

A MIKROFIZIKAI ANTIMATERIALIZMUS FORRÁSAI

H A A S A N D R Á S

1. BEVEZETÉS

A mai mikrofizika kialakulása meghatározott filozófiai talajon történt, és e fizika kétségbevonhatatlan sikerei olyan filozófiai általánosításokra vezettek, melyek a tudományos közvéleményt még ma is jogosan foglalkoztatják.

Feltételezhető-e, hogy ezek a filozófiai megfontolások a társadalmi valóságtól tökéletesen elszigetelt, abszolút igazságokból eredtek? Elképzelhető-e a középkor filozófiája a feudális egyház, a felvilágosodás filozófiája pedig a születő polgári társadalom nélkül? Ahogy e korok filozófiai irányzatai a saját társadalmi viszonyait „tudományosan” törekedtek igazolni, úgy a mai polgári társadalom filozófiai törekvései is osztály-jellegűek. E törekvések — az egzakt természettudományok eredményeire hivatkozva — a létérdekeiket veszélyeztető materializmus tagadására és egyes tudományterületek idealista kisajátítására irányulnak. A tudományos teljesítmények magas polgári társadalmi elismerésének jelentős feltételét képezi — a tényleges teljesítményeken felül — a materialista filozófiával való szembenállás. E filozófiai tanok széles körű propagálására a magas díjakkal, így a Nobel díjjal való félmjelzés eredményes módszernek bizonyult.

Így jelenti ki Wigner, a polgári társadalom által ráruházott tekintély emelvényéről, a természet és a materializmus állítólagos konfliktusáról szólva: „A materializmussal szemben nem az a fő érv, . . . hogy *összeegyeztethetetlen* a kvantummechanikával. A fő érv az, hogy a gondolkodás folyamata s a tudat az *elsődleges* fogalmak, hogy amit a külvilágról tudunk az a mi tudatunknak a tartalma, s hogy ezért a tudat létezése nem tagadható.” (1. 227) E polgári gondolkodók szerint a külső objektív világ rendje helyébe az ember tudata, belső világa és intuíciója lép. Ez az elv újból kinyitja a kaput a felvilágosodás óta a természettudományokból kiszorult, egy irracionális világ létezését hirdető idealisták előtt; olyan teológusok tanai előtt, akik ma kijelentik: „Az atomfizika megcáfolta az oksági összefüggés törvényét. Csakis a hit törvénye marad meg. Most a tudomány segít nekünk hinni . . . Az atomenergia terén folytatott kutatások nem idegenek a kereszténységnek; ezek a kutatások erősen érvelnek a mindenható mellett . . .” (2. 233)

Az antimaterialista Heisenbergnél a következő jellemző fejtegetések olvashatók: „Szerintem . . . nem volna szabad objektív és szubjektív részre választani a világot, ezt nagyon is önkényes eljárásnak érzem. Az a tény, hogy a vallások minden időkből képesek, hasonlatokban és paradoxonokban fejezik ki magukat, csak annyit jelent, hogy nem lehet más eszközökkel megragadni azt a realitást, amelyre vonatkoznak. De ez nem jelenti azt, hogy az nem valódi realitás. És nem jutunk messzire, ha a *valóságot* objektív és szubjektív részekre választjuk szét. A fizika az utóbbi évtizedek során *bebizonyította*, mennyire bizonytalan az „objektív” meg a „szubjektív” fogalma, és ezzel igencsak

termékenyítő, *felszabadító* lökést adott gondolatainknak.” (20. 124) „Mert ne felejtjük el, mi okozza a legélesebb törést a tudomány és a . . . vallások szellemi rendszere között: az az elképzelés, hogy az objektív világ térben és időben szigorúan meghatározott oksági törvényeknek engedelmeskedik. Ha a tudomány túllép ezen a szigorú meghatározáson . . . , akkor még egyszer meg kell változnia a tudomány és a vallások nézetek közti kapcsolatoknak.” (20. 120) Ez nyílt zászlóbontás a természettudományok és a vallás egybeolvasztása mellett, mégpedig azon az alapon, hogy az így beállított mikrofizika is – csakúgy mint a vallás – csak szimbolikusan létező objektumokkal foglalkozik.

A mikrofizikához kapcsolódó antimaterialista filozófiai tendenciák miatt szükséges – anélkül, hogy a szakmai matematikai-fizikai részletekben elvesznénk –, hogy néhány a mikrofizikában esetleg fölöslegesnek tűnő alapigazságot kategorikusan leszögezzünk. Ezek ugyanis lehetővé teszik egyrészt, hogy a fáktól azért lássuk az erdőt, másrészt, hogy a feketére ne lehessen ráfogni, hogy fehér, és hogy természettudományos világtétekintélyek ex-katedra kijelentései ellenére is világossá váljon, hogy ténylegesen mit követel a materializmus, és mivel *nem* egyeztethető össze. Ezen felül szükség van az antimaterialisták kiindulópontjának: a *komplementáris dualitásnak*, mint az irracionalizmus forrásának az átértékelésére is. Ennek megkísérlése jelen tanulmányunk egyik fő célkitűzése.

Heisenberg a kvantumelmélet kritizálóirol magabiztosan kifejti (9. 139): sok kísérlet történt a kvantumelmélet értelmezésének bírálatára és más olyan értelmezéssel való helyettesítésére, amely jobban illeszkedik a klasszikus fizikához és a materialista filozófiához, de ezek a próbálkozások sikertelenek maradtak. E kísérletek első csoportja az absztrakt értelmezést elfogadja, de megpróbál változtatni az alkalmazott filozófián és nyelvezeten. A második csoport is elfogadja az absztrakt értelmezést, és csupán néhány kritikus pontban kíván változást. A harmadik csoport, ahova Einstein is tartozik, az absztrakt értelmezéssel szembeni általános elégedetlenségének ad hangot anélkül, hogy konkrét ellenjavaslatot tenne. Az absztrakt mikrofizika hívei ilyen önelégült megjegyzéseken felül a szemléletes mikrofizikát is tagadják: a szemléletességet – ami az anyag egyik objektív tulajdonsága – a szemlélhetőséggel összezavarva, gondolati béklyóként szinte lelkesedéssel hajtják félre. Nem kívánják tudomásul venni, hogy az anyag – ha torzultan és határozatlanul is – de mindig szemléletes módon jelenik meg tudatunkban, még akkor is, ha közvetlenül nem minden állapotában szemlélhető. Az olyan virtuális „anyag”, ami már elvileg sem szemléletes, legfeljebb a teológia világában „létezik”.

Amire nézetem szerint itt szükség van az, hogy a tarthatatlan általános filozófiai elveken túl az absztrakt értelmezés alapját képező konkrét érvekkel és fizikai elvekkel *fizikai szinten* is tételesen vitatkozzunk, és ne elégedjünk meg ezek pusztá cáfolatával. Meg kell kísérelnünk legalább plauzibilitási alapon felvázolni a mikrofizika materialista értelmezéséhez vezető elveket és megmutatni, miért lehetett irracionális filozófiai feltevések alapján mégis sikeres fizikai elméletet alkotni, és ugyanakkor, hogy a siker miért nem igazolja e feltevéseket. Így még nem jutunk ugyan el egy új, materialista mikrofizikához, csupán az absztrakt elmélet jogosulatlan filozófiai általánosításai által eltorlaszolt utat tehetjük szabaddá a kutatás számára, ami önmagában nem lenne kis teljesítmény.

Nem célja e vitacikknek a fizikai idealizmus és a pozitivizmus mibenlétének és a mikrofizikában játszott szerepének általános átfogó-igényű és mélységű filozófiai taglalása, azt előttem már bőségesen elvégezték (2) (7) (8). Egyébként is a filozófia és fizika

határterületén épült szellemi „várat” csak a filozófia talajáról közelítve nem lehet „elfoglalni”. Nem célom továbbá a determinizmus kontra indeterminizmus vitának folytatása sem, ami nézetem szerint a kérdést, akaratlanul vagy célzatosan, holtvágányra terelte, mert a determinizmus és az indeterminizmus fogalmai nem eléggé szétváló, sokrétű és bonyolult kategóriákat takarnak, amibe egy ilyen vita csak belefűlledhat a döntés reménye nélkül. E nézetemmel nem állok egyedül (7. 90). Egy mozgásegyenlet, illetve létező pályagörbe akkor egyértelműen determinált, ha a kezdőfeltételek is azok. Ha a kezdőfeltételek véletlenek, akkor ugyan a pálya létezik, de előre nem jövendölhető meg, ami egyféle materiális indeterminizmushoz vezet. Végül, ha se a pálya, se a kezdő feltételek „nem léteznek”, akkor az indetermináltság intrinzikus, mint azt az absztrakt mikrofizikában feltételezik. Ha ezek mellett a pálya létezését a fizikai determinizmus hatókörébe soroljuk, a valószínűségek alkalmazását pedig az indeterminizmuséba, úgy kész a feloldhatatlan gordiusi csomó.

A mikrofizikai materializmus és antimaterializmus kérdését ezért olyan sokkal egyszerűbb fizikai fogalmak vonalán kell vizsgálnunk, mint a részecske és pályájának materiális létezése. E választott irány relevanciáját szerintem Bungénak (6) a komplementaritást leleplező megállapításai világítják meg, amikor absztrakt mikrofizikai véleményekből idéz: „A 'részecske' és a 'hullám' kifejezések sem materiális objektumokat, sem ilyenek tulajdonságait nem jelölik; mert nincs ontológiai létezésük, csupán kísérleti létük van” . . . „metafizika volna feltételezni, hogy a mért mennyiségek mögött, illetve ezeken kívül valami más is létezne”. „A mikrofizika nem a létező és megfigyelhető objektumokról, hanem csupán kísérleti elrendezésekről szól” . . . „a szubjektum és objektum közti elavult megkülönböztetés érvényét veszti . . . helyébe a kettő szétválaszthatatlan keveréke kerül” stb. A reálisan létező világgal szemben a szubjektív tudat elsőbbségét hirdető természettudósok számítása világos: ha nincs objektív materiális világ, ha a részecske és a hullám nem objektív realitás, úgy e mutatvánnyal a materializmus is eltűntethető. Fogarasi (7. 30) Bower matematikus hasonló nézeteit idézi: „Harminc év óta vagyunk tanúi a külvilág fogalma fokozatos szétrombolásának. A filozófusoknak azt a kérdést szeretném feltenni: a külvilág elvesztése vajon olyan nagy veszteség számukra?”

Vannak, akik a pálya létezésének követelményét, helytelenül, azzal a mechanikai materialista világképpel azonosítják, melyet már Maxwell is túlhaladott. Ha a tömeget ismernék el a részecske egyetlen tulajdonságának, úgy e vád jogos lenne. A részecskéről azonban ma már tudjuk, hogy a tömegen felül számos olyan egyéb tulajdonsággal is bír, melyek ugyan a materiális pálya létezését nem szüntetik meg, de a pusztán mechanikai leírást és a hozzá tartozó elavult világképet szűkké teszik.

2. A MATERIALISTA TERMÉSZETFILOZÓFIA ALAPELVE

Egyes mikrofizikai tekintélyek antimaterialista nézeteinek széles körű elfogadása és dogmává válása miatt e dogmák által kétségbe vont triviális alapelveket meg kell ismételnünk.

