

A MODERN FIZIKA NÉHÁNY FILOZÓFIAI PROBLÉMÁJÁRÓL*

JÁNOSSY LAJOS

I

A modern fizika problematikájával kívánunk foglalkozni. Nem felesleges bevezetésképpen rámutatni, hogy léteznek a fizika területén lényeges, meg nem oldott problémák, és pedig nem valahol a modern fizika »szélén«, ahol a fizikai részletkutatások folynak, hanem alapvető, a modern fizika problematikájában centrális helyet elfoglaló kérdések nincsenek tisztázva.

A Filozófiai és Természettudományi Munkaközösség előtt fontosnak tartom hangsúlyozni, hogy itt olyan kérdésekről van szó, amelyek megoldásához filozófusok és fizikusok szoros együttműködése szükséges. A problémák nem tisztán filozófiai problémák és nem is tisztán fizikai problémák, ily módon tehát a problémák konkrét felvetéséhez, különösen pedig megoldásához filozófiai és fizikai részletismeretek szükségesek.

II

Ha a modern fizikai irodalmat tanulmányozzuk, akkor különösen egyes vezető fizikusok népszerű munkáiból kitűnik, hogy a fizikában és a természettudományban idealisztikus nézetek nagy szerepet játszanak. Ezeket a nézeteket a szorosan vett szakirodalomban is megtaláljuk, de sokkal világosabban és kevésbé leplezetten jelennek meg a népszerűsítésekben. Ezeknek, mint Fogarasi elvtárs többször kifejtette, igen fontos szerepük van. Éppen ezeken keresztül — és pedig nagyobb mértékben, mint szakmunkáikon keresztül — ismertetik az idealista fizikusok világnézetüket és filozófiai felfogásukat. Ilyen szempontból helytelen volna ezeket a népszerűsítő műveket pusztán mint »leegyszerűsítéseket« felfogni. Lényegében kétféle, filozófiailag tarthatatlan felfogással találkozunk az idealista fizikusok táborában; ezek nem függetlenek egymástól: mindkettő idealista irány és összefügg a machizmussal.

a) Mach közvetlen tanítványairól van szó, ezek között mint fizikus Einstein a legkiválóbb. A fizikusok e táborá tagadja a világ objektív létezését.

* A Magyar Tudományos Akadémia Filozófiai Főbizottsága 1954. ápr. 5-i vitaülésén elhangzott vitaindító előadás.

A tagadás egyes esetekben nyílt és a szolipszizmushoz közelálló álláspontot foglal magában, más esetekben szégyenlős módon eltakarva jelentkezik. Ezek az idealista tévedések elferdített interpretációkra vezetnek, de nem okoznak szükségszerűen téves fizikai részleteredményeket. Ezekre az idealista felfogásokra vonatkozik Lenin ismert kijelentése a Materializmus és Empiriokriticismus c. művében, hogy sok jó fizikus van, akiknek egy szót sem szabad elhinni, mihelyt filozófiáról beszélnek. Persze nem minden fizikus fogadja el a machista felfogásokat. Magától értetődik, hogy a Szovjetunióban a dialektikus materializmus álláspontját elfoglaló fizikusok tisztán látnak e kérdésben. De a nem marxista fizikusok között is például Max Planck élesen szembekerült ez idealista elferdítésekkel.

»Az elméleti fizika alapja: reális, az érzékeléstől független folyamatok létének feltételezése. Ezt a feltételezést minden körülmények között fenn kell tartani; valójában még a pozitivista beállítottságú fizikusok is elfogadják. Mert ha ragaszkodnak is az érzékelésnek, mint a fizika egyetlen alapjának elsőlegességéhez, mégis — egy értelmetlen szolipszizmus elkerülése céljából — kénytelenek elismerni, hogy vannak egyéni érzéki csalódások, hallucinációk is, ezeket pedig csak annak a követelménynek segítségével lehet kiküszöbölni, hogy a fizikai megfigyeléseknek bármikor reprodukálhatóknak kell lenniük«. (M. Planck: Die Physik im Kampf um die Weltanschauung, 1953.)

b) A kvantumelmélet megfogalmazása során a huszas évek vége felé filozófiailag rendkívül zavaros nézetek kerültek a modern fizikába. Ezek az új felfogások is lényegében machista felfogások, de sokkal erősebben torzítják a képet, mint a régebbi machista tévedések. Az újabb idealista nézetek, véleményem szerint, már behatolnak a részleteredmények megítélésébe is, és így helytelen részleteredményekhez vezetnek. Itt arról van szó, hogy állítólag a szubjektum és objektum közötti viszonyt a modern fizika szerint új módon kell felfogni. Abból kiindulva, hogy minden méréssel a mérendő objektumot szükségszerűen bizonyos mértékben befolyásoljuk, olyan felfogás alakul ki, hogy az objektum csakis a megfigyelésen keresztül jön létre és így szubjektív idealista kép alakul ki. A hullámfüggvénynek Max Born-tól származó interpretációja legélesebb módon fejezi ki ezt. A Born-féle interpretációból kifolyólag jöttek létre olyan nézetek, amelyek szerint az atomfolyamatok akauzálisak. Hogy milyen formában tagadja a kvantumelmélet kanonizált iskolája a kauzalitást, azt jól láthatjuk pl. Neumann János alábbi kijelentéséből:

»Jelenleg nincs sem indíték, sem mentség arra, hogy a természetben lévő kauzalitásról beszéljünk, — minthogy nincs olyan tapasztalat, amely létezését alátámasztaná, mert a makroszkópiai tapasztalatok erre elvileg alkalmatlanok és az egyetlen, az elemi folyamatokra vonatkozó tapasztalatainkkal megegyező elmélet, a kvantumelmélet ellentmondásban áll

vele». (Johann v. Neumann : Mathematische Grundlagen der Quantenmechanik, 1932, 173. old.)

A szubjektum-objektum viszonyról például Max Born és Pascual Jordan a következőképpen vélekedik :

»Nemcsak a klasszikus makroszkópiai elképzelések a térről, időről és kauzalitásról bizonyulnak elégtelennek az atomfolyamatok terén, hanem még a szubjektumról, objektumról és a realitásról alkotott hagyományos fogalmak is fokozatosan elveszítik szokásos jelentésüket«. (M. Born und P. Jordan : Elementare Quantenmechanik, 325. old.)

