult. Olyannyira, hogy napjainkban talán az elemi részek fizikája az a terület, ahol a legtöbb tisztázásra váró kérdés merül fel, amelyek megválaszolása a marxista filozófia számára azért különösen fontos, mivel — véleményünk szerint — a természet dialektikus értelmezésének új vonásokkal történő gazdagítását fogja eredményezni. Hozzájárulva ezzel egy adekvátabb, a mai természettudományok eredményeivel szerves egységet alkotó „természet dialektika” kidolgozásához.

Jóllehet — mint ismeretes — a speciális relativitáselmélet konkrét tapasztalatok értelmezésekként jött létre, az általános relativitáselmélet pedig a Newton által leírt gravitációs jelenségek lényegének fizikai értelmezésekként is felfogható,³ kidolgozása természetszemléletünk módosítását tette szükségessé: a klasszikus fizika tér- és időszemléletét, tömegfelfogását, és alapjaiban változtatta meg az anyagi világ fizikai struktúrájáról kialakított korábbi elképzeléseket is.

A kvantumelmélet kialakulásában Planck felfedezése jelentette az első mérföldkövet, melytől a jelenlegi kvantummechanikáig tartó fejlődés legfontosabb állomásait Einstein fénykvantum-feltevése, a Rutherford—Bohr-féle atommodell kidolgozása, Bohr frekvenciafeltétele, a korrespondencia-elv képviselték. A Schödinger által felállított egyenlet pedig lehetőséget adott az atomi folyamatok természetére vonatkozó következtetések megtételére, amelyeket Heisenberg az ún. határozatlansági relációk formájában fogalmazott meg.

A századunkban kibontakozott két diszciplína: a relativitáselmélet és a kvantumelmélet alapjaiban változtatta meg a klasszikus fizika szemléletmódját, miközben egy gyökeresen új — mai fizikai szemléletmód kialakulásához járult hozzá. A fizikai szemléletmód változásának csupán néhány lényeges összetevőjére utalunk:

- a klasszikus fizika folytonossági szemléletének feladására;
- arra, hogy a századforduló új felfedezései bizonyossá tették az anyag atomos szerkezetét, de ezzel együtt azt is, hogy nem végső, tovább már nem osztható építőkövei az anyagnak, hasonlóképpen megerősítést nyert a klasszikus mechanikának a tehetetlenséggel kapcsolatos elképzelése — úgy tűnik, hogy ezzel az anyag egyik általános tulajdonságát sikerült megragadnia, de bebizonyosodott az is, hogy a nyugalmi tömeg révén a mechanikai értelemben vett testek nem azonosíthatók általában az anyaggal;
- az anyag hullám-korpuszkuláris természetének felismerésére, arra, hogy gyökeresen újat hozott a kvantummechanikai-szemléletmód a hullám- és korpuszkulat tulajdonság értelmezésében, amikor de Broglie anyag-hullám elmélete a klasszikus mechanika által összeegyeztethetetlennek tartott tulajdonságokat ugyanazon dolog egyenlő realitási oldalaként egységes egésszé kapcsolta össze;
- arra, hogy a mikrofizika lerombolta a klasszikus szemléletet az anyag végső építőköveiről, módosította tér- és időszemléletét. Annak a lehetőségnek a felmerülése, hogy a mikroobjektumok világában a klasszikus tér- és időfelfogás nem alkal-

² Müller Antal: Fizikai megismerés és dialektikus materialista természetfelfogás. Kossuth, 1974. 139. old.

³ I. m. 144. old.

mazható, a relativitáselmélet tér- és időfelfogását erősíti meg — nevezetesen azt, hogy a tér- időstruktúrát a mozgó anyagi objektum határozza meg; — bebizonyosodott továbbá az is, hogy a klasszikus fizika determinizmuskonceptója alapján lehetetlen a mikrovilág jelenségeinek viselkedését értelmezni.

Századunk fizikai kutatásai olyan problémákat is felvetettek, amelyek a klasszikus fizika számára nem jelentkeztek problémaként, és megoldásuk ily módon csupán a mai fizikai szemléletben jelentkeznek. Számos ismeretelméleti kérdés felmerülése is követte az új fizikai kutatásokat, amelyek megoldása a fizika továbbfejlődése szempontjából is nélkülözhetetlen. Olyan kérdésekre utalunk ezzel kapcsolatban, mint pl. a kísérleti berendezések ismeretelméleti funkciójának értelmezése, a mérés során realizálódó kölcsönhatások, a mérőberendezések és a szubjektum kapcsolatának értelmezése.