A körülöttünk levő világ fizikailag létezik. Ezt a létezést és ennek fizikai törvényeit mindenki objektív úton egyformán tapasztalhatja. Az is kétségbevonhatatlan, hogy a világ és benne a Föld már akkor is megvolt, amikor ember még nem létezett rajta. Így emberi

tudat, mely azt mérés által megismerhette volna még nem létezhetett. A mikrovilág és objektív törvényei, mint e világ építő elemei az emberi tudat megjelenését megelőzően is léteztek. A világ és annak objektív mikro- és makrotörvényei tehát a tudatunktól függetlenül léteznek. Következésképpen, mivel a mikrovilág és annak objektív törvényei a materiális világ részeit képezik, Wignerrel és eszmetársaival szemben először is kategorikusan meg kell állapítanunk, hogy valótlan az az állításuk miszerint ez a világ ellentmondana a materializmusnak, és a tudatunktól függetlenül is létező világgal szemben a tudatnak a szerepe elsődleges volna. Másodsor valótlan Wignernek az a beállítása, hogy a materializmus a tudat létezését valaha is tagadta volna, hisz ez egyenlő volna annak tagadásával, hogy a tudatot hordozó ember is a materiális világ részét képezi. A tudat és a létező világ szembeállítása tehát csak antimaterialista kortesfogásnak tekinthető. Wigner további kijelentése (I. 242): „Meddő dolognak látszik valamely anyagi objektum létezéséről elmélkedni, ha azt az ember nem veheti kezébe, nem ragadhatja meg, amikor neki tetszik” – téves elképzelést tükröz, hisz sem a mikro-, sem a makrorendszereket nem mindig vehetjük „kézbe”, még átvitt értelemben sem. Például egy távoli bolygót közvetlenül nem mindig tudtunk megfigyelni, de az általa okozott, tudatunktól függetlenül létező zavarásból nem volt meddő dolog létezését kiszámítani.

3. A MÉRÉS ÉS A MATERIÁLIS VILÁG

Láttuk, hogy a jelenlegi mikrofizikához kapcsolódó filozófiai felfogás a mikro-részecskéknek mint a materiális világ részeinek létezését tagadja és e kérdés feszegetését metafizikának minősíti. Így – a mért objektum és a mérő személy tudatának egybeolvasztása alapján – a mikrofizika filozófiáját, az objektív valóságnak hátat fordítva, fizikán kívüli kívánságok és célok szerint lehet kialakítani.

Ezért a méréssel kapcsolatban is néhány triviális megállapítást le kell szögeznünk.

A tudatunktól függetlenül létező materiális világról közvetlen vagy közvetett észleléssel, e világ fizikai törvényeiről mérésekkel és spekulatív, elméleti úton szereshetünk tudomást. A világ és törvényei azonban nemcsak a tudatunktól, de a mérésektől is függetlenül léteznek.

A mérőeszköz a materiális világ objektív része, a mérendő tárggyal fizikai kölcsönhatásba lépve tájékoztat valami számszerű összefüggésről.

Le kell szögeznünk, hogy jelenleg még makroszkopikus axiomatikus méréselméletünk sincs, mely – függetlenül a mérőeszköz és mérendő paramétereinek nagyságától – általános elvekkkel szolgálna a mérési kölcsönhatás okozta összes változáshoz és torzítatlan mérési-eredmény objektív értelmezéséhez. Ez utóbbihoz először is fizikai paramétereivel specifikálni kellene a mérendőt, valamint a mérőműszerből és megfigyelő személyből álló információs csatornát. Másodsor le kellene tudni írunk az összetett rendszer *valamennyi* paraméterének irreverzibilis megváltozását a mérési kölcsönhatás folyamán. Harmadsor meg kellene adnunk a helyes mérési eredményt az összes leíró paraméter és a torzult leolvasott érték függvényében. A szignifikancia vizsgálatnak csak ezután szabadna érdemben következni szemben a mai gyakorlattal, amikor a priori kiválasztott, egy-két paraméterre korlátozott és a peremek tekintetében túlegyszerűsített leírást alkalmaznak, ami

nem teszi lehetővé a széles körű szigorú szignifikancia vizsgálatot, és ezért azt általában el sem végzik.

Ez az igényes program azonban már az összetett rendszer paraméteres specifikációjánál megbukik, mert a megfigyelő érzékelőszervének, mint biofizikai rendszernek matematikai specifikációja ma még nem megoldott. Ezért a makroszkopikus mérésbe is szubjektív határozatlanságok kerülnek, melyek csak statisztikailag kezelhetők.

A mikrofizikai idealisták számára a szigorú méréselmélet hiánya alkalmasnak bizonyult pozitivistá filozófiai manővereikhez. Ezek lényege: az objektív mérőeszköz és a megfigyelő szubjektív tudatának egybeolvasztása, valamint a mérendő tárgy objektív létének, az objektum és a szubjektum közti különbségnek tagadása.

Fogarasi (8. 443) világosan kifejti: „Ha mérőeszközök segítségével méréseket eszközölünk, úgy ez mint tudományos tevékenység szubjektív, de ez nem teszi a mérőeszközt szubjektívvá vagy szubjektummá.” A mérési információt közvetítő hírcsatorna melyik eleme szubjektív tehát? A mérendő, a mérőműszer, sőt még a megfigyelő biológiai érzékelői, melyek a materiális világ fizikai és biofizikai elveken működő részét képezik – objektív, materiális valóságok. Ugyanezt nem állíthatjuk a megfigyelő tudatáról, hisz ez a mérési információt, vagy általában az információt korábbi benyomások alapján, tehát szubjektíve értékeli. Például egy szuahéli nyelvű mondatot a fizikailag létező hírtávívó csatorna, illetve berendezés a fellevő füléhez továbbítja. A fül mint biofizikai elven működő jelátvivő az objektív hírcsatornához tartozik az esetleges torzításaival együtt, mert rajta az átvitt jelek objektíve kimutathatók. Ha azonban a fellevő személy tudatából a szuahéli nyelv szavainak jelentése hiányzik, úgy a kapott objektív jelekből formált mondatot valami határozatlan és értelmetlen hangzavarnak értékeli, mert a tudatbeli kép a kapott jelekkel szemben szubjektív. Tehát a szubjektív tudat az objektumtól élesen elkülöníthető. Ezen a megfigyelt objektum milyensége nem tud változtatni. A mérendő mikroméretétől és a mérési bizonytalanság megnövekedésétől az információs csatorna és a tudat nem fog összeolvadni. Akár makroszkopikus, vagy akár mikroszkopikus a mérendő, a mérési kölcsönhatás azt többé-kevésbé megzavarja. Valóban csak a megzavart állapotú részecskét tudjuk megfigyelni. Ez a torzulás azonban sem a tömeggel rendelkező részecske létezését, sem azokat a tudatunktól független természeti törvényeket, melyeknek a részecske mérési zavarás nélkül alá van vetve nem változtatja meg. Ez azt jelenti, hogy ha valóban létezik a részecske, és a részecske a kiterjedt terének pontszerű szingularitása, úgy e szingularitásnak egy időpontban a tér–idő valamely helyén kell tartózkodnia. Az az állítás, hogy ez a szingularitás, bár létezik, de sehol sincs, illetve egyidejűleg több helyen van, a részecske létezésével összeegyeztethetetlen. Egymást követő időpontokban a részecske a tér–idő különböző meghatározott helyein lehet. Két időpont közti átmenetnek folytonosan **kell** történnie, mert ellenkező esetben a mozgás csak szakadásos görbén történhetne. Véges szakadás esetén nulla idő alatti véges út miatt végtelen sebesség, iránytöréses szakadás esetén nulla idő alatti véges sebességváltozás azaz végtelen erő lépne fel; ezek azonban a valóságosan létező materiális világban nem fordulhatnak elő.

A mérési kölcsönhatás miatt a mozgást csak pontatlanul tudjuk követni, így a létező tér–időbeli pálya a tudatunkban torzul és határozatlan lesz. Határesetben ez a *tudatbeli határozatlanság* teljessé is válhat, azaz a lokális szingularitást egyáltalán nem tudjuk lokalizálni a tér tudati vetületében, ha mindent csak a megfigyelhetőségre teszünk fel és a spekulatív elemet, az elméleti következtetést a fizikai megismerés folyamatából kizárjuk.

A mérési kölcsönhatás okozta határozatlanság nem ad azonban jogot arra, hogy kijelentsük, hogy a részecskének a tér-időben egyáltalán nincs pályája, vagy hogy a részecske mint olyan nem is létezik.

Ezt a tényállást egy példán be is lehet mutatni. Mozogjon m tömegpont egy olyan a sugarú körpályán, mely pálya a középpontján átmenő, a kör síkjára merőleges egyenes mentén v állandó sebességgel mozog. A tömegpont eredő mozgása csavargörbe lesz: $x = a \sin \omega t$; $y = a \cos \omega t$; $z = vt$ pálya összetevőkkel.

Az y - z síkon a mozgás vetülete egy olyan hullámvonal, melynek hullámhossza, T periódusidővel, $\lambda = vT$. Ha v sebességet úgy választjuk meg, hogy $v = 4a/T$ legyen, úgy $\lambda = 4a$ lesz. Hangsúlyozni kell, hogy sem a sem λ nagyságára semmilyen kikötés nem történt.

Az a sugarú körpályával együtt mozgó megfigyelő a körpálya síkjából távolról y irányába nézve a jelenséget, $x = a \sin \omega t$ vetületi mozgást fog csak észlelni, melynek impulzusa $p = m \cdot a \cdot \omega \cos \omega t = p_0 \cos \omega t$.

Ha a megfigyelő a jelenséget a távolság miatt műszerrel kénytelen vizsgálni, a mérés objektív vagy szubjektív korlátozottsága miatt csak azt tudja megállapítani hogy a mozgás és az impulzus $+a$ és $-a$, illetve $+p_0$ és $-p_0$ korlátok közti periodikus jelenség. A hely határozatlanságára $\Delta x = 2a$, az impulzusára pedig $\Delta p = 2p_0$ értéket nyeri.

Mivel $\Delta x \cdot \Delta p = 4ap_0$, továbbá a de Broglie-féle hullámhossz, amit egy mechanikusan pulzáló részecske feltételezéssel nyert (10. 71): $\lambda = h/p_0$ és $\lambda = 4a$ -val $h = \lambda p_0 = 4ap_0$, ezért a klasszikus *határozott* pályán mozgó tömegpontra: $\Delta x \cdot \Delta p = h$ határozatlansági összefüggés nyerhető.

Azoknak, akik a pálya hullámhosszának és de Broglie hullámhosszának egyenlővé tételén megakadnak, fel kell hívnom figyelmét arra, hogy de Broglie az általa bevezetett hullám amplitúdójára és hullámhosszára, illetve ezek nagyságára semmilyen kikötést nem tett levezetésénél. Továbbá a korrespondencia elv szerint kis de Broglie-hullámhosszaknál a hullámmechanika a klasszikus mechanikába tartozik átmenni (12. 98). Tehát léteznek olyan pálya-paraméterek, melyekre ez a két hullámhossz egyenlő.

Ez is azt bizonyítja tehát, hogy más kategória a létező és határozott pálya és más az erre mérés által nyert határozatlan érték: továbbá, hogy ezek egymást – a példa tanúsága szerint – nem zárják ki.

A Heisenberg-féle határozatlansági elv bevett értelmezésének megcáfolásával jogos a kérdés, hogy mi is ennek *valódi értelme* és hol vannak a korlátai?