»A mérendő mennyiség csak a megfigyelés folyamatában vesz fel meghatározott értéket. A megfigyelés folyamatának az objektív tényállástól való, a klasszikus elképzelési módra jellemző eltávolítása keresztülvihetetlenül válik és az objektív eseményképekben való gondolkodás érvényét veszti...« (Pascual Jordan : Anschauliche Quantentheorie, 308. old.)

Az ezekben az idézetekben kifejezett vélemények egyáltalában nem szélsőséges vélemények, hanem a kanonizált kvantumelméleti iskola szerint általában elfogadott álláspont éles kifejezései.

Sem az újabb, sem a régebbi machista nézetek nem örvendtek általános elismerésnek, még a nem marxista fizikusok körében sem. Jól mutatja ezt a tényt pl. de Broglie véleménye :

»Bohr, aki korszakunk egyik legnagyobb tudósa, de egy kissé a jelenkori fizika Rembrandt-ja, mivel időnkint bizonyos hajlamot árul el a »clair-obscur« iránt, azt mondotta a korpuszkuokról, hogy azok »nem élesen definiált individuumok véges tér-időhatárok között«. (L. de Broglie : La physique quantique restera-t-elle indéterministe? 14. old.)

»A tudományok története azt mutatja, hogy a tudomány haladását mindig gátolták bizonyos koncepciók erőszakos befolyásai, amelyeket végül dogmáknak tekintettek. Ez okból ajánlatos lenne azokat az alapelveket, amelyeket végül további vita nélkül elfogadnak, időnkint igen alapos vizsgáltnak alávetni«. (U. ott, 22. old.)

Schrödingerrel egy fizikai probléma körül levelezésben állok, melynek kapcsán Schrödinger minden levelében élesebbnél élesebb kijelentéseket tesz ebben az irányban. Genfben tartott előadásában hangsúlyozta :

»Az anyagi valóságnak ez a képe ma annyira ingatag és bizonytalan, mint már régen volt. Sok érdekes részletet ismerünk, hétről-hétre újakról szerzünk tudomást. De az alapelképzelésekből olyanokat kikeresni, amelyek valóban biztosak, és ezekből egy világos, könnyen érthető vázat felépíteni, amelyről azt mondhatnánk : ez egészen biztosan így van, ezzel ma mindnyájan egyetértünk — teljesen lehetetlen. Egy széles körben elterjedt vélemény egészen addig megy el, hogy a valóságnak egyáltalában nem létezhet objektív képe bármilyen korábban vélt értelemben. Közü-

lünk csak az optimisták (akik közé magamat is számítom) tartják ezt filozófiai túlkapásnak, egy nagy válság idején tett kétségbeesett lépésnek. Reméljük, hogy a fogalmak és vélemények ingadozása csupán egy heves átalakulási folyamat megnyilvánulása, amely végül is valami jobbhoz fog vezetni, mint az a vad formula-halmaz, amely jelenleg tárgyunkat körülbástyázza». (E. Schrödinger: *Unsere Vorstellung von der Materie*. 37. old.)

III

Vizsgáljuk meg a problémákat a mi szempontunkból. Több felfogás képzelhető el.

a) Az egyik felfogás értelmében a modern fizika filozófiai eltévelyedések ellenére lényegében rendben van és csupán az a teendő, hogy az idealista fogalmazásokat átszilizáljuk anélkül, hogy a fizikai tartalmat bármilyen módon is megváltoztatnók. Egy ilyen felfogás jogosultságát azzal lehetne indokolni, hogy a modern fizika rendkívül sok kvantitatíve helyes, azaz megfigyelés által igazolt eredményhez vezet. E felfogás legerősebb képviselője Fock akadémikus, aki a Bohr, Heisenberg stb. által felállított kanonizált kvantummechanikát lényegében elfogadja, de igyekszik a kanonizált megfogalmazásokat olyképpen módosítani, hogy ezek materialista formát nyerjenek. Egyébként érdemes megjegyezni, hogy Fock akadémikus budapesti látogatása alkalmával kifogásolta az általam használt »kanonizált«* jelzőt, mert ennek a jelzőnek sértő íze van. Fock felfogására később visszatérünk.

b) A Szovjetunióban Fock felfogása és Blohincev felfogása között nagy vita alakult ki. Blohincev szükségesnek tartja új nézeteknek a kvantumelméletbe való bevezetését, de főleg azt vizsgálja, hogy a kanonizált felfogásnak mely része menthető meg. Blohincev felfogását statisztikus felfogásnak szokás nevezni. A statisztikus felfogással a továbbiakban még foglalkozni fogunk; e felfogás képviselői például nálunk Novobátzky, továbbá Amerikában Bohm, bizonyos mértékben ide sorolható de Broglie is. Véleményem szerint e statisztikus felfogás — bár kielégítőbb, mint Fock merev elzárkózása minden újítás elől, — nem teljesen kielégítő, t. i. a statisztikus felfogásban a kvantumfelfogás egészen lényeges részei magyarázat nélkül maradnak. A statisztikus felfogás biztosan jó, addig, ameddig elmegy, de nem képes az egész területet átfogni.

c) Saját felfogásomat, amelyről a múltban már több ízben beszámoltam, messzebbmenőnek tartom, mint Blohincevét, Fock felfogásának ellenpólusát. Az én felfogásom szerint a filozófiai nehézségekből kiindulva ki lehet mutatni, hogy a kvantumelmélet kanonizált felfogása hibát kell hogy tartalmazzon fizikailag is. Hogy ez az én szélsőséges álláspontom helyes-e, vagy sem, az persze

* A német »orthodox« szó értelmében.

ténykérdés, minthogy itt nem egyszerűen interpretációkról van szó. Amennyiben t. i. a kvantumelmélet jelen formájában ténylegesen hibát tartalmaz, úgy ez szükségszerűen kell hogy kísérletileg kimutatható legyen. Véleményem szerint azon kérdések körül, amelyeknél a filozófus által megállapított ellentmondások a legélesebben feltárnak, szükség van részletes kísérletek végrehajtására és ezeknek során meg kell vizsgálni, hogy vajjon a kanonizált kvantumelmélet által előrelátott eredmények mind kísérletileg bizonyíthatók-e, vagy sem.