Tehát ahogyan M. Planck fogalmazott, az új fizikai világképben két egészen új gondolat: a relativitáselv és a kvantumelv tűnik fel és „... a klasszikus elmélet a relativitás elvével érte el befejezettségének legmagasabb fokát úgy, hogy annak fizikai világképe formális szempontból is teljesen kielégítő kerekseget nyert.⁴ A hatáskvantum felfedezés viszont „... olyan kevésbé illett bele az eddigi világkép kereteibe, hogy végül is a szűknek bizonyult keretek szétfeszítéséhez vezetett.”⁵

Ily módon tehát a mai fizikai szemléletmódunk alakulásában két tendenciát figyelhetünk meg: egyrészt a klasszikus fizika szemléletének megváltozása az új felfedezések hatására, másrészt pedig gyökeresen új elemek jelentkezését a fizikai szemléletmódban, amelyek kifejezetten a mikrofizikai kutatásokból fakadnak. Mindkét tendencia kibontakozása együttjárt az idealista interpretációk megjelenésével, nem egy esetben azzal is, hogy egyes lényeges kérdések éppen az idealista interpretációkban merültek fel elsőként. Az idealista interpretációk kezdetben a machizmusra épültek, a harmincas évektől kezdődően pedig egyre inkább a logikai pozitivizmus adott számukra elméleti és módszertani alapot.

A relativitáselmélet idealista interpretációi nem alkottak egy olyan átfogó filozófiai koncepciót⁶, mint a kvantummechanika eredményeihez fűződő értelmezések.

A kvantummechanikához kapcsolódó interpretációk egyik ütközőpontja az a kérdés, hogy milyen fizikai értelmet lehet a részecskékhez rendelt hullámoknak tulajdonítani. Max Born által adott ún. valószínűségi koncepció általánosan elfogadottá lett ugyan, de az idealista értelmezésekben rögtön el is szakadt a valóságtól: mint „tisztá valószínűség” nyert értelmezést, amelynek a fizikai valósághoz semmi köze, amely csupán tudásunk bizonytalanságát tükrözi. Egy lépés vezetett ezután innen az általánosításhoz: „a kvantumelmélet tárgya nem az objektív fizikai valóság, hanem a róla szóló szubjektív vélekedésünk”.⁷

Szubjektivistá felfogással közelítették — főképpen a koppenhágai iskola ismert képviselői — a mérőberendezések mikrofizikai szerepének kérdését is, amikor a mérőműszereket érzékszerveink meghosszabbításának, így a szubjektum részének tekintették és arra a konklúzióra jutottak, hogy a mérő szubjektum befolyásolja, adott esetben létre is hozza a vizsgált mikrorészecske állapotát. N. Bohr például azután hosszú ideig képviselte azt az álláspontot, hogy ezért, valamint a Heisenberg-féle határozatlansági relációk következtében a mikrorészecskék nem ismerhetők meg. N. Bohr ezt az álláspontját késői munkáiban feladta és felvetette a mikroobjektumok ob-

⁴ M. Planck: Válogatott tanulmányok. Gondolat, 1965. 85. old.

⁵ I. m. 86. old.

⁶ Müller Antal: Fizikai megismerés és dialektikus materialista természetfelfogás. Kossuth, 1974. 174. old.

⁷ I. m. 176. old.

jektív létének lehetőségét. A szubjektivizmustól főképpen az objektív idealizmus irányába történő eltávolodás a koppenhágai iskola más képviselőinek (pl. Heisenberg) nézeteiben is kimutatható, amikor is a matematikai formalizmus meghatározó szerepét hangsúlyozzák, azt, hogy ismereteink meghatározó tényezői az „objektívizált matematikai struktúrák”. A determinizmus és az okság kérdésében a Heisenberg-féle határozatlansági relációkból, valamint a Bohr-féle komplementaritási elvből ugyancsak idealista-indeterminista következtetések is születtek.

2. A Heisenberg-féle határozatlansági elv

A modern fizika eredményei — amelyek az anyagszerkezeti vizsgálatok, valamint az elemi részecskék tanulmányozása kapcsán születtek — már a kutatások kezdeti szakaszában egyértelműen azt mutatták, hogy a modern fizikai kutatások tárgyát az összes addig megismert anyagfajtáktól minőségileg különböző anyagfajta képezi. A makro- és a mikrovilág közötti minőségi különbség meglétére utalt — azon túlmenően, hogy a makrovilág törvényszerűségei nem megfelelőek a mikrofolyamatok leírására — az is, hogy akár a kérdésfeltevésekben, a tudományos problémák megfogalmazásában, akár a tudományos válaszokat követően a makrofizika fogalmi apparátusa sem bizonyult megfelelőnek. A klasszikus fizikában, a newtoni mechanikában meghatározhatjuk a mozgó objektum helyét, megfelelő matematikai apparátus felhasználásával a hely- és impulzus koordinátáit is tetszőleges pontossággal. Mechanikai mozgás esetében ezen adatok ismeretében előre meghatározhatjuk a rendszer koordinátáinak egy későbbi időpontban felvett értékeit is. Abban az esetben azonban, ha az elemi részecskék mozgását akarjuk nyomon követni, a klasszikus mechanika fenti eljárás módja használhatatlan. Az atomi részecskék hely- és impulzus koordinátáit — a Heisenberg-féle határozatlansági relációk értelmében — nem lehetséges tetszőleges pontossággal meghatározni.