Tekintettel az ismeretlen mérvű mérési zavarásra, a mikrorészecskékről felállítható egy valószínűségi leírás, mely a pályára csak lehetséges értékeket ad meg. Ez a leírás azonban nem azonos egy megzavaratlan részecske tér-időbeli viselkedésével, ami egészen más kategória lévén nem tartozik egyáltalán határozatlan lenni – abban az értelemben, hogy pályája létezik, jóllehet azt előre, a kezdeti értékek ismeretének hiányában, megjövedölni nem lehet. Ha ez nem így lenne, és a részecske intrinzikusan határozatlanul viselkednék és ezért pályája sem létezne, mint ahogy azt a mai absztrakt mikrofizika állítja, úgy a mai mikrofizika követőinek az energia és a p_x, p_y, p_z, p_t energia-impulzus koordináták használatát is el kellene vetniök, hiszen ezek egy klasszikus pályagörbére lettek értelmezve: egy nem létező pálya esetén semmi értelmük sem volna. (10. 72) Ha viszont a határozatlanság eredete valamely fantom közeg részecskéivel való rendezetlen ütközésekre volna visszavezethető, mint a Brown mozgásnál a folyadékokban, úgy

a jelenlegi mikrofizika azért nem lehetne teljes, mert e közegről semmit sem képes mondani.

A határozatlansági összefüggés értelmezése körül a nézetek megoszlanak. Popper (5. 219–221) rámutat arra, hogy a határozatlansági elvnek több interpretációja olvasható. Az egyik szerint a hely és az impulzus egyidejű pontos meghatározása a mérés határozatlansága miatt hiúsul meg, a másik szerint a részecskének egyáltalán nincs pályája, vagyis a határozatlanság intrinzikus. A harmadik vélemény szerint a több mérésből adódó szórás, a negyedik szerint pedig az a tény, hogy egyetlen részecskén végzett mérés okozza azt a határozatlanságot, amit a határozatlansági összefüggés tartalmaz. Popper szerint a határozatlansági összefüggést kellő fénybe állítja az, ahogyan „a határozatlansági elv bajnokai” ezek közt az értelmezések közt „vacillálnak” (Popper kitételei).

A relativitás elmélete példa arra, hogy egy-két elvi jelentőségű mérési tapasztalathól kiindulva, spekulatív úton is helyes és átfogó fizikai leíráshoz lehet jutni a megfigyelhetőség előtérbe helyezése nélkül. A mérési bizonytalanság legfeljebb az ellenőrző méréseknél jut szerephez, de nem az elmélet felállításánál.

Ha esetleg valaki hiányolná a mikrofizikai méréselmélet sok helyen tárgyalt (11. 63) szakmai részleteinek értékelését, úgy meg kell mondani, hogy nincs értelme pl. a hullámcsomag mérés következtében történő ún. redukciójának kérdésébe külön belebonyolódni akkor, amikor azokkal a filozófiai alapokkal állunk vitában, amelyekre ezek a fogalmak épülnek.

4. A MIKRORÉSZECSKÉK FILOZÓFIAI PROBLÉMÁJA

A fizika és a filozófia a materiálisan létező mikrorészecskékkel nehéz és ma még teljesen nyitott kérdésekbe bonyolódott, mert olyasvalamiről akar leírást adni, amit csak hatásaiból ismer, de amiről tulajdonképpen nem tudja pontosan, hogy micsoda. A mikrorészecskék, amelyek nemcsak mechanikai tulajdonságokkal bírnak, nem férnek bele az elavult mechanikus materialista világképbe, ez a körülmény azonban – szemben egyesek téves hiedelmével – nem értelmezhető a szemléletesség megszűnte gyanánt.

Maga a mikrorészecske elnevezés is félrevezető, mert azt az állítást tartalmazza, hogy az a kísérleteknél tapasztalt valami, ami mikrokeresztmetszetű lokális kölcsönhatásoknál lép fel, maga is mikroméretű. Hogy nem trivialitásról van szó, az egy tömegpont példáján könnyen megérthető. A tömegpontnak gravitációs tere és térenergija van. A relativitás elmélete szerint azonban az energiának, és így a tér energiájának is, tömege van. Amikor tehát a tömegpontnál a tömeget egyetlen pontba koncentráljuk, ez nem azt jelenti még, hogy a végtelenbe nyúló tér energiájának tömegét is sikerül a pontba sűríteni, hanem hogy mindazt a hatást, amit a tömeg okoz úgy tekintjük, mintha azt egyetlen pontszerű tömeg okozná.

A mikrorészecskéknek is vannak gravitációs, elektromos, elektromágneses és egyéb végtelen kiterjedésű tereik. Attól, hogy ezeket a kiterjedt objektumokat „mikrorészecskéknek” nevezzük, mert mikrohatáskeresztmetszetűek, természetesen ezek a terek nem fognak az általunk elképzelt mikrotérfogatba belemászni. Nem véletlen tehát, hogy a mikrofizikában a nyelvezet örökös problémát okoz, mert új fogalmakra volna szükség. Mit jelent az, hogy a mikrorészecske itt vagy ott van a végtelen konfiguráció szempontjából? Mit jelent helyzetének határozatlansága? Ezeket a kérdéseket az absztrakt elmélet

– bár a határozatlanságról váltig fecseg – már akkor kikerülte, amikor a szemléletességről lemondott és ezért sohasem válaszolhatja meg. Ezekre csak egy szemléletes materialista elmélet válaszolhat.

A szemléleti konfliktust tehát a mikrorészecske elnevezés már eleve biztosítja. Miről is van tehát szó?

A mikrorészecskéknél – akár a tömegpontnak – van egy nagy energiasűrűségű mikroméretű magjuk, azaz szinguláris tartományuk, és ezenkívül végtelenbe nyúló terük, ami igen kis energiasűrűségű igen ritka közegként képzelhető el.

A mikrorészecskéket elsődlegesen magjaik közelhatása révén észleljük, másodlagosan tereik okoznak észlelhető hatásokat. A mikroméretű mag és a távolható tér szemléletes leírására a tömegpont és elektron bizonyos esetekben például szolgál.

A fénynél is találunk mikrokereztszmetű kölcsönhatásokat, mint amilyen a foton elnyelése, ütközése más mikrorészecskével, vagy a fotoelektromos jelenség, és találunk távolható hullámteret, mely interferenciát okozhat. Hogy a komplementáris dualitás éppen a fényjelenségeknél jelenik meg először a fizikában, az annak tulajdonítható, hogy a Planck-féle hatáskvantum felfedezése és az Einstein által bevezetett fotonkép a fény addigra teljesen kidolgozott hullámmélettébe szemléletileg nem fért bele. Így adódott, hogy voltak távolható interferencia- és más hullámjelenségek, és voltak közelbe ható mikrojelenségek, melyeket a fotonnak tulajdonítottak, mondva, hogy a fény duális...¹ viselkedik. Hangsúlyozandó azonban, hogy az összes mikro- és makro fényjelenséget csak közelható fotonok révén tudjuk észlelni, vagyis amikor a foton a szem, vagy valamely objektív érzékelő anyagának elektronjaival kölcsönhatásba lépve fotóeffektust idéz elő.

A dualitás elve szerint a fény hullám- és részecske képe egy és ugyanazon fizikai valóságnak csupán két különböző komplementáris aspektusa, melyeket, mint ez az elv állítja, egyetlen szemléletes képben lehetetlen egyesíteni. Kezdetben e két aspektus egyidejű létezését is tagadták. A hullám és részecske fényre kimondott komplementáris dualitása a mikrofizika Bohr általi megfogalmazásánál modell gyanánt szolgált, miután kísérletileg igazolták, hogy a fotonon kívül más mikrorészecskékhöz is tartoznak hullámok. Bohr szerint a kiterjedt síkhullámok és a lokalizált részecske a fizikai valóság komplementáris aspektusai abban az értelemben, hogy ha a részecske viselkedését a sík hullám terjedésével lehet jellemezni, úgy a részecske jelleg eltűnik; és ha viszont e viselkedést a részecske térbeli mozgásával lehet leírni, úgy a hullám jelleg tűnik el. Mint erre utaltam, az absztrakt elmélet szerint a részecskét és hullámot itt nem a materiális világ részének, hanem csak szimbólumnak szabad tekinteni.

A fotonra és más mikrorészecskékre kimondott *komplementáris dualitás* a mai Bohr–Heisenberg–Born-féle absztrakt mikrofizikának, valamint e fizika koppenhágai értelmezésének egyik fő filozófiai alapgondolatát képezi, amellyel ennek az absztrakt mikrofizikának antimaterialista értelmezése is áll vagy bukik.

Ha a mai mikrofizika antimaterialista nézeteinek gyökereit keressük, úgy először az eszmei alapokat, azaz a modell gyanánt használt fény komplementáris dualitását kell felülvizsgáljunk.

A fény dualitásának elve abból az állításból fakadt, hogy nincs olyan fénytani kísérlet, melynél a hullám- és részecskejelleg egyszerre nyilvánul meg. Amikor a fotont még nem ismerték, a látható vagy fényképezhető egy lyukréses interferenciacsíkok keletkezését hullámelméletileg azzal magyarázták, hogy koherens hullámok azonos vagy ellenfázisban találkoznak. Ez azóta is így maradt meg a köztudatban és az oktatásban is. Rá kell döbbsen azonban arra, hogy mai ismereteink szerint ez a fázis-feltétel az észlelhető interferenciának csak szükséges, de nem elegendő feltétele, mert az észleléshez az is szükséges, hogy a hullám legalább $h\nu$ egységnyi hatáskvantumot szállítson felületén a résbe. Ezt az elégséges energia feltételt vélt trivialitása miatt elfelejtik megemlíteni. Ha ugyanis a résbe beeső hullám nem rendelkezik kvantumnyi energiával, úgy a fázisfeltétel teljesülése ellenére sem jöhet létre észlelhető interferencia.

Born (12. 96) szerint az interferencia kísérletnél „a felfogó ernyőt fotocellával helyettesítve a fény részecske jellege demonstrálható még az interferenciacsíkokban is. Ezért úgy tűnik, hogy olyan kísérletünk van itt, melynél a hullámok és részecskék egyidejűleg megmutatkoznak. Valójában ez azonban nem így van, mert ahhoz, hogy részecskéről is beszélhessünk, a pályának legalább két pontját kellene kísérletileg specifikálni”. Born szerint egy második pályapont detektálása a résben az interferencia létrejöttét meghiúsítaná, tehát meg vagyunk fosztva attól, hogy a pálya bármely második pontját megfigyeljük, mielőtt a részecske a felfogó ernyőt érné.

Born ellenvetése több okból elfogadhatatlan. Először is, a fényelektromos jelenségnél a fotoelektromos érzékelés önmagában is, tehát második pályapont specifikálása nélkül is, elégséges volt a részecskejelleg eldöntéséhez. Másodsor, a fotofilmre véges idő alatt egyesével bocsátott és bevágódó fotonok feketedési nyomain felül a pálya egy második pontja minden detektálás nélkül is nyerhető, ha a rés környítésének átmérőjét aszimptotikusan nulla felé közelítjük, vagyis úgy, hogy az a nulla értéket ne érje el. Az interferencia ugyanis bármilyen kis, nullától különböző résátmérőnél is létrejön.