A helyzet nagyon érdekes, minthogy van egy sor olyan kísérletileg vizsgálható kérdés, amelyre a kvantumelmélet határozott feleletet ad, de kísérleti bizonyításuk vagy cáfolásuk eddig nem történt meg. Intézetemben megindítottam egy kísérletsorozatot azzal a szándékkal, hogy ezen kérdések közül néhányat tüzetesen vizsgáljunk.

Jellemző egyes fizikusok elfogultságára az, hogy sok oldalról azzal a kritikával találkozom, mely szerint tökéletesen feleslegesen pazarolom időmet ilyen triviális kísérletek keresztülvitelére, hiszen az elmélet olyan biztonsággal látja előre a kísérletek eredményeit, hogy kár az időért ezekkel a problémákkal egyáltalában foglalkozni. Én ezt az ösztönszerű ellenszenvet a fundamentális kísérletekkel szemben mély ideológiai okoknak tulajdonítom. Azok a fizikusok, akik igyekeznek lebeszélni, hogy ilyen alapvető kísérletekkel foglalkozzam, ezt — anélkül, hogy tudnák — azért teszik, mert a kísérletek eredménye az ő ideológiájukat veszélyeztetné.

Viszont örömmel tapasztalom, hogy az utóbbi időben a magyar fizikusok részéről fokozatosan mind nagyobb megértéssel találkozom. Így nagy bátorításnak veszem, hogy nemrég a Fizikus Társulat elnöksége határozottan kifejezte érdeklődését kísérleteim iránt.

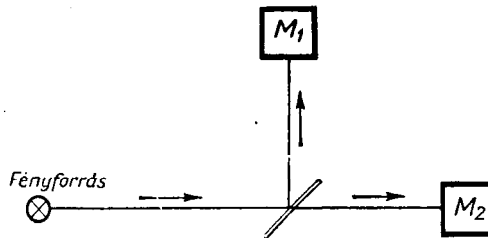
IV

Az érthetőség kedvéért az általunk tervezett kísérletek közül kettőt részletesebben leírok. E két kísérlet egy nagyobb kísérletsorozat kezdetül fog szolgálni, egyelőre azonban nem érdemes a későbbi kísérletek terveiről beszámolni.

1. Igen gyenge fényforrás esetén a fotonokat egyenként lehet számlálni. A fotonszámlálás ú. n. multiplier-rel történik. Ha a multiplier felfogó lemezére csak egyetlen foton is esik, ez a foton elektromos kisülést tud kiváltani, a kisülés pedig jelfogók segítségével észlelhető. A multiplier katódjára eső fotonok nem mind okoznak kisülést. Csak akkor történik kisülés, ha a foton egy fotóelektront vált ki a katódból. A gyakorlatilag felhasznált multiplierekben annak valószínűsége, hogy a látható fény egy fotonja egy elektront vált ki, nagyságrendben kb. egy százalék. Ez annyit jelent, hogy száz foton közül átlag egy vált ki kisülést, a többi 99 pedig elvész. Meg kell jegyeznünk, hogy minden egyes foton ugyanolyan valószínűséggel válthatja ki a kisülést. Ez azt jelenti, hogy egy fotonnak,

ha a katódra esik, vagy sikerül elektront kiváltania, vagy sem, ez azonban független attól, hogy előtte vagy utána hány foton esett a katódra.

Könnyűszerrel előállíthatunk olyan fénysugarakat, amelyekben másodpercenként csak kisszámú foton halad. Egy ilyen gyenge fénysugarat félig áteresztő tükörrre bocsátunk, vagyis egy olyan tükörrre, amely a fénysugarat csak részben veri vissza, részben pedig átengedi. A vizsgálat célja annak megállapítása, hogy mi történik az egyes fotonokkal. Szemléletesen két lehetőséget képzelhetünk el.



a) Minden egyes foton vagy visszaverődik, vagy átmegy a tükroen. Ez azt jelentené, hogy kb. minden második foton visszaverődik és a többi átmegy. Persze, ez nem történik szabályszerűen így, csak átlagban.)

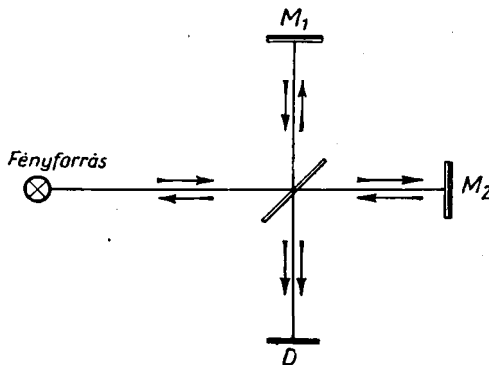
b) Elképzelhető lenne, hogy a tükörrre eső minden egyes foton szétszakad és ily módon »félfotonok« haladnának a két pályán.

Kísérletünkben egy-egy multipliert helyeztünk a szétvált sugár két komponensének útjába. Az a) hipotézis szerint azt kell várnunk, hogy minden egyes foton vagy az egyik, vagy a másik multipliert szólaltatja meg, de véletlen esektől eltekintve, sohasem egyszerre mindkettőt. A b) felfogás szerint viszont a »félfotonok« egyszerre érkeznek a két multiplierre és amennyiben egyáltalán képesek megszólaltatni a multipliert, e megszólalások gyakran egyidőben történnének. Az eddig történt kísérletek, amelyeket Ádám András és Varga Péter* munkatársaim végeztek, azt mutatják, hogy inkább az a) eset áll fenn, mint a b), vagyis minden egyes foton egyben marad és vagy átmegy, vagy reflektálódik. A kísérletek még nem fejeződtek be és az eddig elért ideiglenes eredmények alapján egyelőre nem lehet teljesen kizárni azt a lehetőséget sem, hogy a b) fajta folyamat kivételként előfordulhat. Viszont a mérési hibák figyelembevételével az eredményeket minden nehézség nélkül az a) hipotézis alapján lehet értelmezni. Egyébként a jelenleg elfogadott elmélet értelmében is az a) eredmény várható. Ily módon a fenti kísérlet az elméletnek egy eddig még meg nem vizsgált következtetését támasztja alá.