A határozatlansági elvek alapjául szolgáló kvantummechanikai megállapításokat a következőkben összegezhetjük:

- minden kölcsönhatásban kvantált az energia is és az impulzus is;
- a mikroobjektumok részecske- és hullámtermészettel rendelkeznek;
- az egyedi kvantumfolyamatok bizonyos sajátosságai előre megjósolhatatlanok, illetve ellenőrizhetetlenek.

Heisenberg egy gondolat kísérletet írt le a határozatlansági elvek kifejtésére, melynek lényege röviden a következőkben vázolható: vizsgáljuk az atomot, az atom méreténél kisebb hullámhosszú γ -sugarakat alkalmazó mikroszkóppal. Tételezzük fel, hogy az atom valamely elektronja a megfigyelés előtt gyakorlatilag nyugalomban volt. A megfigyelés során a γ -sugár legalább egy fénykvantumának keresztül kell haladnia a mikroszkópon, miután az elektronnal ütközött. Az ütközés következtében azonban megváltozik az elektron mozgásmennyisége és sebessége, így nem lehetséges az elektronnak a tényleges mag körüli pályáját megállapítani. Továbbá már az első fénykvantum elegendő ahhoz, hogy az elektront az atomból kiüsse, így — vonja le a következtetést Heisenberg — „soha nem lehet többet, mint az elektronpálya egyetlen pontját megfigyelni”. „Általánosságban lehetetlen szemléletesen leírni, mi történik két megfigyelés között.”⁸

A gondolat kísérlet során tehát két nehézséggel találkozunk:

- a γ -sugaraknak az elektronnal történő ütközése megváltoztatja az elektron im-

⁸ Heisenberg: Válogatott tanulmányok. Gondolat, 1976. 92. old.

pulzuskoordinátáit, mégpedig egy tetszőleges pontossággal nem meghatározható értékkel (Δp). Δp értéke nyilvánvalóan annál kisebb lesz, minél kisebb impulzusú (minél nagyobb hullámhosszú) γ -sugárral végeztük a mérést;

— ha viszont nagy hullámhosszú γ -sugárral végezzük a kísérletet, nem állapíthatjuk meg az elektron pontos helyét, a nagy hullámhossz miatt a mikroszkóp elmosódott képet ad. Azt tudjuk megállapítani csupán, hogy az elektron igen nagy valószínűséggel egy Δx tartományban van jelen.

Heisenberg a következőképpen összegezte gondolatkísérletének eredményét: „Lehet ugyan az elektron helyéről és sebességéről beszélni, mint a newtoni mechanikában, mindkettőt megfigyelhetjük vagy mérhetjük. De nem lehet mindkét mennyiséget egyidejűleg tetszőleges pontossággal meghatározni.”⁹ Matematikailag megfogalmazva a két bizonytalanság összefüggését:

$$\Delta p \cdot \Delta x \cong \frac{h}{2}, \text{ ahol } h = \text{Planck-féle állandó.}$$

Ez a határozatlansági viszony nem csupán a hely- és az impulzuskoordinátákra, hanem az időre és az energiára is fennáll.

3. A Heisenberg-féle határozatlansági elv idealista interpretálásai

A határozatlansági elvek kapcsán is számos lényeges ontológiai és gnoszeológiai probléma merült fel. A határozatlansági elv idealista, pozitivistá értelmezését találhatjuk a koppenhágai iskola képviselőinek interpretációjában. (W. Heisenberg, N. Bohr, P. Jordan, M. Born stb.)

A koppenhágai iskola kétségtelenül egyik legnevesebb képviselője, Heisenberg, a következőképpen fejtette ki a fenti kérdésekkel kapcsolatos elképzeléseit:

— az anyag legkisebb építőköveivel kapcsolatos minden megfigyelés a folyamat durva megzavarását jelenti — a részecskének a megfigyelési folyamatától független viselkedéséről ezért nem lehet beszélni.

— „Ez azt jelenti, hogy a kvantummechanikában matematikailag formulázott természettörvények nem az elemi részecskékre, mint olyanokra vonatkoznak, hanem az elemi részecskékre vonatkozó ismereteinkre.”¹⁰

— „... a modern atomfizika a hatóok és hatás (ok és okozat) törvényét érvénytelenné tette, vagy legalábbis hatályon kívül helyezte...”¹¹

— „A kvantumelméleti törvények matematikai formulázásánál a kutatók arra kényszerültek, hogy a tiszta determinizmusról lemondjanak”¹² és „... az atomfizika a determinizmus elképzeléseitől mind távolabb jutott.”¹³

A határozatlansági elv következménye tehát Heisenberg szerint — és ezt a véleményét a koppenhágai iskola többi képviselője is osztotta — az, hogy miután az elemi részecskék hely- és impulzuskoordinátáit nem lehet tetszőleges pontossággal meghatározni egyidejűleg, a részecske jövőbeli helyzete sincs meghatározva. Továbbá mivel nem „láthatjuk előre” egy-egy elemi részecske jövődő állapotait, a kvantummechanika területén nem érvényesül az oksági összefüggés, a mikrorészecskék inde-

⁹ I. m. 86. old.