A fény komplementáris dualitásának elvét, mint ezt már érintettem, a foton felfedezésekor a megmagyarázás történelmi kényszere szülte. Ha ez egyáltalán elvnek tekinthető, úgy ez tősgyökeres pragmatika, ami tulajdonképpen semmit sem magyaráz meg, sőt a külső egységes materiális világba olyan irracionális elemeket visz bele, melyeknek természetfilozófiai kihatásai katasztrofálisak. Míg a szentháromság teológiai elvéről, mely egy hitbeli irracionális világra vonatkozik, eme irracionális világ létezésének kérdéséről elvonatkoztatottan értelmetlen lenne külön vitatkozni, addig óhatatlanul fenn kell akadnunk azon az irracionális dualitáson, amit a materiális valóságra általános filozófiai elvként akarnak természettudományos tekintélyek ráhúzni. A komplementáris dualitás természetfilozófiai visszásságát A. Landé is érzi, amikor azt írja (13. 98): „Felhasználva a filozófusok évszázados szkepticizmusát a külvilág realitásával szemben, pillanatnyi tudatlanságunk és határozatlanságunk elkendőzésére az a politika szolgál, hogy amit nem tudunk megmagyarázni azt nevezzük elvnek, és aztán azokat, akik még mindig magyarázatot keresnek rá, mint felvilágosulatlanokat nézzük le.”

Ha egy összetett, bonyolult jelenséget nem tudunk megmagyarázni, úgy a közvetlen magyarázat megkerülésével egy n elemből álló, önmagában konzisztens modellt állíthatunk fel, ami azonban a materiális valósághoz képest $(n-k)$ igaz és feltehetőleg (k) ismeretlen számú téves elemből áll. Így a modell révén a jelenségre számos viszonylatban helyes magyarázat nyerhető, ha a téves elemek nem kerülnek felhasználásra vagy a szóban forgó viszonylatra irrelevánsak. A téves elemek más irányú felhasználásával viszont paradox, irracionális, a materialista filozófiával, szemlélettel ellentétes, zavarba ejtő megállapítások adódhatnak, ezeket azonban a sikeres magyarázatok nem igazolhatják.

Ezek után megkíséreljük a fény komplementáris dualitásának elvében rejlő hamis elemeket közelebbről is kimutatni.

A Maxwell-féle elektromágneses térelmélet feltette a koronát Huygens és Fresnel munkásságára, amikor azt az elektromágneses hullámegyenletet nyerte, amit Hertz kísérletei is igazoltak. A hullámegyenlet, mint parciális differenciálegyenlet megoldáshalmazába bármely periodikus megoldás beletartozik. E halmazt sík-, gömb- stb. haladó hullámok képezhetik. Ez azonban nem jelenti azt, hogy ezek – akár a matematikában – a természetben is forrásuktól és környezetüktől függetlenül is spontán keletkezhetnek. Szabad vízfelületre cseppenő víz kör alakú haladóhullámokat kelt, és még véletlenül sem sík hullámokat. A hullámegyenlet gömbhullám megoldásai között lehetnek, az elsődleges – egy megfigyelőhöz viszonyítva nyugalomban levő – kibocsátó forráshoz képest, álló és mozgó, például egyenletes egyenesvonalú mozgást végző középpontú, a Huygens elvvel összhangban álló, gömbhullámok is. Huygens szerint (19. 24) az álló középpontú elsődleges gömbhullám, a fénysebességgel terjedő perturbáció által gerjesztett, éterrészesckék által létrehozott, másodlagos gömbhullám-sereg matematikai burkoló gömbjeként fogható fel. Ha a korabeli éterrészesckéket mint nem létezőket elhagyjuk és helyükbe a fénysebességű fotonokat tesszük, úgy ezek lesznek a másodlagos gömbhullámok középpontjaiban azok a szingularitások, melyek e hullámokat létrehozzák. Az absztrakt mikrofizika az elsődleges hullámot statisztikusan még meg tudja magyarázni, de a másodlagos hullám magyarázatára már nem képes. Szabad térben egy pontszerű atom, természetes körülmények közt, gömb és nem sík fényhullámokat bocsát ki. Nem tekinthető ezzel szemben természetes körülmények közt szabad térben létrejöttek egy parabolatükör vagy lézer segítségével létrehozott mesterséges sík hullám.

Intenzív pontszerű – tehát sok fotont kibocsátó – fényforrás fényének felületi energiasűrűségét különböző távolságokban megmérve azt találták, hogy ez a távolság négyzetével fordítottan arányos. Ezt úgy magyarázták, hogy mivel egy véges Ω térszögbe kibocsátott fényenergia megmarad, és feltételezve, hogy ez az energia a gömbhullám felületén egyenletesen oszlik el, az energia felületi sűrűsége $E/F = E/\Omega r^2$, vagyis az amit mérésileg megállapítottak. Ezáltal igazolva látták azt az évszázados elképzelést, hogy a fény a kibocsátó forrás mint középpont körül táguló gömbhullámként terjed, mely hullám amplitúdója r távolságban $1/r$ arányban csökkenve a végtelenben a nullához tart, miközben a felületi energiasűrűség is elenyézik.

A fény dualitásának elvében ez a hullám képezte a foton duális, vizuálisan egyesíthetetlen komplementáris ellenpárját.

Vizsgáljuk meg e gömbhullám fizikai létezését a dualitásból kiindulva, miszerint a foton és ez a hullám *egy és ugyanazon* fizikai valóságnak csupán két különböző aspektusa volna.

A komplementaritás tagadja, hogy a fényjelenség mögött álló kétarcú fizikai valóság mindkét arca egyszerre meglátható lenne. Ha ez nem pusztán propagandaszólam valamiféle irracionális filozófia érdekében, úgy ennek a rejtélyes fizikai valóságnak olyan ismérvekkel kell bírnia, melyek alapján eldönthető, hogy – akár a részecske, vagy akár a hullámképpel írjuk is le ugyanazt a fizikai valóságot, például egy fizikai kísérlet eredményét –, úgy valóban ugyanazt a valóságot, és nem két különbözőt ábrázolunk.

A fotonnak kvantumnyi $h\nu$ véges energiája és $p = h\nu/c$ véges impulzusa van. A fotonhoz tartozó fizikai duális hullámnak semmilyen körülmények közt sem az energiája, sem az impulzusa nem válhat ennél kisebbé, ha ez a hullám tényleg ugyanannak a fizikai valóságnak második aspektusa. E kérdés egyszerű gondolatkísérletekkel tisztázható.

Ismeretes, hogy pontszerű fényforrás fénygyengítésével, azaz egyenként „csepegtetett” fotonok és lyukrés segítségével, egyrészes interferenciaábra nyerhető a rés mögötti filmen. E jelenséget a fény fotonaspektusa alapján pragmatikusan úgy magyarázhatjuk, hogy a résbe beeső egyes fotonok a résben elhajlást szenvednek és a rés mögötti filmen egy-egy feketedési pontot hoznak létre. Így idővel, ahova sok foton ment fekete, ahova pedig kevés, ott fehér interferencia gyűrű keletkezik és alkotja az egylyukrés ismert gyűrűs interferenciaábráját. E pragmatikus magyarázat csak az interferencia befejezett tényére vonatkozik és a keletkezés miéjtjére nem adhat választ, de itt az nem is szükséges.

A kísérletet azonos berendezéssel a fényforrás közelében vagy attól távol végezve, a foton mikro- és a rés makroméretére való tekintettel, azonos interferenciaábra nyerhető. Csupán a távol végzett kísérletnél a kép lassabban alakul ki, mert a résbe időegység alatt beeső fotonok száma, a távoli réshez tartozó kisebb beesési térszög miatt, kisebb. Ha viszont a foton duális gömbhullámával végeznénk el gondolatban ugyanavval a berendezéssel ugyanazt a közeli és távoli interferencia-kísérletet, és ha ez a hullám valóban ugyanannak a fizikai valóságnak csupán egy másik aspektusa, akkor közel és távol is ugyanazt az interferenciaábrát kellene kapni, amit a fotonkép alapján nyertünk.

Nyugalomban levő fényforráspont által kibocsátott gömbhullám minden $\Delta\Omega$ elemi térszögű gömbfelületén legyen $h\nu$ energia egyenletesen elosztva. A fényforráshoz közel elhelyezett rés esetén az azonos interferenciaábrát a hullámkép alapján minden nehézség nélkül megkapjuk, hiszen a rés beesési térszöge a fényforrásra vonatkoztatva nagyobb mint $\Delta\Omega$ és így a beeső energia is nagyobb mint $h\nu$. A rés távolítása a pontszerű fényforrástól az azonos rés pupillájához tartozó beesésitárszög csökkenését okozza. Elképzelhető egy r_{krit} kritikus távolság, melynél a beesésitárszög éppen $\Delta\Omega$ -ra csökkent és a hullám által a lyukrésbe szállított energia $h\nu$, azaz éppen kvantumnyi. Ez az energia még épp elég, hogy a rés mögötti filmen feketedést okozzon és így a hullámkép alapján is az interferencia még épp létrejöhet. A távolság további növelésénél a beesésitárszög $\Delta\Omega$ alá való csökkenése miatt a résbe beeső a hullámfelülettel arányos energia, kvantumnyinál kisebbé válik, az interferencia energiasfeltétele nem teljesül, és így a hullámok végtelen idő alatt sem hozhatják létre az egyes feketedéseket, és így interferenciaábra sem keletkezik.

A hullámkép alapján a homogén tér a használt interferencia készülékre nézve r_{krit} -nál tehát inhomogénná válnék. Mivel azonos kísérletnél a hullámkép ugyanazt az eredményt

nem biztosítja, mint amit a részecskekép alapján nyertünk, ezért az álló középpontú gömbhullám nem lehet ugyanannak a fizikai realitásnak egy második aspektusa. A fényről alkotott évszázados táguló gömbhullám elképzelés tehát tarthatatlan.

Ahhoz, hogy a fotonhoz rendelt duális gömbhullám közel és távol is létrejövő interferenciát eredményezzen, a gömbhullám középpontjának a fotonnal együtt kell mozognia. A mozgó középpontú gömbhullám egy olyan jelenség, amit a kibocsátó atomhoz képest nyugalomban levő megfigyelő észlel. Ha ugyanis a foton és a középpont nem mozogna együtt, azaz köztük nullától különböző relatív sebesség volna, mely miatt azok egymástól távolodnának, vagyis a foton a középpontból kilépne, úgy egy idő után mindig lenne olyan r_{krit} távolság, melynél nagyobb távolságra végezve a fent részletezett kísérletet az interferenciaábra, energiahiány miatt, nem keletkezne.

A gömbhullám középpontjába helyezett foton, azaz az egyesített új fotonhullámkép a dualitás komplementáris jellegét egycsapásra megszünteti, hiszen ez annak volt a következménye, hogy az álló középpontú gömbhullámban a hullám középpontjából eltávozó fotont nem lehetett lokalizálni és így elképzelni sem. Viszont az új egyesített képben a foton mint „részecske” a gömbhullám maximális energiasűrűségű helyén, tehát a közepén helyezkedik el és ott is marad, és így a foton és a hullám egyetlen oszthatatlan egységgé forr össze. A „fényrészecskének” tehát nagy energiasűrűségű magból és a hozzá tartozó kis energiasűrűségű, végtelen kiterjedésű, távolsággal csökkenő sűrűségű hullámtérből kell állnia.