* Lásd Ann. d. Phys. (sajtó alatt); KFKI Int. Közlemények (sajtó alatt).

2. A második kísérlet az elsőnek folytatása. Itt a multiplierek helyébe rendes tükröket helyezünk el, ily módon a fotonokat újra visszaverjük. A visszavert fotonok újra a félig áteresztő tükörrre esnek (1. ábra), a tükörön a visszatérő komponensek is félig átmennek és félig reflektálódnak; így a sugarak részben visszatérnek a fényforrás felé, de ami érdekesebb, mindkét sugár egy része egyesülve a D ernyő felé halad. A két egyesült sugár interferenciát mutat. Ez azt jelenti, hogy a D ernyőn világos és sötét sávok lépnek fel. Ez az itt leírt berendezés az ú. n. Michelson-féle interferométer. Ilyen interferométert (erős fénnel) általában optikai laboratóriumokban használnak.

Megjegyezzük, hogy a sávrendszer elhelyezkedése igen érzékenyen függ mindkét tükör helyétől. Ha t. i. az egyik tükröt egy hullámhossz negyedrésszel, vagyis kb. $1/10.000$ mm-rel eltoljuk, akkor a sötét sávok eltolódnak és elfoglal-



ják a világos sávok helyét, a világos sávok viszont a sötét sávok helyére kerülnek. A sötét és világos sávok felcserélődnek, függetlenül attól, hogy melyik tükröt toltuk el egynegyed hullámhosszal. Ez azt jelenti, hogy a sávrendszer mindkét tükör helyzetétől függ. A kísérlet célja, hogy megállapítsuk, fellép-e a sávrendszer akkor is, ha a fényintenzitás oly csekély, hogy a fotonok egyenként esnek a berendezésre. A jelenlegi elmélet határozottan követeli, hogy a sávrendszer fellépjen, függetlenül attól, hogy milyen a fényintenzitás. Ha a sávrendszert fényképezni akarjuk, akkor kis intenzitás esetén egyszerűen tovább kell exponálni, mint nagy intenzitásnál. Második kísérletként az elméletnek ezt az állítását fogjuk felülvizsgálni. Nem akarok jóslatokba bocsátkozni ennek a még el nem végzett kísérletnek az eredményét illetően, de a következő nehézségre kívánom a figyelmet felhívni. Ha a fényintenzitás nagyon gyenge, akkor a D ernyőre a fotonok egymás után érkeznek meg. Az időszakaszokat olyan nagynak választhatjuk, hogy az egész berendezésben egyetlen fotonnál több sohasse tartózkodjék egyszerre. Amennyiben az elmélet helyes és az egymás után beeső fotonok az idő folyamán sávrendszert alakítanak ki a D ernyőn, fel kell

tételeznünk, hogy minden egyes foton általában kerüli a sötét sávok helyét és keresi a világos sávok helyét. Ez csak úgy magyarázható, hogy minden foton mindkét tükör befolyása alatt áll, minthogy a sávok helye mindkét tükör helyzetének függvénye. Viszont, amennyiben az első kísérlet eredményét elfogadjuk, minden egyes foton *csak* az egyik tükörrel lépett kölcsönhatásba, — ha reflektálódott, akkor az M_1 helyén lévő tükörrel, ha átment, akkor az M_2 helyén lévő tükörrel —, de nem léphetett kölcsönhatásba mindkét tükörrel. Így e két kísérlet eredménye egymással ellentétes. Biztonság kedvéért nem nyugszunk bele, hogy az elmélet által előrelátott eredmények között ellentét ténylegesen fennáll, hanem az ellentét létezését a gyakorlatban véghezvitt kísérlettel igyekszünk bizonyítani. Az e célra szolgáló második kísérlet előkészítési stádiumban van.

V

Röviden kitérek a fizika problematikájára és az egyes felfogásokat konkrétan világítom meg. A kérdésfeltevés lényege a Schrödinger-féle hullám-függvénynek, az ú. n. ψ -nek az értelmezése. A következő kérdéseket kell megbeszelnünk.

a) Vajjon a ψ -függvény egyetlen részecske mozgását írja-e le, vagy statisztikusan egy részecske-sokaságnak a mozgását?

b) A ψ -függvény egy fizikai mennyiséget ír le, vagy pedig szubjektív jellegű?

E két kérdésre adott különböző válaszok szerint csoportosíthatók a kvantumelmélettel kapcsolatos jelenlegi felfogások.

(1a) Schrödinger eredeti felfogása az volt, hogy a ψ -függvény a részecske térben való kiterjedését írja le. Vagyis Schrödinger úgy képzelte, hogy a részecskék nem pontszerűek, hanem el vannak kenve egy véges térfogatra és $|\psi|^2$ adja meg ez elkent részecske sűrűségeloszlását. Ha a ψ -függvény csak egy pont környékén rendelkezik magas értékkel, e környéken kívül pedig 0, akkor e ψ -függvény közelítőleg egy pontra koncentrált részecskét ír le. Viszont, ha a ψ -függvény nagyobb térfogaton belül véges értékekkel rendelkezik, akkor egy, e területre kiterjedt részecskét ír le. Schrödingernek e szemléletes felfogása nehézségekbe ütközik és — bár nem szívesen — Schrödinger maga is feladta ezt az interpretációt. Két nehézség merült fel.

Először is a Schrödinger által megadott mozgásegyenlet szerint a ψ -függvény majdnem mindig szétfolyik, vagyis, ha feltételezzük, hogy a ψ -függvény ténylegesen a Schrödinger-egyenlet szerint változik, akkor arra a paradox eredményre jutunk, hogy az idő folyamán az elemi részecskék mindig erősebben kenődnek szét. Ilyen szétkenődés ténylegesen előfordul, de kell, hogy ennek megfordított folyamata is valahogyan létezzék, minthogy sok esetben elemi részecskék koncentrált formában észlelhetők.