¹⁰ I. m. 25. old.

¹¹ I. m. 40. old.

¹² I. m. 46. old.

¹³ I. m. 54. old.

termináltak, mint ahogyan N. Bohr fogalmaz: „... a determinisztikus leírás lehetősége elesik és előtérbe lép a fizikai kijelentések statisztikus jellege.”¹⁴ Mivel minden fizikai megfigyelés lényegében véve a vizsgált objektum állapotleírása — amit a mikroobjektumok esetében a határozatlansági relációk értelmében tetszőleges pontossággal nem tehetünk meg —, így a koppenhágai iskola képviselői végül is a mikrovilág jelenségeinek megismerhetőségét, egy következő lépésben pedig a megismerőtől független, objektív létezését is kétségbe vonják.

Heisenbergék indeterminista álláspontjukat, az oksági összefüggés tagadására vonatkozó elképzeléseiket nem csupán a határozatlansági relációkra alapozták. További érveket merítettek ehhez a Bohr-féle komplementaritás elvből és a relativitás-elméletből. Bohr fenti elméletében feltételezi azt, hogy a részecske és a hullámkép ugyanazon realitás két komplementer leírása, és hogy e leírások mindegyike csak részben lehet igaz. A komplementaritási elvben kifejeződik továbbá az is, hogy a mikrorészecskék koordináta- és impulzus, valamint energia- és időparaméterei nem mérhetőek egyidőben tetszőleges pontossággal, azaz vagy az oksági, vagy a tér—idő kapcsolatok vizsgálhatók, a kettő együtt nem. A komplementaritás elve egyfajta magyarázatot ad a határozatlansági relációkra vonatkozóan is. Továbbá a relativitáselmélet értelmében az elemi részecskék szintjén bizonyos folyamatok nem az ok és okozat sorrendjében, hanem éppen megfordítva folynak le, ugyanis egészen kicsiny tér—idő tartományokban „... a tér és idő sajátos módon „elkent” olyképpen, hogy az itt fellépő igen rövid időtartamokra nézve már az ilyen fogalmakat, mint „előbb” vagy „utóbb” sem lehet többé egyértelműen definiálni.”¹⁵

A mai fizika helyes megértését tehát, ahogyan V. F. Fok megfogalmazta, két tényező akadályozta: a klasszikus eszmevilághoz való ragaszkodás és a mérőeszközök Bohr által kiemelt szerepének pozitívista eltúlzása. A kvantummechanika koppenhágai értelmezése — mint arra már utaltunk — nem csupán az okság és a determinizmus problémáira terjed ki. Képviselői állást foglalnak az ontológia és a gnoszeológia alapvető kérdései kapcsán is. Mint ahogy az a fenti Heisenberg idézetekből kitűnik, állásfoglalásuk a „fizikai”, a szubjektív idealizmus egyfajta megnyilvánulását jelenti, mivel:

- a határozatlansági relációkat, valamint a belőlük következő korlátozottságot elvi jellegűvé és feltétlenné nyilvánítják, és mint abszolút érvényű elvet kezelik;
- részben ebből következően sajátos agnosztikus lemondásuk is a részecskék „megfigyeléstől független” történéseinek feltárásáról;
- a matematikai apparátusnak a fizikában játszott szerepének abszolutizálásával a matematikailag formulázott természettörvények valóságtartalmának megkérdőjelezése, annak feltételezése, hogy azok nem a vizsgált részecskékre, hanem a részecskékről kialakított ismereteinkre vonatkoznak, ugyancsak pozitívista megnyilvánulásként értelmezhető.

Utalni kell azonban arra is, hogy maga Heisenberg ez ellen tiltakozik. Véleménye szerint a kvantumelmélet koppenhágai értelmezése nem pozitívista, „... mert míg a pozitívizmus a megfigyelő érzéki benyomásaiból, mint a történés elemeiből indul ki, addig a koppenhágai értelmezés a klasszikus fogalmakban írható dolgokat és folyamatokat, vagyis a tényeket tekinti a fizikai értelmezés alapjának.”¹⁶ Azonban maga Heisenberg is elismeri azt, hogy a klasszikus fizika fogalmi apparátusa nem megfelelő a mikrovilág jelenségeinek leírására, a kvantummechanikai „tények” pedig —

¹⁴ N. Bohr: Atomfizika és emberi megismerés. Gondolat, 1964. 133. old.

¹⁵ Heisenberg: Válogatott tanulmányok. Gondolat, 1976. 53. old.

¹⁶ I. m. 155. old.

amelyek esetükben fizikai értelmezés alapjául szolgálhatnak — a határozatlansági relációk értelmében indetermináltak és — mint feltételezik — nem rendelkeznek a megfigyelőtől független léttel sem.