A végtelen alakzatra használt „részecske” elnevezés a komplementáris dualitás anakronisztikus fogalma, mely abból ered, hogy a fényt csak a mikrohatáskeresztmetszetű mag révén tudjuk észlelni. A foton azonban e magot és a hozzá tartozó teret is jelenti.

A korábban említett, a távolság négyzetével fordítottan arányos fényintenzitást az új részecske-hullámkép segítségével is meg kell kapnunk. A fénykibocsátó atom mint középpont körüli gömbhullám Ω térszögébe véletlen irányokba az időegység alatt n részecske bocsátódik ki. A felületi fotonok sűrűsége $n/\Omega r^2$ és $h\nu$ energiájú fotonokból $nh\nu/\Omega r^2 = E/\Omega r^2$ energiasűrűség adódik. Kis fotonok sűrűsége esetén Vavilov és Joffe kísérletei megmutatták, hogy az energia felületi eloszlása nem egyenletes. Ez már maga is az egyenletes felületi-sűrűségű hullámkép tarthatatlanságát támasztja alá. A gyakorlati fényforrásoknál n olyan nagy, hogy az egyenletes felületi energiasűrűség statisztikusan valósul meg, mivel a kibocsátási irányok egyenlő valószínűségűek. Tehát a fényintenzitásra nyert korábbi mérési tapasztalat az új részecske-hullám kép alapján is megmagyarázható. Az egyesített részecske-hullám kép számos olyan, eddig vizuálisan elképzelhetetlen szemléleti paradoxont old meg, melyek az antimaterializmus melegágyát képezték és melyek miatt a „tertium non datur” elvét az absztrakt elmélet például objektum és szubjektum vonatkozásában is feladta, és inkább a logikát módosította kettő helyett három értékre, szemléletünk degradálásával.

A mai napig megválaszolatlan Planck-féle szemléleti paradoxon (14. 221), azaz a kiterjedt hullámterjedés és a pontszerű elnyelődés szemléleti ellentéte feloldódik. A fényhullám nagysűrűségű magja elektronba ütközve véges időtartam alatt elnyelődik, és miközben a hordozó mag elnyelődik az atomban, a kiterjedt tér az elnyelési pont körül, relativisztikus szinkronitással összeomlva lecseng. Minőségileg ez egy felületbe ütköző és elnyelődő elektron terének összeomlásához hasonlóan történik, amely viszont mint egy

konvekciós elektromos áram megszűnését kísérő tranziens elektromágneses térjelenség fogható fel.

A Huygens-féle másodlagos hullámok „éterrészecskék” feltételezése nélkül is, az egyesített részecske-hullám kép természetes következményévé válnak. Mivel az interferencia elektronokkal is létrehozható, ezért a fotonra bemutatott megfontolások, kellő kritikával, tehát a mozgó töltés terét és annak relativisztikus torzulását figyelembe véve, ezekre, és általában a mikrorészecskékre és e részecskék kísérletileg igazolt, tehát fizikailag létező anyaghullámaira is általánosíthatók.

A hullám-részecske dualitása, a bemutatottak szerint valójában tehát *nem komplementáris*. A komplementaritással együtt a mai mikrofizika antimaterialista értelmezése, és ezzel együtt az antimaterialista filozófiai következtetések is megoldódnak.

A mikrofizika ma elfogadott komplementaritása csak egy matematikai fiktív, mondvasináltan duális hullámra érvényes. Valójában azonban a komplementáris dualitás csak a szimultán fellépő mikro- és makrohatótávolságú erők okozta látszat. Az első a részecske, a második a hullámjellegért felelős. A makrohatótávolságú erő mikrotávolságra a másik mellett nagyságrendileg elhanyagolható és viszont.

Közelfekvő az a gondolat, hogy a Coulomb-erő mellett egy mikrohatótávú erő is hat, mely a makrotávon mért Coulomb-erő mellett rejtve maradt, és így az elektromágneses tér elméletébe sem kerülhetett bele. A helyzetet a Coulomb potenciál helyett vett következő potenciállal érzékeltethetjük:

$$e \frac{m \cdot \exp(-r/k\lambda) + 1}{r};$$

ahol $m = m_0 \cdot r_0/\lambda$ és $m_0 \gg 1$.

Rövid hullámoknál $r_0 > \lambda$; ha $r \ll k\lambda$, akkor $1 \ll m \cdot \exp(-r/k\lambda)$ és a távolható Coulomb potenciáltag elhanyagolható. Ha viszont $r \gg k\lambda$, úgy az exponenciális tag közel nulla lévén, a közelható tag hanyagolható el a Coulomb-potenciálhoz képest. Hosszú hullámoknál, $r_0 \ll \lambda$ miatt m értéke csökken, ami miatt a közelható erő szerepe a távolhatóhoz képest csökken. Ez összhangban van azzal a tapasztalattal, hogy a fotonjelleg rövidhullámoknál kifejezettebben érvényesül, szemben a hosszúhullámokkal, ahol viszont a hullámjelleg domborodik ki jobban. A kéttagú potenciál elgondolást az is alátámasztja, hogy a feketetest sugárzási energiájának szórásnégyzete is két tagból áll; az első a foton, a második a hullám energiájából adódik (21. 60).

A kiterjedt tér törvényei a részecske magja közelében érvényüket veszítik és az a látszat keletkezik, hogy a mag és a tér független és ellentmondó törvényeknek engedelmeskednek. Így az elnyelődésnél és fényelektromos jelenségnél a közelható, az interferenciánál a távolható erő dominál.

Az egyenkint „csepegtetett” kétréses – az egyrésestől eltérő alakú – interferenciakép, a komplementaritás elvei alapján szemléletünk teljes csődjéhez vezet. Ugyanis oly kérdések, hogy honnan tudja a részecske, hogy a másik rés is nyitva van-e, amikor mindig csak az egyiket megy át; továbbá, hogy mi szállítja az információt a fotófilmre azon rés nyitott állapotáról, amelyiken a mikrorészecske nem haladhatott át, a komplementaritás elveivel szemléletesen, csak a tudatunkban élő matematikába való menekülés nélkül, megmagyarázhatatlanok. Heisenberg szerint (9. 95) a fotófilm feketedését inter-

ferenciánál, melyet egyes fénykvantumok hoznak létre, a részecskeképpel is le kell tudni írni. Szerinte ez csak valószínűségekkel lehetséges, amikor a fényhullámot dematerializálva, azt részecskék valószínűségi eloszlástörvényének tekinti. Egy valószínűségi függvény azonban nem teszi lehetővé a tér-időbeli leírását két megfigyelés közt történt eseményeknek. Minden arra irányuló kísérlet, hogy ilyen leírást találjunk ellentmondásra vezetne. Ez azt jelenti, hogy Heisenberg szerint a fizikai „történet” fogalmát a megfigyelésre kell korlátoznunk. Ezek szerint, ha Heisenberg elveit komolyan vesszük, az ember megjelenését megelőző mikrorészecskékből képződött Föld meg nem figyelt története sem volt fizikai történet. Szerinte két megfigyelés közötti történetre feltett kérdések metafizikaiak. Magyarul ez azt jelenti, hogy olyan kérdéseket, melyeket a komplementáris dualitás alapján nem lehet megválaszolni, tilos feltenni.

Az új egyesített részecske-hullám kép alapján viszont a kétréses egy fotonos interferencia kísérlet eredménye triviális és szemléletes magyarázatot nyer, és valamennyi tilosnak nyilvánított kérdés és paradoxon igen egyszerűen érthető szemléletes válasszal intézhető el.

A kétréses interferencia kísérlet első érthetetlen jelensége, hogy az egyenként beeső fotonok honnan tudják, hogy a második rés is nyitva van, és hogy alakilag másmilyen interferencia-ábrát hoznak létre mint az ugyanazon egyes rések által nyert interferenciák szuperpozíciója, holott a fotonok mindig csak egy résen haladnak át. Az egyesített részecske-hullámképpel a szemléletes magyarázat egyszerű, mert bár a hullám szingularitása, illetve magja, mely véletlen irányokban emittálódik a fényforrásból, vagy az egyik vagy a másik résen halad át, a kiterjedt hullámterével letapogatja, hogy a másik rés nyitva van-e, és az interferenciaábra erre tekintettel alakul ki.

A másik érthetetlen momentum, mely Heisenberg „fizikai történet” meghatározását sem sérti, az információtranszport energiaméregének milyenségére – tehát *nem* időbeli történetre – vonatkozik. Egy megfigyelő, aki nem látja a réseket, egyedül a keletkezett interferenciaábra alakjából meg tudja mondani, hogy egy vagy két rés volt-e nyitva. Ez azt jelenti, hogy a foton a rések nyitott vagy csukott állapotáról a felfogóernyőre információt szállít. Mivel információt csak anyag- vagy energiaáram képes szállítani, a komplementaritás alapján még kvalitatíve sem érthető, hogy miféle energia szállította az ernyőre annak a résnek nyitott állapotáról való információt, amelyiken a foton nem ment át. Az absztrakt mikrofizika a kétréses interferencia fizikai – tehát energiát is involváló – magyarázata helyett a matematikába menekülve két valószínűségi eloszlás „interferenciájával” „magyarázza” meg a helyzetet. Matematikai valószínűségi eloszlásokat reprezentáló, energiamentes hullámok azonban nem szállíthatnak információt. Az absztrakt elméletnek egyszerűen nincs válasza arra, hogy milyen energia szállította arról a résről az információt a felfogó ernyőre, amelyiken nem ment át.

Az egyesített hullámképnél a magyarázat egyszerű: a hullám magja csak az egyik résen halad át, de a kiterjedt hullámtér másik részbe beeső energia-hányada – mely a magtól ezalatt sem szakad el – a felfogó ernyőre viszi az információt e rés nyitott állapotáról.

A továbbiakban a mikrofizika koppenhágai értelmezéséből táplálkozó antimaterialista nézetekkel foglalkozom.

A fény dualitásának mintájára de Broglie a részecskékhez „duális” síkhullámot rendelt, hogy a feltevése szerint pulzáló részecske periodikus viselkedését ezzel (10. 71) jellemezze. E feltevésből nyerte a részecske impulzusa és a hullámhossz közt azt a nevezetes összefüggést, mely azóta a hullámmechanika alapját képezi.

Bár de Broglie a részecske pulzálását fizikailag értette, mégis az általa bevezetett síkhullám $\psi = a \sin \omega (t - r/v)$ nem valami megfigyelhető vagy mérhető, fizikai dimenzióval rendelkező mennyiség. Ez a sík-hullámfüggvény, mely az erőmentes részecskére a Schrödinger-féle hullámegyenletről is adódik, képezte az alapját a hullámfüggvény későbbi, kikerülhetetlenül tisztán matematikai, valószínűségi értelmezésének és azoknak a filozófiai elveknek, melyeken a mikrofizika absztrakt antimaterialista értelmezése felépült. Schrödinger, szemben az absztrakt, fizikai tulajdonságoktól mentes hullám felfogással, élete végéig kitartott amellett, hogy a hullám fizikailag létező, energiával is rendelkező objektum. Ezt a Born-féle értelmezés kereken tagadja. Born tulajdonképpen a Bohr–Kramers–Slater által javasolt, és a Bothe–Geiger kísérletnél elvetélt statisztikus elméletből a virtuális, tehát energiát és impulzust nem továbbító hullámok gondolatát vette át (19. 212 és 275) és alkalmazta, mely a mai absztrakt mikrofizika alapjaihoz tartozik.