Másodszor: a ψ -függvény szemléletes interpretációja nagy nehézségekbe ütközik, ha egy kétrészecske-szisztémát írunk le. A Schrödinger-elmélet szerint egy kétrészecske-szisztémában nem mind a két részecske rendelkezik egy-egy ψ -függvénnyel, hanem a kétrészecske-szisztémánál egy ψ -függvény szerepel, amely a két részecske mind a hat koordinátájának függvénye. E függvényt rendes térben nem lehet ábrázolni, legfeljebb egy hatdimenziós térben ábrázolható, de ha egy hatdimenziós tér bevezetésére kényszerülünk, akkor elveszítjük az eredeti felfogás szép szemléletességét.

(1) E nehézségeket a Born-féle hipotézis oldotta meg, vagy jobban mondva, vélte megoldani. A Born-féle felfogás — az, amelyet kanonizált felfogásnak nevezünk — merőben idealista. Born felfogása szerint a ψ egy részecskét (vagy általánosságban egy szisztémát, amely több részecskéből állhat) ír le, de a ψ nem fizikai mennyiség, hanem a mi tudásunkat fejezi ki a részecskéről, vagy a szisztémáról. Born szerint a $|\psi|^2$ nem részecskesűrűséget fejez ki, hanem annak valószínűségét, hogy egy tényleges mérés esetében a részecskét egy bizonyos pontban találjuk. Born szerint csak akkor lehet egy részecske helyzetéről beszélni, ha helyét kísérletileg kimértük és míg a mérés előtt a ψ egy kiterjedt állapotot fejezhetett ki, a mérés után a ψ összehúzódik egy pontra, minthogy a mérés után biztosan tudjuk, hogy a részecske abban a pontban van, ahol megtaláltuk. A megtalált részecske ψ -függvénye a mérés után a Schrödinger-egyenlet szerint megint szétfolyik és egy későbbi időpontban újra nem tudjuk pontosan, hogy hol van a részecske. Ismételt méréssel újra koncentrálnak a ψ -függvényt. Ily módon a részecskék tökéletes szétkenését a mérés megakadályozza. Minthogy Born szerint a mérésnek éppen a szubjektív tudat bekapcsolása lényeges része, paradoxan kifejezve a mi tudatunk tartja össze a részecskét.

Világos, hogy ez a felfogás szubjektivista tévút. Kénytelenek vagyunk feltételezni, hogy a ψ , amely nem más, mint a részecskére vonatkozó tudásunk kifejezője, mégis csak befolyásolja a részecske mozgását és ily módon a felfogás szerint a részecske mozgását a részecskével kapcsolatos ismereteink befolyásolják. Ez persze elfogadhatatlan, egyébként éppen ennek a felfogásnak a következményei vezetnek az állítólagos akauzalitáshoz.

(2) A Fock-féle felfogás. E felfogás szerint a ψ ugyancsak egy részecskét (vagy egy szisztémát) képvisel, viszont a ψ -nek objektív jellege van. A nehézség itt véleményem szerint az, hogy a részecskét pontszerűnek kell felfogni, a ψ pedig térben kiterjedt valami. Fock határozottan tiltakozik az ellen, hogy a ψ -t mint egy kiterjedt fizikai teret fogjuk fel. Különös nehézségre vezet egy többtest szisztéma; ennek ψ -je (mint ezt már a Born-féle felfogással kapcsolatban kifejtettük) egyáltalában nem ábrázolható egy háromdimenziós térben, minthogy a két részecske hat koordinátájától explicite függ és így Fock szerint ez a hatdimenzionális valami (amiről Fock kijelenti, hogy objektív) írja le a kétrészecske-szisztémát. (Saját véleményem az, hogy itt látszattmegoldásról

van szó. Nagyon nehéz elképzelni, hogy egy hatdimenzionális valami képviselje a három dimenzióban mozgó részecskét.)

(3) Blohincev felfogása szerint a ψ egyáltalában nem egy részecskére, hanem egy részecske-sokaság átlagos viselkedésére vonatkozik. Ily módon a fenti nehézség a ψ -függvényt illetően eltűnik. Tapasztalatilag a Blohincev-féle felfogás jól megalapozott és biztosra lehet venni, hogy Blohincevnek igaza van annyiban, hogy a ψ -függvény egyik jelentése tényleg statisztikai. Konkrétan: ha nem egy részecskéről van szó, hanem részecske-sokaságról, például egy elektronnyalábról, amelyben nagyon sok független elektron mozog, akkor ezt a nyalábot egy ψ -függvénnyel leírhatjuk ily módon, hogy a $|\psi|^2$ az elektronok sűrűségét jelenti. A nehézség viszont abban rejlik, hogy kísérletezhetünk egyes izolált részecskékkel is, és a Blohincev-féle felfogás nem magyarázza azokat a tapasztalatokat, amelyeket egyes részecskékkel való kísérletezésekből vontunk le. A Blohincev-féle felfogás különösen az interferencia-jelenséget (például a IV. fejezetben gyenge fénynél fellépő interferencia-sávnak létrejöttét) nem képes konzekvens módon magyarázni és ez azért nagy hiányosság, mert a hullámmechanika és a ψ -függvény bevezetését éppen az interferencia-jelenség tette szükségessé. Blohincev munkásságában pedig egy tiszta részecske-sokaság és egy kevert részecske-sokaság szerepel. E kettőnek definíciója nem világos és véleményem szerint a meg nem oldott problémák e nem világos definíciók mögött vannak elrejtve.

(4) Saját felfogásom az, hogy a ψ -függvény csak közelítőleg írja le a jelenségeket, továbbá, véleményem szerint, a kísérletek azt bizonyítják, hogy az elemi részecskék (elektronok, fotonok stb.) nem pontszerűek. Egy elektron például úgy viselkedik, mint egy kiterjedt felhő. E felhő a körülmények szerint összehúzódhat, például egy 10^{-8} cm átmérőjű területre, vagy kiterjedhet egy 10^{-4} cm-es átmérőjű területre, de semmiképpen sem pontszerű. Ennek a felhőnek a sűrűségét egy függvény fejezi ki, amelyet a -val fogunk jelölni. Az a és a Schrödinger-féle ψ -függvény között szoros összefüggés áll fenn, bár a kettő nem azonos.