4. A kvantumelmélet koppenhágai értelmezésének bírálatai

A kvantummechanika fejlődése újabb megoldások kialakítását tette szükségessé a fenti kérdések kapcsán. Bohr és Heisenberg elméletei óta új elképzelések is születtek, amelyek jöhetnek nem általánosan elfogadottak, de közös mozzanatként jellemzőjük a pozitivistá szemlélettel való szembefordulásuk. A koppenhágai értelmezés bírálói között fizikusok és filozófusok egyaránt felsorakoztak, különböző érvelésekkel.

Sajátos megoldási javaslata található a felmerülő problémáknak a fizikusok egy neves képviselőiből álló csoportjánál. L. De Broglie, D. Bohm, J. Vigier és mások lényegében véve átveszik a koppenhágai értelmezésből a kísérletek értelmezését, azaz nézeteik fizikai tartalmát. Nem értenek viszont egyet a belőlük levont idealista, agnosztikus, indeterminista következtetésekkel. A fenti fizikusok a mikrorészecskéket mint objektív létezőket kezelik, és véleményük szerint a határozatlanság ún. „rejtett paraméterek” feltételezésével megszűnik. L. De Broglie, D. Bohm és J. Vigier ezzel az álláspontjukkal tulajdonképpen a determinizmust, a kvantumelmélet determinisztikus értelmezését állítják szembe a koppenhágai értelmezéssel. Ugyanakkor lemondást jelent az általuk adott megoldás a kvantummechanika valószínűségi értelmezéséről, mert szerintük a valószínűségi értelmezés egyenértékű a mikrovilág törvényei objektivitásának tagadásával.

Nézeteinek lényegét L. De Broglie a következőképpen summázta: létezik egy „...teljesen determinált valóság... amely szemünk elől rejtett, vagyis kísérleti megfigyeléseink alók kibúvó „mennyiségek” segítségével tér- és időbelileg leírható.”¹⁷ Más helyen pedig a következőképpen fogalmaz: „...minden részecske és az azt hordozó hullám az észlelhető mikrofizikai világban, hogy úgy mondjuk, kiemelkedik a szubkvantumozközegnek, ennek az óriási rejtett energiatarifálnak a „felületére”. Lehetséges, hogy az észlelhető részecskék viselkedése és kölcsönhatásaik, egymásba való átalakulási lehetőségeik, a fotonok képződése és eltűnése, mindez a szubkvantumozközegben rejtőző óriási lehetőségeknek a közvetve észlelhető mikrofizikai szinten megnyilvánuló eredménye.”¹⁸ D. Bohm érvelésének lényege pedig abban foglalható össze, hogy amennyiben létezik egy szubkvantum szint, a határozatlansági elv alapfeltételei ezen a szubkvantummechanikai szinten nem valósulnak meg.

A kvantummechanika koppenhágai értelmezésének bírálói kihangsúlyozzák azt is, hogy semmiféle elméletet nem szabad feltételnek, egyszer és mindenkorra véglegesnek tekinteni. Ha a határozatlansági elveket nem abszolútizáljuk, hanem feltételezzük, hogy „...csak jó közelítést nyújt és azt is csupán abban a korlátolt tartományban, amely nagyjából a kvantumelmélet jelenlegi alapjának alkalmazhatósági területét öleli fel, akkor hely marad új típusú és új tartományokban érvényes oksági törvények számára.”¹⁹

Más oldalról közelíti meg a problémákat a fizikusok Einstein, Laue és Schrödin-

¹⁷ L. de Broglie: Idealista marad-e a kvantumfizika? (Idézi: Hollitscher: A természettudományos világkép.) Gondolat, 1971. 180. old.

¹⁸ L. de Broglie: Válogatott tanulmányok. Gondolat, 1968. 316. old.

¹⁹ D. Bohm: Okság és véletlenség a modern fizikában. Gondolat, 1960. 100. old.

ger által képviselt csoportja. Közülük Shrodinger a részecskék hullámtermészetét abszolútizálja, és nem a „részecskéknek, hanem a hullámoknak tulajdonít objektív realitást”. E csoport képviselői nem értenek egyet azzal a feltételezéssel, hogy a kvantumfizika csak a megfigyelés aktusára vonatkozik. Véleményük szerint a fizikai kutatások alapjául szolgál egy olyan világ feltételezése, amelyet a kutató nem magától, amely nélküle is, tőle függetlenül is létezik. A koppenhágai értelmezés viszont éppen ezt nem veszi figyelembe és ezért nem teszi lehetővé az atomi folyamatok lényegének megértését.