Mint látni fogjuk, a szabad részecskéhez rendelt síkhullám – energiamentes lévén – alkalmatlan alap volt Schrödinger materialista nézeteinek alátámasztására, és csak Born nézeteit igazolhatta.

A mai absztrakt mikrofizika hullámfüggvénye a három tér- és három impulzus koordináta által alkotott hatdimenziós absztrakt térben értelmezett, fizikai dimenzió nélküli, tisztán matematikai mennyiség. Ez nem a részecske helyét vagy impulzusát adja meg, hanem a részecske kvantumállapotának valószínűségi sűrűségét jellemzi, vagyis azt mutatja, hogy *mit tudunk* a részecskéről. Ismert impulzusú erőmentes részecskénél a hullámfüggvény a közönséges háromdimenziós tér valószínűségi eloszlásává egyszerűsödik. Heisenberg szerint (9. 25–26) és (1. 220): „A természettörvények, melyeket a kvantumelméletben matematikailag megfogalmazunk, többé nem magukat a részecskéket, hanem a részecskékre vonatkozó tudásunkat írják le.” „Az objektív valóság fogalma . . . elillant . . . a matematikába, mely immár nem az elemi részecskék viselkedéséről ad számot, hanem inkább a mi tudásunkról, mely e viselkedésre vonatkozik.” A mikrofizika antimaterialistái ily módon holmi dimenziómentes matematikává dematerializálják az objektív, fizikai dimenziókkal rendelkező valóságot. Wigner szerint (1. 220 és 221): „A kvantummechanika egyedüli célja, hogy valószínűségi összefüggéseket adjon meg egymást követő tudati benyomások közt.” „Alighanem fontos itt rámutatnunk, hogy a kérdés: vajon ez vagy az létezik-e nem nagyon lényeges kérdés.”

Így tehát a tudatunktól független materiális valóság az antimaterialista fizikusokat már nem is érdekli, mert mint nyíltan bevallják, az az álláspontjuk, hogy a saját tudatunk benyomásai az elsődlegesek, és ezeket egy fizikailag nem létező, tehát nem megfigyelhető hullámfüggvény segítségével nyerik, pont arra hivatkozva, hogy két megfigyelés közt a tér-idő történéseiről megfigyeléssel nem lehet számot adni. Így nem csoda, hogy aztán erről a mikrofizikáról megállapítják, hogy a materializmussal összeférhetetlen. Csakhogy ez nem a materializmus és a materiális világ hibája, hanem azé az antimaterialista, igaz és

hamis feltevéseket ötvöző filozófiáé, mely ezt a mikrofizikát szülte, és melynek igaz voltával kapcsolatos kételyeket akárhány Nobel-díj dicsfénye sem képes eloszlatni.

Tökéletesen hibás volna ennek ellenére, ha ezek után ezt a mikrofizikát teljes egészében elvetnénk, hiszen számos igen pontos és empirikusan is igazolt eredményhez vezetett. A vizsgálatoknak inkább arra kell irányulniuk, hogy feltárják, hol bújnak meg az előfeltevésekben azok a hamis elemek, melyek miatt a mai mikrofizika egy virulens anti-materialista propaganda eszközévé válhatott.

Maga az a tény, hogy éppen azok vezettek be a fizikába egy fizikai dimenziók nélküli, önmagában mérhetetlen és megfigyelhetetlen hullámot, akik a fizikai létezés feltételének a megfigyelhetőséget posztulálták, olyan precedens volt, melyhez hasonlót addig a fizika nem produkált. Ez a precedens és a vele elért sikerek szolgáltak annak a még ma is magyarázatra szoruló gyakorlatnak alapjául, amelyben a mikrofizika matematikai formalizmusa megelőzte annak interpretációját, ami a korábbi fizikához képest fejtetőre állított világot jelent. Ami ezt legalizálta a komplementaritás elve volt, mely szerint a mikrojelenések szemléletesen úgysem képzelhetők el, tehát legjobb, ha a matematika tudatbeli absztrakt szemléletéből indulunk ki. A fizikai egzisztencia kérdését félrelökve, tárt kaput nyitottak olyan absztrakt, bár matematikailag konzisztens fikcióknak, melyeknek a teljes fizikai valósággal való kapcsolata ködös maradt, és melyeket – a hozzájuk fűzött filozófiai következményekkel együtt – az általuk nyert részletösszefüggéseknek az empiriával való egyezése, tehát a siker „legalizált”. A teljesség kérdése nyitva maradt, ami a jelenlegi zárt elméleten belülről el sem dönthető, mert a matematikai konzisztencia és a valóság szempontjából a leírás teljessége a fizikában nem azonos fogalmak. Matematikailag konzisztens összefüggésekkel számos olyan helyzet is leírható, melyek egyáltalán nem, vagy csak részben tükrözik a materiális világ valóságát. A relativitás metrikaproblémájából vagy a Lorentz transzformáció példájából ez érthető. A valóság hű leírását biztosító matematikai formalizmus csak fizikailag – tehát tudatunktól függetlenül – létező helyzetek matematikai megfogalmazásából származhat.

A hamis elemek a mikrofizikai leírás kiinduló feltevéseibe a dualitás, a komplementaritás kritikátlan, irracionális értelmezésével kerülnek bele. A szabad térben haladó részecskéhez a síkhullám mint duális ellenpár anélkül lett hozzárendelve, hogy megvizsgálták volna, lehet-e ez egyáltalán egy második aspektusa ugyanannak a fizikai realitásnak. Olyan ez, mintha vízbe ejtett vízcsepphez síkhullámot rendelnénk, amikor jól tudjuk, hogy vízcseppet nem lehet úgy leejteni, hogy abból a víz felületén síkhullám keletkezzék. Azután amikor nyilvánvalóvá válik, hogy ez a síkhullám nem létezik, kijelentjük, hogy mivel síkhullámot létrehozó vízcsepp szemléletesen sem el nem képzelhető, sem nem lokalizálható e hullámban, fel kell tételezni egy absztrakt, szimbolikus vízcseppet, mely absztrakt síkhullámot hoz létre, és külön egy a jelenséget csak szimbolikusan leíró komplementáris absztrakt síkhullámot. Így néz ki az, amikor a helytelen feltevéseket utólag reinterpetálva csiholunk beléjük „értelmet”.

Erőmentes részecskének a szabad térben véges impulzusa és energiája van. Ezzel szemben egy szabad-térbeli síkhullámnak – a nulla térszöge miatt – (15. 74) nulla energiája és nulla impulzusa van. A síkhullám ezért nem lehet a valós duális fizikai aspektusa ugyanannak a fizikai valóságnak, aminek egyike a részecske. E kapcsolat legfeljebb csak szimbolikus lehet.

A szabad térben, a materiális világ részét képező gömbhullám e világ részét nem képező végtelenben síkká és nulla energiasűrűségűvé válik, azaz a síkhullámot aszimptotikusan közelíti. A síkhullám, energiamentes lévén, a fizikai valóság egyik oldalát legfeljebb csak szimbolikusan képviselheti. Mivel a síkhullám és a részecske között tehát *valódi* duális kapcsolat nincsen, a szemléletességet tagadó komplementaritás elengedhetetlen volt egy ilyen irracionális, szimbolikus kapcsolat „legalizálására”.

Ugyanakkor, amikor a szimbolikus síkhullámfüggvény fizikai kimutatására nincs mód, a részecskéhez tartozó, *energiával rendelkező*, tehát fizikai anyaghullámok létezése kísérletileg igazolt. Az állandó amplitúdójú síkhullámok bevezetésével a mikrofizikába szabad és szükségszerű út nyílt meg a határozatlansági elv és az absztrakt értelmezés felé. Ugyanis ilyen hullámban a részecske bárhol lehet, mert a hullám amplitúdója mindenütt azonos lévén, nem rendelkezik lokális maximummal. A részecske helyzete e hullámban tehát meghatározhatatlan, és így erre csak valószínűségi kijelentés tehető. Hogy a részecske lokalizációja lehetségessé váljon, végtelen sok különböző sebességű síkhullám összegezésével ún. hullámcsomag képezhető, melynek már van lokális maximuma, de ez a maximum a különböző sebességű haladóhullámok miatt idővel mindinkább ellaposodik, azaz a hullámcsomag szétfolyik, ugyanakkor amikor az általa képviselt részecske *stabil materiális* képződmény marad. Ez csak megerősíti azt az álláspontot, hogy egy ilyen energiamentes síkhullámokból összetakolt hullámcsomag és a fizikai részecske közt csak valószínűségi kapcsolat lehetséges. Ugyanis a végtelen sok nulla energiájú és csak matematikailag létező, párhuzamos síkhullámból keletkező eredő hullámcsomag energiája is nulla marad. Tehát ez sem lehet a véges energiájú szabad részecskének valós duális aspektusa.

A szabad térben fizikailag nem létező, síkhullámokból felépült hullámcsomag matematikai tulajdonsága, hogy minél kisebb a hullámvonal Δx hossza, annál szélesebb a frekvenciaspektruma: $\Delta k = 1/\Delta x$, ahol $k = 1/\lambda$ a hullámszám és λ a hullámhossz. (Nem szabad-térben, pl. vezetőben fizikai energiával rendelkező síkhullámok léteznek. Tekintve, hogy ezek kiterjedt, azaz nem pontszerű forrásokból erednek, ezeknél a spektrumszélességre vonatkozó összefüggés fizikailag is érvényes és kimutatható.) Ha a spektrumszélesség összefüggésébe a de Broglie-féle hullámhossz kifejezését $p = h \cdot k$ alakban bevezetjük, úgy a határozatlansági összefüggés, azaz $\Delta p \cdot \Delta x = h$ nyerhető. Ez az összefüggés a materiális világra csak akkor volna vonatkoztatható, ha a sík hullámok, amiből nyertük fizikailag is léteznének. Prizmatikus rudak véglapjait gerjesztve, a nyert fizikai síkhullámoknál ez a helyzet. Milyen joggon viszi át e tapasztalatot a mikrofizika a szabad térre, mintha az ott is fizikai igazság volna, holott ott ez csak egy képzelt síkhullám matematikai tulajdonsága? Továbbá, milyen joggon vezetünk be a szabad tér fizikai viszonyait nem jellemző, csak matematikailag létező összefüggésbe egy fizikailag létező p impulzust és tekintjük aztán az így nyert összefüggést a materiális világ tulajdonságának?

Az absztrakt mikrofizika antimaterialistái erre csak azzal tudnak válaszolni, hogy a tudat és nem a materiális világ az elsődleges, és hogy az objektív valóság elillant a matematikába, azaz dematerializálódott.

Ha a szabad erőmentes részecskéhez a hullámfüggvény levezetésénél nem a sík-, hanem a gömbhullámmegoldást veszik figyelembe, melynél az amplitúdónak lokális maximuma van, úgy az ismert energiájú részecske lokalizációjának kérdése fel sem merülhetett volna. A síkhullámot eredetileg de Broglie azért választotta, mert úgy vélte, hogy a hullám

„irányítja” a részecskét. A síkhullám, az álló központú gömbhullámmal szemben, a végtelenben is „jól” végzi ezt az „irányítást”, mert amplitúdója változatlan (11. 91 és 96). A gömbhullám amplitúdója a távolság növekedésével viszont nullához tart, és így mind kevésbé képes irányítani. Bár később az „irányítást” mint hipotézist elvetették, de a szabad részecske síkhullám jellemzése mint hagyomány megmaradt. A mérésekkel igazolt de Broglie-féle hullámhossz azonos érveléssel gömbhullámból ugyanúgy levezethető lett volna mint síkhullámból. A levezetés ui. csak a hullámfüggvény argumentumán nyugszik, ami a kétféle hullámnál azonos.