A ψ -függvényt tehát helyettesíteni kellene egy a -függvénnyel, amely függvény sokízben a ψ -függvényhez hasonlóan viselkedik, más vonatkozásban pedig eltér tőle; továbbá ez az a -függvény egy részecske mozgását írja le. Olyan körülmények között, amikor az a és ψ közötti különbség lényegtelen, megkapom a régebbi felfogás szerinti eredményeket, feltéve, hogy a ψ egy részecskét ír le. Viszont ellentétben az (1) felfogással, állítom, hogy az a , ill. ψ -függvény objektíve létezik, a (2) felfogással szemben pedig állítom, hogy legalább is az a -függvény ténylegesen a részecskék térbeli eloszlását fejezi ki, vagyis, hogy az elemi részecske nem pontszerű; (3)-ra vonatkozólag azt állítom, hogy a ψ nem más, mint az a -nak valamilyen átlagértéke, azaz a ψ -t úgy kapjuk meg, hogy sokféle lehetséges mozgás eredményét átlagoljuk. Így megvan a kapcsolat a statisztikus felfogással, de lényeges, hogy a részecskék nem pontszerűek.

VI

A valószínűségszámítás szerepe a kvantumelméletben

A kanonizált felfogás szerint a részecskék mozgása a következőképpen írható le :

A részecskét a ψ -függvény jellemzi ; a ψ -függvény jelentése az, hogy a $|\psi|^2$ megadja a valószínűséget, hogy a részecske egy adott pontban található (lásd Born-felfogás). A részecske mozog és eszerint e valószínűség is változik az idő folyamán. A valószínűség itt szubjektíven van fogalmazva, vagyis azt is mondhatnám, hogy a $|\psi|^2$ a mi szubjektív »sejtésünknek« felel meg, hogy hol lehet a részecske. Továbbá, mint már említettük, a kanonizált felfogás szerint, ha egy mérést keresztülviszünk és e méréssel biztonsággal megállapítjuk, hogy hol van ténylegesen a részecske, akkor a mérés után a ψ megváltozott, hiszen most már tudjuk biztosan, hogy hol találtuk a részecskét és eszerint a ψ -függvény összehúzódott egy pontra, t. i. arra a pontra, ahol a részecskét megtaláltuk, mert a mérés után a ψ -nek azt kell kifejeznie, hogy a részecske biztosan e pontban található. Így a mérés a ψ -függvényt lényegesen befolyásolja.

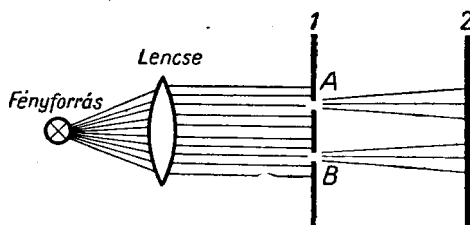
E felfogás ellen a statisztikus felfogás hívei azzal érvelnek (és helyesen érvelnek), hogy itt a valószínűség-felfogásnak egy tökéletesen elferdített formáját alkalmazzák. A valószínűség nem szubjektív mennyiség, hanem objektív, nem a mi tudatunk függvénye, eszerint tehát a fenti felfogás helyett a következőt kellene mondani : ha a ψ -függvény egy részecskét ír le, akkor ezt a részecskét mindenféle helyen meg lehet találni és ha sokszor egymásután azonos körülmények között keressük meg a részecskét, akkor egyszer itt, másszor ott fogjuk megtalálni, többször olyan helyen, ahol a ψ nagy értékkel bír, mint ott, ahol a ψ kis értékű. Így a ψ egy kísérlet sorozat statisztikájára vonatkozik és az, hogy mit találtunk egyes esetekben, nem befolyásolja a ψ -t.

Én egyetértek azzal, hogy a második felfogás a valószínűség materialista felfogását képviseli, az első pedig egy idealista és tarthatatlan valószínűség-fogalommal operál. Viszont — és ezt éppen a materialista fizikusok sokszor nem veszik észre — az első felfogás az idealista elferdítések mellett tükrözi a jelenségek lényegét, míg a második felfogás az idealista nézetekkel együtt a dolog lényegét is eliminálja, t. i. az idealisták által javasolt összehúzódásnak megfelelően valami folyamatnak kell léteznie, úgyhogy a dolgot nem lehet egyszerűen azzal helyrehozni, hogy kijavítjuk a ténylegesen helytelen valószínűség-felfogást. Ha t. i. kiküszöböljük e felfogást, akkor valami más módon be kell vezetni az összehúzódást, ami ténylegesen megfigyelt tényt fejez ki.

Itt kénytelen vagyok a fent elmondottakat egy példával illusztrálni, — e példa különben hasonlít a IV. szakaszban részletesebben tárgyalt interferométer-példára. Tekintsük a következő kísérleti berendezést. Egy kétnyílású ernyővel szemben még egy ernyő vagy fényképlemez van elhelyezve és ezt az

ernyőt az első ernyőben lévő A és B lyukon keresztül megvilágítjuk. Ha a két nyílás közül az egyiket elzárjuk, akkor a fény csak a másikon hatolhat át és a 2. ernyőn a nyitott lyukkal szemben egy világos foltot észlelünk. Ha viszont mindkét nyílást nyitva hagyjuk, akkor nem egyszerűen a két fényfoltot kapjuk külön-külön, a másik ernyőn, hanem a 2. ernyőn komplikált interferencia-kép alakul ki, ahol egyes helyeken az A és B nyíláson keresztülhatoló fény ahelyett hogy összeadódna, kioltja egymást.

Hogyan jön létre ez a kioltás? A fény egyes fotonokból áll, de — és ez kísérletileg bizonyítást nyert (pl. Vavilov) — a sötét hely nem úgy jön létre, hogy az A nyíláson áthaladó fotonok a B nyíláson áthaladó fotonokat kioltják, hanem a sötét helyekre sem az A nyíláson, sem a B nyíláson áthaladó fotonok nem juthatnak el. Minthogy a sötét helyek helyzete kritikusan függ az A és B



nyílások relatív helyzetétől, ebből az következik, hogy minden egyes foton mind az A nyílás, mind a B nyílás befolyása alatt áll, és ez az együttes befolyás minden egyes fotont megakadályoz bizonyos helyek elérésében.