Sajátos módon áll szemben a koppenhágai iskola akauzális felfogásával M. Planck, szerinte „...a determinizmus értelme itt kissé másféle, mint ahogy korábban a klasszikus fizikában megszoktuk. Ott a konfiguráció volt determinált, itt a kvantumfizikában pedig az anyaghullámok a determináltak.”²⁰ Az oksági kapcsolat lényegének kérdését pedig nem lehet véglegesen megoldani, csupán hipotézisek dolgozhatók ki, amelyek a kor ismeretszintjének megfelelőek. Mindazonáltal M. Planck gnoszeológiai oksági elvet fogalmaz meg akkor, amikor azt tartja, hogy „valamely esemény kauzálisan akkor meghatározott, ha biztonsággal előre jelezhető”.²¹ Majd pedig leszögezi, hogy „Egyetlen esetben sem lehetséges egy fizikai eseményt pontosan megmondani előre.”²²

A koppenhágai értelmezés filozófiai, a dialektikus materializmus alapján álló bírálatát adja a szovjet filozófusok Blohincev, Alexandrov stb. által képviselt csoportja, annak fizikai, kvantummechanikai tartalmát elfogadva. Kimutatják, és cáfolják a koppenhágai értelmezés pozitívista, idealista tartalmát. Heisenberg maga nem fogadta el Blohincevék érvelését, nézeteinek dialektikus materializmus oldaláról történő bírálatát, mivel szerinte: „Nem várhatja el senki, hogy mindazoknak a gondolkodóknak, akik több mint száz év előtt bevezették a dialektikus materializmust, előre kellett volna látniuk a kvantumelmélet fejlődését. Az anyagból és a valóságból alkotott fogalmaikat nem szabhatták a mai kifinomodott technikánkhöz.”²³ írta egyáltalában nem meggyőzően érvelve. Heisenberg fenti sorai azt tanúsítják, hogy a dialektikus materializmus meglehetősen felszínesen ismerte, lényegét pedig egyáltalán nem értette meg, és nem értette meg Blohincevék felvetésének lényegét sem.

Blohincevék érvelésében fontos szerepet kaptak a kvantummechanika törvényei, amelyek statisztikus törvények, a sokaságok tulajdonságait fejezik ki, és nem az egyedi részecske viselkedését írják le. A határozatlanság szerintük éppen ezeknek a törvényszerűségeknek az egyedi mikrorészecskékre való alkalmazásából adódik.

A koppenhágai értelmezésnek szintén a dialektikus materializmus talaján álló, de Blohincevétől eltérő érveket felsorakoztató bírálatát adja Fok akadémikus. Fejtegetései során a determinizmus és az okság egyetemességéből indul ki, ebből következően a mikrovilág objektumai is determináltak, a mikrorészecskék, a mikrofolyamatok sem oknélküliek, tehát a valóságnak ezen a területén is érvényesül az okság. A határozatlanság Fok akadémikus véleménye szerint abból adódik, hogy a külső feltételektől függően a részecske vagy hullám-, vagy korpuszkulaként viselkedik. Határozottan fellép a valószínűségi törvények elvetésére épülő értelmezésekkel szemben, ugyanis véleménye szerint „Ha a természetre rá akarjuk kényszeríteni a természet-törvények determinisztikus alakját és az általánosabb valószínűségi törvények lehetőségét... elvetjük, ez arra mutat, hogy nem a természet tapasztalatilag adott tulaj-

²⁰ M. Planck: Válogatott tanulmányok. Gondolat, 1965. 103. old.

²¹ I. m. 180. old.

²² I. m. 181. old.

²³ Heisenberg: Válogatott tanulmányok. Gondolat, 1976. 150. old.

donságaiból indulunk ki, hanem bizonyos dogmákból.”²⁴ Annak a körülménynek pedig, hogy a mérési eredményeket nem tudjuk előre teljes bizonyossággal, nagy elvi jelentőséget tulajdonít — a hullám-részecske dualizmussal kapcsolatos természettörvény kifejeződésének tekinti. Elfogadhatónak tartjuk az ebből kiinduló konklúzióját: a mikroobjektumok világában le kell mondani a klasszikus determinizmusról és ez a kauzalitás elvének újrafogalmazását teszi szükségessé. A kauzalitás elvének általa adott újrafogalmazása értelmében „...ez az elv közvetlenül a valószínűségekre vonatkozik, nem pedig a ténylegesen bekövetkező vagy bekövetkezett eseményekre.”²⁵

Nem hagyhatjuk említés nélkül Omeljanovszkij álláspontját sem, aki szintetizálni igyekszik Blohincev és Fok akadémikus érveit és ugyancsak a dialektikus materializmus oldaláról a koppenhágai értelmezés átfogó bírálatait nyújtja,²⁶ és szerinte a kvantummechanika a lehetőség és valóság objektív létét igazolja.

A kvantumelmélet filozófiai értelmezése kapcsán kibontakozott széles körű vitának különös jelentőséget ad az, hogy a felvetett kérdések megoldása nem csupán filozófiai jelentőséggel bír, hanem a kvantumfizikát tartalmilag is érinti, befolyásolja továbbfejlődésének közeli és távolabbi perspektíváit is.