A fizikai energiát szállító gömbhullám maximális amplitúdója és energiasűrűsége a gömb közepén van. Ha – mint ezt vázoltuk – a mozgó részecske állandóan a középpontban marad, úgy ez a lokalizáció problémáját egyértelműen megoldja.

Ezek után felmerül a kérdés, miért lehetett az absztrakt síkhullámokkal a jelenlegi mikrofizikában a tapasztalatokkal egyező eredményeket elérni?

Az ismert impulzusú részecskékkal együttmozgó gömbhullámoknál, a középponttól távol a hullámfelületek az azonos fázisú síkhullámokat mindinkább megközelítik. Minél távolabbi gömhullámfelületeket használunk a leíráshoz, ezekből annál bizonytalanabban lehet a gömb középpontjában levő szingularitás helyzetét rekonstruálni. Végtelen távol – ami már matematikai és nem materiális fogalom – a torzult vagy torzulatlan gömbhullámfelületek síkok lesznek. A hullám centrumában, a végesben elhelyezkedő részecske helyzete, a végtelenben síkká simuló hullámok felületi normálisainak „metszéspontjából” meghatározhatatlanná válik és így csak a részecske lokalizációjának *valószínűségéről* beszélhetünk.

Bár az aszimptotikus közelítések szigorúan csak a végtelenben igazak, a gyakorlatban a síkokkal való közelítés már a végesben is, a konvergenciától függően – a mérhetőségi hibahatáron belül – gyakorlatilag megvalósulhat, és ezáltal az absztrakt mikrofizika fikciói formálisan és pragmatikusan a valós helyzetet közelítik és így „érvényessé” válnak. A gyors konvergencia miatti, a tapasztalatokkal való numerikus egyezések azonban semmilyen elvi igazolást nem adhatnak az antimaterialista nézetekre.

Az absztrakt mikrofizika tehát aszimptotikusan *közelíti* a materiális valóságot, de elvileg sohasem érheti el. Így kínálkozott alkalom egyszerre tapasztalatilag igazolható eredmények elérésére és az irracionális filozófiai alapokból antimaterialista „következtetések” levonására.

Összhangban von Neumannal (16. 109), álláspontunk az, hogy rejtett paraméterek segítségével az absztrakt mikrofizikából valóban nem lehet valós leírást kapni. Ez éppúgy lehetetlen, mint ahogy a gömbhullám végtelenben síkká simuló felületeiből sem rekonstruálható a gömb középpontjában lokalizált szingularitás helyzete.

Olyan ellenvetések is léteznek az energiakérdés feszegetésével szemben, hogy a mai mikrofizikai formalizmusban hullámok helyett már csak operátorok szerepelnek, melyeknél az energia kérdése fel sem merülhet. Ismeretes, hogy ezek a korszerűbb matematikai módszerek a régebbi formalizmussal fizikailag egyenértékűek, vagyis más módon, de lényegében ugyanazt mondják a fentiekről. Tehát mindazt, amit a hullámmechanikánál a materiális valóság szempontjából hiányoltunk, a még elvontabb leírásoknál is fokozottan hiányolnunk kell.

Bár a határozatlansági elv egy fizikailag nem létező, csak tudatunkban levő, tehát matematikai hullám nélkül nem vezethető le kellő szigorral, és így természetes volna, hogy csak egy ilyen tudatbeli absztrakt világban legyen érvényes – Heisenberg a határozatlanságot a tudatból mégis a valós, materiális világba vetíti ki és általánosítja. Éppen ezért a pálya határozatlanságának problémáját részletesen és konkrétan is meg kell vizsgálnunk. Bár e kérdés az atomon belüli Bohr-pályák vonatkozásában merült fel, egész természetes, hogy a filozófiai kérdések bemutatására használt és legegyszerűbben áttekinthető erőmentes részecskét használjuk e vizsgálathoz mi is.

Mint már említettük, Heisenberg szerint fizikailag – mint megfigyelhető fizikai történet – csak az emisszió és az elnyelés létezik. Ez az állítás azonban tüzetes vizsgálatra szorul.

Ismert impulzusú szabad részecske lépjen ki „A” emittáló pontból, és a szabad téren áthaladva nyelődjön el egy felület „B” pontjában. Heisenberg szerint az AB egyenest nem tekinthetjük pályának, mert ha A és B közti egyenesen levő C pontban figyelem meg, hogy a részecske valóban áthalad-e rajta, úgy az észleléshez C-ből kiinduló legalább egy fotonra van szükség, mely a megfigyelő műszerébe kell, hogy belépjen. Ez a részecske impulzusát megváltoztatja, mely végül is nem B-ben, hanem – a foton impulzusának ismerete hiányában – valami előre meg nem határozható B_1 felületi pontban köt ki, ami miatt az AB klasszikus pálya nem realizálódik. (17. 135). A C pályapont megfigyelhetlenségében Heisenbergnek igaza van, de ebből valóban az következne, hogy nincs pálya? Ha a pályának mint a materiális világ részének létezését ahhoz kötöm, hogy az *megfigyelhető-e*, azaz annak a tudatban valamilyen megzavaratlan vetülete képződik-e, úgy visszaérkeztünk ahhoz az antimaterialista téveszméhez, hogy a tudat előbbre való, nélküle a materiális világ nem létezik. Könnyű a bemutatott példán megmutatni, hogy ez nem így van, mert a részecskének a C ponton a fizika alaptörvényei értelmében minden megfigyelés nélkül is át kell haladnia.

Ugyanis az A-ból kilépő ismert impulzusú részecske erőmentes és mint ilyen, ha nem az AB egyenesen fekvő C ponton menne át, hanem egy más, az egyenesen kívül fekvő C_1 ponton, ez csakis irány –, azaz impulzus változás révén történhetne. Az erőmentes szabad térbeli részecske impulzusára azonban érvényes a mikrofizikában is alapvető impulzusmegmaradási tétel. Az a feltevés tehát, hogy a részecske nem C ponton megy át az impulzus megmaradás törvényének tagadása nélkül nem lehetséges. Mivel az AB egyenesen végtelen sok C-hez hasonló pont található, a pálya léte sem tagadható az impulzus megmaradás tételének tagadása nélkül, mint azt Heisenberg és antimaterialista követői teszik. Ennek megállapításához semmilyen mérés nem szükséges, mert spekulatív úton eldönthető.

Így visszaérkeztünk oda, hogy más kategória a materiális világ, amiben a szabad erőmentes részecskének határozott pályája van, és más a tudatunkban matematikai fikciókkal erről alkotott, mérési zavarás miatt határozatlan kép. Ilyen absztrakt kép látszólag a materializmussal szemben is állhat, de ez a materiális világ létezését egy percig sem teheti kétségesé vagy a tudatunk tartalma mögött másodlagossá. Ha a fizika célja a valóságos tér-időbeli világ leírása és törvényeinek megismerése, úgy a mikrofizika absztraktnak leírásán kívül egy másik valós spekulatív leírásnak is léteznie kell, mely az individuális

mikrorészecskék valós tulajdonságain épül fel, és amely az absztrakt leírásnak még rejtett paraméterek segítségével sem képezheti részét. A valószínűség a leírásba legfeljebb a határfeltételek ismeretének hiányában kerülhet bele, de nem intrinzikusan. E leírásba a mérési zavarást mint perturbációt bevezetve, az absztrakt leírást kell visszanyernünk. A fizikusok töredéke, köztük Einstein és de Broglie és tanítványai valami ehhez hasonló kutattak és kutatnak igen mérsékelt sikerrel. Vajon a komplementaritás okozta tudatzavar és a kutatási kapacitásoknak az absztrakt irányzat általi lekötöttsége mennyire felelős ezért a sikertelenségért?

A felhozott példában az A pontbeli peremen az impulzus határozott volta nem azt jelenti, hogy emissziónál az impulzus irány és nagyság szerint számszerűen is ismert. A véletlen irányokba emittált részecskéknek bár határozott pályájuk van, de ez a peremfeltételek véletlen jellege miatt előre nem determinálható. A valószínűség tehát nem a pálya nem-létezése miatt, hanem a peremfeltételek véletlen jellegén keresztül kerül bele a leírásba. Így a materiális pálya tagadása és a hozzáfűzött irracionális, antimaterialista filozófiai következtetések is elmaradnak.

Bár Heisenberg a spekulatív, szigorú axiómákon nyugvó, de közvetlenül nem megfigyelhető elemeken alapuló leírás jogosságát minden bizonnyal tagadná, ez nem változtat azon a tényen, hogy a sikeres spekulatív leírások a fizikában léteznek. Ezek is azt bizonyítják, hogy a természet megismerésében a mérés és tudatunk csak segédeszközök, melyek a megismerendő materiális valóságot, mely tudatunktól függetlenül is van és létezik, nem előzhetik meg.

8. A HEISENBERG-FÉLE VILÁG NYUGALMI KATASZTRÓFÁJA

A mai mikrofizikának, csakúgy mint más, a korábbiaktól eltérő elméletnek, igen lényeges tartozéka, hogy hogyan illeszkedik bele a korábbi, tapasztalatilag is beigazolódott ismereteinkbe. A relativitás elmélete például a klasszikus mechanikát mint határesetet tartalmazza. A hullámoptika a hullámhossz nullává válásánál a geometriai, azaz a sugároptikába megy át.

A Bohr-féle korrespondencia elv szerint a hullámmechanika a de Broglie-féle $\lambda = h/mv$ hullámhossz nullához tartása esetén a makroszkopikus mechanikába tartozik átmenni. Ennél az átmenetnél az absztrakt mikrofizika határozatlanságának is gyakorlatilag meg kell szűnnie (12. 98). Ezt a következőképpen lehet szemléltetni. Ha a mikro-tömeg m a több nagyságrenddel nagyobb M makro-tömeghez közelít véges v sebességnél, azaz ha $Mv \gg h$, úgy λ gyakorlatilag nulla lesz. Ekkor azonban $M\Delta v \gg h$ lévén, a határozatlansági elv miatt $\Delta x = h/M\Delta v$ is, a klasszikus pálya fogalmával egyezésben, gyakorlatilag nulla lesz. Vagyis, ha a makroszkopikus test mozgási energiája igen nagy $h\nu$ energia-kvantumhoz képest, úgy a klasszikus fizika törvényei jutnak érvényre. Filozófiailag ez odavezet, hogy a materiális világ és a tudatbeli képe gyakorlatilag nem térnek el egymástól, és ezért a klasszikus fizikában a tudat szerepe mint vitatéma fel sem merült.

A felszínen úgy tűnik, hogy ez az okfejtés, legalábbis a fizika szempontjából kifogástalan.

A klasszikus fizika egyik legalapvetőbb évszázados megingathatatlan fogalma: a belső erőkkel megváltoztathatatlan nyugalmi állapot, amikor is egy megfigyelőhöz mereven

rögzített tömeg nem mozog, azaz a megfigyelőhöz képest relatív sebessége $v = 0$. Ha ez a nyugalmi állapot határozatlan volna, azaz $\Delta v \neq 0$, ez azt jelentené, hogy a megfigyelő a $v = 0$ állapotot a hozzá mereven rögzített rendszerben nem tudja konstatálni, vagyis a hozzá mereven rögzített rendszer mozogna, ami olyan ellentmondás volna, mely kizárná a mechanika legősibb ágának, a statikának a létezését.