Ez a kísérlet paradoxsá válik, ha összehasonlítjuk a következő második kísérlettel: ha közvetlenül az 1. ernyő mögé fényképlemezt helyezünk, akkor minden egyes foton csak az A nyílás vagy a B nyílás mögött exponálja a lemezt. Tehát a második berendezés azt mutatja, hogy minden egyes foton csakis az A nyílásra, vagy a B nyílásra esik, míg az első kísérlet világosan mutatja, hogy a második ernyőre eső minden egyes foton mind a két lyuk befolyása alatt áll és úgy viselkedik, mintha egyszerre mindkét lyukon keresztülhaladt volna.

E kísérletileg jólismert tűnemény magyarázata a fent vázolt felfogások értelmében a következő:

(1) A kanonizált idealista felfogás. Minden egyes fotont kísér egy ψ -függvény, amely a mi tudatunkat tükrözi. Minthogy kezdetben nem tudjuk, hol van a foton, azt sem tudjuk, hogy az A vagy B nyíláson halad-e keresztül, eszerint a ψ -függvény mind a kettőn keresztülmegy és minthogy a ψ -függvény mégis csak befolyásolja a foton mozgását, a ψ -függvény a fotont bizonyos helyekről a 2. ernyőn elzárja. A megfigyelés összehúzza a ψ -függvényt. Ez a következőt jelenti. Ha mindkét lyuk nyitva van, a ψ -függvény maximumokat és minimumokat mutat a 2. ernyő területén és ha megfigyeljük a foton hollétét, akkor inkább egy maximum helyén húzódik össze, mint egy minimum helyén. Vagyis a fotont nem fogjuk a minimum helyén találni. E felfogás szerint az

interferenciát lényegében az okozta, hogy *nem tudjuk*, hogy a foton az A vagy B nyíláson halad-e keresztül. Ha viszont a kísérlet második formájában a fényképlemezt közvetlenül az 1. ernyő mögé helyezzük és a fényképlemez exponálását megfigyelésnek minősítjük, akkor eszerint a megfigyelés a ψ -függvényt az A vagy B pontba húzza össze, azaz ilyenkor megállapítjuk, hogy a fotont az A vagy a B nyílásban találjuk. Az idealista álláspont képviselői továbbá azt állítják, hogy a két kísérlet között egyáltalán nincs ellentét, minthogy a két kísérletet ugyanazzal a fotonnal úgysem lehet keresztülvinni, hiszen ha a fotont közvetlenül a nyílás mögött elnyeletjük, akkor nem haladhat a második ernyőig és nem vizsgálhatjuk, hogy a foton okozott volna-e interferenciát vagy sem.

(2) Fock felfogása hasonló ehhez, a különbség persze az, hogy az abszurd idealista nézetek ki vannak küszöbölve. Fock szerint a ψ -függvény objektív ugyan, de nem tudjuk megmondani, hogy mi. Viszont a ψ -függvény segítségével kiszámíthatjuk konkrét kísérleti berendezésekkel végrehajtott kísérletek eredményeit. Így Fock szerint, ha a fényképlemez közvetlenül az 1. ernyő mögött van, kiszámíthatjuk, hogy minden esetben vagy A vagy B mögött fog exponálódni a lemez és hasonlóképpen kiszámíthatjuk, hogy ha az 1. és 2. ernyő között nincs akadály, hogy akkor a minimum helyén nem kapunk expozíciót. Fock hangsúlyozza, hogy itt két különböző kísérleti berendezésről van szó és, szerinte, elég, ha ezekkel a berendezésekkel nyert eredményeket külön-külön előre tudjuk látni, de szerinte értelmetlen tovább kérdezni, vagyis arra törekedni, hogy megállapítsuk, hogyan lehetne egy bizonyos mechanizmussal a két kísérleti eredményt szemléletesen magyarázni.

Fock felfogását konkrétbben a következő példával lehet illusztrálni. Igyekeztem figyelmét felhívni arra az ellentmondásra, amely véleményem szerint a IV. részben leírt két kísérlet között fennáll. Tudniillik az első kísérlet kimutatja, hogy külön-külön minden foton vagy reflektálódik, vagy átmegy a félig áteresztő tükrön, de nem szakad szét. Ha viszont a két multipliert tükrökkel helyettesítjük, akkor a D ernyőn interferenciajelenség keletkezik és ez azt mutatja, hogy minden egyes foton mindkét tükrő befolyása alatt áll. Fock határozottan elutasítja, hogy itt bármilyen ellentmondásról lenne szó. Arra az álláspontra helyezkedik, hogy itt két kísérleti berendezésről van szó. Az egyiknél a két koherens sugárkomponens a multiplierekre esik és elnyelődik, a másikonál a koherens komponensek tükrökre esnek és visszaverődnek. Minthogy kétféle a berendezés, kétféle az eredmény is és Fock elegendőnek tartja, hogy az elmélet mindkét esetben képes előrelátni, hogy mi a kísérlet eredménye. Fock továbbá azt mondja, hogy amennyiben mi valamilyen módon meg akarnók vizsgálni, hogy hogyan viselkedik a foton útközben, akkor bele kellene avatkoznunk a kísérleti berendezés működésébe és ily módon csupán egy harmadik, a másik kettőtől különböző berendezésről lenne szó. Ezzel a berendezéssel elért eredmény az elmélet szerint ugyancsak előrelátható, de nem hasonlítható össze az első vagy a második kísérlettel, mivel itt megint más berendezést használtunk.

Fock felfogása eszerint egész élesen az, hogy minden kísérleti berendezést mint tökéletes egységet kell felfognunk, és nincs értelme olyan kérdések felvetésének, hogy mi történik e berendezés belsejében.