A kvantumelmélet koppenhágai értelmezésének bírálata ma sem tekinthető lezártnak, végérvényesen megoldottnak. A modern kvantumfizika legújabb eredményei kapcsán ismételten felütik fejüket Heisenberg nézeteivel rokonnak mondható elképzelések, és éppen a kvantummechanika fejlődése mutatta meg egyik vagy másik megközelítési mód helyességét, és a további kutatási eredmények fogják az ismételten jelentkező idealista, indeterminista interpretációk tudománytalan mivoltát bizonyítani. A jelenlegi eredmények azt látszanak igazolni, hogy olyan „rejtett paramétereket”, amelyeket Bohm-ék feltételeztek, mind ez ideig nem találtak, viszont egyre több olyan eredmény született, amely a kvantumelmélet dialektikus materialista interpretációját támasztja alá. Éppen ezért egyre inkább fokozódik a dialektikus materializmus talajáról folytatott felvetések jelentősége, és ezzel egyidejűleg szorulnak háttérbe a „rejtett paraméterekkel” operáló érvelések.

Heisenbergék nézeteinek vizsgálata és értékelése során nem hagyhatjuk figyelmen kívül azt sem, hogy filozófiai felfogásuk nem homogén. Ez az inhomogenitás magán az iskolán belül is, de egyes képviselőik nézeteiben is kimutathatók. A fentiekben vázolt gondolatmenetük ennek megfelelően csak egy általános sémát jelent, a koppenhágai iskola egyes képviselői bizonyos kérdések kapcsán némiképpen eltérő álláspontokat fogadtak el. Így pl. közülük P. Jordan nézetei inkább a szubjektív idealizmus felé, míg Born elképzelései — különösen munkássága késői szakaszában — az objektív idealizmus felé hajlik. Bohr esetében viszont egy olyan törekvés mutatkozik meg, hogy mindezekben felülemelkedjen. Látnunk kell továbbá azt is, hogy talán csak Jordan kivételével, mint neves természettudósoknál materialisztikus megnyilvánulások is találhatóak, és azt sem hagyhatjuk figyelmen kívül, hogy maga Heisenberg is munkássága késői szakaszában egyre inkább az objektív idealizmus álláspontjára tér át. Esetében azt jelenti ez, hogy míg korábbi periódusában a mikrorészecskék objektív létezését is kétségbe vonta, addig például a Budapesten elhangzott előadásában Platon filozófiai nézetei mellett tört lándzsát: „Ha tényleg komolyan akarjuk venni az összehasonlítást az antik filozófiával, ... akkor azt mondhatjuk, hogy a mai fizika

²⁴ N. Bohr: Atomfizika és emberi megismerés. Gondolat, 1964. V. Fok: Utószó. 157. old.

²⁵ I. m. 170. old.

²⁶ М. Э. Омеляновский: Философская эволюция копенгагенской школы физиков. Вестник академии наук СССР. 1962/9.

észrevehetően elmozdult Démokritosztól Platon irányában.”²⁷ Heisenberg nézeteinek értékelése során lényeges mozzanatként kell számolni azzal, hogy filozófiai elképzelései és természettudományos tevékenysége nincs minden esetben és minden vonatkozásban összhangban. Természettudományos kutatói tevékenysége során elismeri az általa vizsgált jelenségek objektív létezését, mint ahogyan I. V. Kuznyecov megállapította: „Midőn Heisenberg felállította az „anyag egyenletét”, amely esetleg lehetővé teszi, hogy az ismert elemi részecskék minden tulajdonságát egységesen fejtszük ki, nem Platon idealista nézeteinek követőjeként járt el, hanem mint igazi természettudós.”²⁸

A koppenhágai értelmezés képviselői minden különbözőségük ellenére megegyeznek abban, hogy nézeteik egyöntetűen a dialektikus materializmus nemismerését, nemértését, vagy csak nagyon felszínes és hiányos ismeretét tükrözik. A materializmus-sal való szembefordulásuk így ténylegesen annak metafizikus formája elleni fellépésüket jelenti, indeterminizmusuk filozófiailag a metafizikus, mechanikus determinizmus korlátaira épül.

Indeterminista, pozitivista nézeteikben tehát azonosul a determinizmus a laplace-i determinizmussal, az pedig az okság metafizikus felfogásával. Heisenbergék okságon, okozatiságon a jóslhatóságot, az előreláthatóságot értik. Azt jelenti ez náluk, hogy „ha ismerjük a jelent, ki tudjuk számítani a jövőt”. Ilyen értelmű meghatározottság csak a klasszikus mechanika területein érvényesül, amikor a mozgásban lévő mechanikai objektum koordinátáinak ismeretében előre ki tudjuk számítani annak jövőbeli állapotait. A mikrorészecskék hely- és impulzuskoordinátái — a Heisenberg-féle határozatlansági elv értelmében — azonban nem határozhatók meg egyidejűleg tetszőleges pontossággal. Ez azonban semmiképpen sem jelentheti azt, hogy a mikrorészecskék indetermináltak, oknélküliek, csupán csak azt jelenti, hogy a mikrovilágban a determinizmus sajátos, a makrovilágban érvényesülőltől eltérő módon realizálódik. A determinizmust egyetlen determinációs formára redukálni, bármely természettudományos törvényt feltétlenné, abszolút érvényűnek tekinteni szintén metafizikus eljárás.