A mechanika a stabil nyugalmi állapot fogalmán alapul. Ez a fogalom tette lehetővé, hogy a merev rendszer fogalmát és az ilyen rendszerekhez rögzített merev koordináta-rendszerek fogalmát operatív módon definiálni tudtuk. Márpedig ilyen merev, deformációmentes, koordináta-transzformációnak alávethető koordináta-rendszerek nélkül makroszkopikus mechanika, sőt makrofizika sem létezhetett volna. Ha tehát a fizika valamely újabb ága a nyugalmi állapotbeli merevség fogalmának definiálhatóságát tagadná, úgy ez a vonatkoztatási rendszer egyidejű definiálhatatlansága miatt az eddigi fizikai elvek szilárd-ságának tagadásához, azaz teljes nihilizmushoz vezetne.

A klasszikus fizikai világbeli megfigyelő -- minden mérés nélkül -- tisztán merev kapcsolata ismeretében joggal tételezi fel, hogy hozzá képest M makro-tömeget nyugalomban van, azaz $v = 0$, és e nyugalom bizonytalansága is $\Delta v = 0$. A Heisenberg-féle világbeli megfigyelő *a)* vagy tudomásul veszi merev kapcsolatát M makrotömegeggyel, azaz, hogy $v = 0$ és $\Delta v = 0$, mikor is világának törvényei szerint $\Delta x = h/M\Delta v$ bármely nagy véges tömeg esetén is a végtelenhez tart, azaz helyzete teljesen határozatlan lesz, ami a materiális világról alkotott képe teljes káoszt, azaz a tudata és a nyugalom materiális valóságának teljes összeütközését jelenti; *b)* vagy arra az álláspontra helyezkedik, hogy a $v = 0$ és $\Delta v = 0$ állapot a mikrofizikával nem egyeztethető össze. Ez viszont a makrofizika teljes tagadását, tehát a nihilt jelentené.

A Bohr-féle korrespondencia tehát a rendszer sebességétől függetlenül bármely esetben nem teljesül. Ezért itt nem elvről, hanem inkább egyezésről van szó. A nyugalmi makrovilág katasztrofális bizonytalanságát a tudat elsőbbségére épült absztrakt mikrofizika nem képes áthidalni. Az antimaterialistáknak is bele kell nyugodniuk, hogy a tudatunkban határozatlanságokkal terhelt kép és a materiális világ két teljesen különböző kategória, melyek közt bizonyos körülmények közt a határozatlanság lecsökkenése miatt látszategyezések lehetségesek, de azonosság a kettő közt soha nem állhat fent. A szubjektum és az objektum soha nem olvadhat úgy össze, hogy a kettő között a különbség megszűnjön.

Mégis, hogyan lehetne a Bohr-féle korrespondenciát erőszakkal megmenteni és az absztrakt mikrofizikába a makroszkopikus nyugalmi állapotot integrálni? Korábbiakban láttuk, hogy a végtelenben, ahol a gömbhullám síkká simul, az absztrakt mikrofizika a materiális valóságot aszimptotikusan közelíti. Mivel a végtelen nem határozott mennyiség és kétszer végtelen is csak végtelen, ezért az $x \rightarrow \infty$ fogalmához $\Delta x \rightarrow \infty$ értelemszerűen hozzá tartozik. Így a Heisenberg-féle világban a végtelenben a nyugalmi állapothoz tartozó $\Delta x \rightarrow \infty$ nem okoz szemléleti káoszt. A végtelen azonban nem képezi a materiális világ részét és mint olyan csupán a tudatunkban élő határfogalom.

Ez más kiindulásból megerősíti azt az állítást, hogy az absztrakt mikrofizika a részecskétől elég távol a materiális valósághoz konvergál, de azt soha el nem éri. A materiális világ tehát nem tüntethető el az antimaterialista leírással.

9. AZ ABSZTRAKT MIKROFIZIKA ÉS A RELATIVITÁSELMÉLET ELLENTÉTE

Véges sebességeknél a mikro- és makrofizika közti átmenetet a korrespondencia elv biztosítja. Nullát közelítő sebességeknél a korrespondencia legfeljebb a merev koordináta rendszerekről való lemondás árán valósulhatna meg. Ezek nélkül azonban a relativitás elmélete meg sem lett volna fogalmazható.

A merev koordináta-rendszer valamely merev referencia-testtel valósítható meg. Ekkor viszont újabb nehézségbe ütközünk (18. 179). A referencia test tömege ui. vagy mikro- vagy makroméretű. Mikorszkopikus referencia test esetén a koordináta-rendszer helyzete az absztrakt mikrofizika szerint a hozzárögzített testtel együtt határozatlan, és mint ilyen a relativitáselmélet céljaira alkalmatlan.

Ha viszont a referencia test tömege nagy, úgy a relativitáselmélet szerint ott a tér görbültté válik. A jelenlegi mikrofizika ezt a relativitás szempontjából alapvető körülményt képtelen figyelembe venni. Ilyen körülmények közt reménytelen az a várakozás, hogy a jelenlegi mikrofizika és a relativitás között, pár egyezésen felül, valaha is átfogó korrespondencia létesülhessen, és hogy az alapvető elvi ellentétek, melyeknek gyökerei az antimaterialista alapokig nyúlnak vissza, megszűnének.

Az absztrakt mikrofizika szerint, a tér- és impulzuskordinátákra, továbbá az időre és energiára külön határozatlansági elvek érvényesek. A relativitásban alapvető Lorentz-transzformáció szerint azonban a tér-idő koordinátái a sebességtől nem független mennyiségek: ezt a körülményt a határozatlansági elv egyszerűen figyelmen kívül hagyja.

10. ÖSSZEFOGLALÁS

E tanulmány megmutatta, hogy a komplementáris dualitás a mikrofizikába olyan irracionális, antimaterialista elemeket visz be, melyek a szigorú kritikát nem állják. A dualitás komplementaritása látszatának megdőltevel az absztrakt mikrofizika antimaterializmusa elveszti a nagy gonddal összeállított alapját.

A komplementaritásnak a valós világból való kiszorulásával megnyílik az út, hogy materialista elvek alapján, a mainál tökéletesebb és átütőbb mikrofizika legyen kutatható anélkül, hogy ez a jelenlegi elméletnek mint pragmatikus közelítésnek a gyakorlati alkalmazhatóságát és hasznát a fizikában megkérdőjelezné.

Ezután az absztrakt-elméletet, fizikai sikereire való hivatkozással, nem lehet a materialista filozófia ellen fegyverként fordítani, e célra az „éle” kicsorbult. A vallás és tudomány újraegyesítésére és új középkor visszahozatalára sem lesz alkalmas játéktér a mikrofizika. Egy új materialista mikrofizika ki fogja jelölni az absztrakt mikrofizika tényleges viszonyát és korlátait is a materiális valósághoz és a materialista filozófiához képest.

*

11. FÜGGELÉK

A csavarmozgásból nyert határozatlansági összefüggés (lásd 87. o.) más indokolással is nyerhető lett volna.

A mozgás megadott egyenletei végtelen csavargörbét írnak le, melyet $n\lambda$ -val eltolva a görbe önmagára képződik le (λ a menetemelkedés illetve a hullámhossz). Ezt úgy is fel-foghatjuk, hogy a mozgás periodikusan ismétlődik. Periodikus mozgás p_i, q_i konjugált változóikhoz tartozó Sommerfeld-féle kvantum feltétel:

$$\int p_i dq_i = n_i h$$

Ha e feltételt a csavarmozgás tengelyirányú $p_z = mv_z = \text{konst.}$ impulzus összetevőjére alkalmazzuk és az integrálást $n\lambda$ eltolásra végezzük:

$$\int_0^{n\lambda} p_z dz = nh,$$

akkor

$p_z n\lambda = n h$ azaz $\lambda = h/p_z$ de Broglie-féle hullámhosszat nyerjük, ami ezen impulzusösszetevő kvantáltságát fejezi ki. Ha a távolról műszerrel végzett megfigyelés pontatlansága miatt a megfigyelő csak azt tudja megállapítani, hogy a z hely $+\lambda/2$ és $-\lambda/2$ közt és a p_z impulzus értéke $+p_z/2$ és $-p_z/2$ közt van azaz $\Delta z = \lambda$ és $\Delta p_z = p_z$ akkor

$$\Delta z \cdot \Delta p_z = h$$

A pálya határozott volta és ennek megfigyelt és a határozatlansági összefüggésben rögzített határozatlansága olyan paradoxon, melyet csak az old fel, ha az objektíve létező pálya és az arról tudatunkban alkotott határozatlan kép két egymástól független és különálló kategória.

Az absztrakt mikrofizika állítása, hogy a határozatlansági elv a határozott pályát, sőt a pálya létezését is kizárja tehát nem lehet igaz, mert ez a határozatlanság csak a pálya tudatbeli képére vonatkozhat.

IRODALOM

- (1) J. Wigner: Válogatott tanulmányok Gondolat Kiadó Bp. 1972.
- (2) G. A. Szvecnyikov: Okság és állapot-összefüggés a fizikában Gondolat Kiadó Bp. 1974
- (3) J. V. Szacskov: A kvantummechanika materialista értelmezéséről Gondolat Kiadó Bp. 1961
- (4) A. Müller: A kvantummechanika filozófiai kérdései Gondolat Kiadó Bp. 1974
- (5) K. R. Popper: The Logic of Scientific Discovery Hutchinson London 1959
- (6) M. Bunge: Strife about Complementarity I & II The British Journal for the Philosophy of Science Vol. VI. May 1955 1–12; Aug. 1955 141–154
- (7) B. Fogarasi: Kritik des Physikalischen Idealismus Aufbau Verlag Berlin 1953
- (8) B. Fogarasi: Logika 4. kiadás Akadémiai Kiadó Bp. 1958
- (9) W. Heisenberg: Válogatott tanulmányok Gondolat Kiadó Bp. 1967
- (10) L. de Broglie: Sur les véritables idées de base de la Mécanique ondulatoire Comptes Rendus de l'Académie des Sciences Paris t. 277 (16 juill. 1973) série B 71–73

- (11) L. de Broglie: Non-Linear Wave Mechanics Elsevier Amsterdam 1960
- (12) M. Born: Atomic Physics Blackie & Son London 1944
- (13) A. Landé: From Dualism to Unity in Quantum Physics Cambridge 1960
- (14) M. Planck: Theorie der Wärmestrahlung Barth Leipzig 1966 6. Auflage
- (15) J. Horváth: Optika Tanöknv Kiadó Bp. 1966
- (16) J. von Neumann: Mathematische Grundlagen der Quantenmechanik. Die Grundlagen der Mathematischen Wissenschaften Bd. 38. New York 1943
- (17) E. Persico: Fondamenti della Meccanica Atomica Zanichelli Bologna 1945
- (18) A. Eddington: Relativity Theory of Protons and Electrons Cambridge 1936
- (19) E. Whittaker: Aether and Electricity Nelson London 1953
- (20) W. Heisenberg: A rész és az egész Gondolat Kiadó 1978
- (21) G. Heber–G. Weber: A modern kvantumfizika alapjai Műszaki Kiadó Bp. 1964.