Maguk Heisenbergék is elismerik azt, hogy a kvantummechanikában is érvényesülnek törvényszerű összefüggések, statisztikus jellegű, valószínűségi törvények. A determinizmus dialektikus materialista felfogása szerint a valószínűségi törvények a determinációs formák egyikét, sajátos megnyilvánulását jelentik. Sajátos természetükből adódóan a statisztikus törvényszerűségek a sokaság viselkedését írják le, és a konkrét egyedi esetekre nem adnak pontos információt. Ez viszont nem jelenti azt, hogy az egyes mikrorészecskéknek, azok változásainak nincs oka. Filozófiailag és ismeretelméletileg nem az a lényeg — állapította meg Lenin —, hogy „milyen pontosságra tettünk szert az oksági összefüggések leírásában”, hanem az, hogy „mi ezen összefüggések megismerésének a forrása”.²⁹ Leninnek ez a megállapítása a kvantummechanikára is érvényes. Tartalmilag az adott esetben ez azt jelenti, hogy nem az a lényeg, hogy meg tudjuk-e tetszőleges pontossággal határozni a mikroobjektumok hely- és impulzuskoordinátáit, hanem az, hogy létrejöttük, változásaik nem előzmény nélküli, hogy mozgásukban, változásaikban törvényszerűségek érvényesülnek, a makrovilágban végbemenő folyamatokhoz viszonyítva sokkal nagyobb szerepet játszanak a környezetükkel realizálódó véletlen kölcsönhatásaik — ezek által együttesen determináltak. Hogy tehát az okság és a véletlen összefüggések a szubatomáris

²⁷ Heisenberg: Válogatott tanulmányok. Gondolat, 1976. 237. old.

²⁸ I. m. 12. old.

²⁹ Lenin: Művei. 14. kötet 160. old.

folyamatokban is együtt, elválaszthatatlanul realizálódnak és nem állíthatók egymással szembe.

A Heisenberg-féle határozatlansági elv egyike a természettudományos törvényeknek, és mint ilyen természetesen meghatározott érvényességi körrel rendelkezik, reális fizikai tartalommal bír. A kvantummechanika valószínűségi törvényeivel együtt arra enged következtetni, hogy a kvantummechanikai mozgás területén sajátos, a klasszikus mechanika objektumainak meghatározottságánál bonyolultabb determinációs formák realizálódnak. Kifejezik ezek a törvényszerűségek továbbá azt is, hogy az anyagi világ szubatómáris szintjein a makrovilágétól eltérő módon valósul meg az anyag ellentmondásos természete is, amikor a mikroobjektumok egyesítik magukban a hullám- és korpuszkuatermészetet. A határozatlansági elvek mindezek alapján azt fejezik ki, hogy a határozatlanság a „... mérési eredményekben van — tehát az objektumnak a makroszkopikus környezetével való kölcsönhatásaiban — nem pedig magukban a dolgokban, ahogyan azok a makroszkopikus műszerekkel való kölcsönhatás nélkül viselkednének.”³⁰ Fizikai tartalmuk és filozófiai jelentőségük megértése pedig dialektikus materialista interpretációjuk alapján lehetséges, mint ahogyan ezen az alapon utasíthatjuk el a kvantummechanika idealista értelmezéseit is. A fizika újabb eredményeihez kapcsolódó problémák megoldásában Leninnek a Materializmus és empiriokriticizmusban megfogalmazott elméleti és módszertani megállapításai ma is nélkülözhetetlenek. A mai fizika továbbfejlődése a filozófiával való egyre mélyebb kapcsolatát implikálja. Természetesen nem közömbös a fizika számára sem az, hogy milyen filozófiai alapokon bontakozik ki. Ezért tartjuk fontos feladatnak a dialektikus materializmus egyes tételeinek, de egészének is olyan továbbfejlesztését, amely alkalmassá teszi arra, hogy nem csupán a mai fizika, hanem a mai természettudományok elméleti és módszertani alapjaként funkcionálva adjon választ az újonnan felmerülő problémákra.

Надьнэ Эржебет Крайко

АКТУАЛЬНОСТЬ ЛЕНИНСКОЙ КРИТИКИ ФИЗИЧЕСКОГО ИДЕАЛИЗМА

Статья рассматривает главные черты развития современной физики, а также примыкающие к ним идеалистические и метафизические взгляды. В работе показывается, что при подходе к современным вопросам и в критике современного физического идеализма нельзя пренебречь теоретическими и методологическими основными принципами, сформулированными В. И. Лениным. На этой основе статья анализирует подлинное содержание неопределенных реляций В. Гейзенберга и относящиеся сюда идеалистические и метафизические взгляды.

Автор показывает эволюцию копенгагенской физической школы и подвергает критике ошибочные философские взгляды представителей этой школы.

³⁰ M. Bunge: Az okság. Gondolat, 1967. 406. old.