A terminológiától eltekintve ez az érvelés gyanúsán hasonlít Bohr érveléséhez. Bohr azt válaszolja erre a kérdésre, hogy hogyan lehet e két kísérletet összehasonlítani, hiszen ugyanazzal a fotonnal nem lehet mindkét kísérletet keresztülvinni, mert ha a foton már megszólaltatott egy multipliert, akkor elnyelődik, tehát nem használható interferenciakísérletre. Bohr azt állítja, hogy mivel ugyanazzal a fotonnal mindkét kísérletet elvégezni nem lehet, nem tudhatjuk, hogy az a foton, amely alkalmas volt a multiplier megszólaltatására, ugyancsak alkalmas lett volna-e interferencia létrehozására. Bohr az egész kérdést értelmetlennek minősíti.

Bohr esetében arról van szó, hogy ő tagadja, hogy a fotont tudatunktól független, objektív törvények irányítják. Eszerint nem tartja ellentmondásnak, hogy a foton másképp viselkedik, ha más kísérletet végzünk. Sokkal élesebben kifejezve: a foton másképp viselkedik aszerint, hogy mit tudunk róla.

Fock nagyon helyesen elutasítja ezt az idealista álláspontot és hangsúlyozza, hogy a foton, mint minden más elemi részecske, objektív törvények szerint viselkedik és egyáltalában nem befolyásolja, hogy mit tudunk róla. Ez így nagyon világos. Azonban ily módon nem jutunk tovább, mint hogy megállapítjuk, hogy létezik egy objektív törvény, de ez a törvény csak egy egész berendezésre vonatkozik és nem alkalmas egy folyamat részleteinek leírására.

(3) A Blohincev-féle felfogás, amennyire értem, nem alkalmas annak megvilágítására, hogy egyes fotonok, bár pontszerűek, mégis mindkét nyílás befolyása alatt állnak; Blohincev azt tárgyalja, hogy mi történik sok fotonnal, de kikerüli az egy-egy foton viselkedésének kérdését.

(4) Az én felfogásom az, hogy az (1) alatt kifejtett idealista felfogásnak egyszerűen az a hibája, hogy képviselői a ψ -függvény összehúzóását mint egy a mi tudatunkban történő folyamatot fogják fel. Véleményem szerint az idealista felfogást úgy lehet helyrehozni, hogy elismerjük, hogy a ψ -függvény (vagy pontosabban a fentebb említett α -függvény) nem a mi tudatunkat, hanem a térben lévő részecskét írja le, és hogy a részecske kiterjedt állapotban esik az 1. ernyőre, de valamilyen módon összehúzódik, ha a fényképlemeznek egy pontját exponálja.

Összefoglalva :

(1) Az idealista Born-féle felfogás meg tudja magyarázni az interferenciajelenséget, de elfogadhatatlan módon. Ennél a felfogásnál fel kell tételezni, hogy tudatunk befolyásolja a részecske mozgását.

(2) A Fock-féle felfogás ezt úgy igyekszik rendbehozni, hogy kiküszöböli az idealista tévedéseket, de egyúttal tagadja annak lehetőségét, hogy a tényleges

folyamatot részleteiben leírhatjuk ; eszerint pl. a jelenségeket egy sokdimenziós tér segítségével kell tárgyalnunk.

(3) A statisztikai felfogás, bár helyes valószínűségi számítási módszereket alkalmaz, képtelen az interferenciát meggyőző módon magyarázni.

(4) Az általam javasolt felfogás szemléletesen magyarázza az interferenciajelenséget. Mivel csak objektíve létező háromdimenziós részecskékkel foglalkozik és objektív törvényszerűségeket tételez fel, materialista, de hiányosságai : 1. e törvényszerűségek részletes formáját nem tudja megadni ; 2. a relativitáselmélettel összeütközik.

Saját felfogásom védelmére viszont megjegyzem, hogy ha a felfogás helyes, akkor kell, hogy létezzen olyan jelenség a természetben, amely a kanonizált kvantumelmélet eredményeivel összeütközik. Ezért legalább elvben megvan a lehetőség felfogásom kísérleti alátámasztására. Amennyiben az ilyen kísérletek sikerrel járnak, e kísérleti eredmények segítségével előrejutna az eddig meg nem fogalmazott új törvények megfogalmazása is.

VI

Összefoglalás

a) A kvantumelmélet helyzetét így látom : az elmélet kanonizált formája a dialektikus materializmus szempontjából mint végleges elmélet nem fogadható el. Az ellentmondások olyan súlyosak, hogy még az olyan polgári fizikusok között is, akik nem állnak a dialektikus materializmus álláspontján, komoly kételyek merültek fel az elmélet helytálló voltát illetően.

b) Véleményem szerint — és ellentétben például Fock akadémikus véleményével — nem lehet szó arról, hogy az elmélet egészében fenntartható volna és csak az idealista elferdítéseket kell rendbehozni.

c) Amennyiben a kvantumelmélet nagy sikerei mellett egyes kérdésekben mégis hibás részleteredményekre vezet, úgy e hibákat feltétlenül kísérletileg kell kimutatni. Ezért nagyon fontosnak tartom, hogy a kvantumelmélet alapelveit tüzetes kísérleti vizsgálat alá vonjuk. Ez annál is fontosabb, mert ideológiai nyomás eredményeképpen ilyen kísérletek — bár nem mindig nagyon nehezek — nem történtek meg, vagy amennyiben megtörténtek, nem eléggé messzemenően.

A jelenlegi helyzet felszámolása érdekében fontosnak tartom a filozófusok, az elméleti és kísérleti fizikusok szoros együttműködését, és ettől várom, hogy a dialektikus materializmus segítségével sikerülni fog a jelenleg nem kielégítő helyzetet mind fizikai, mind filozófiai vonalon felszámolni.

HOZZÁSZÓLÁSOK

Jánossy akadémikus előadását vita követte.

Rényi Alfréd felszólalását azzal kezdte, hogy helyesli Jánossy akadémikusnak azt a felfogását, hogy a kvantummechanika nem lezárt, befejezett elmélet, és foglalkozni kell továbbfejlesztésével és a vitás kérdések tisztázásával. Hangsúlyozta, hogy az ezzel kapcsolatban felmerülő problémák megoldásához nemcsak filozófusokra és fizikusokra, hanem matematikusokra is szükség van, mivel a vitás kérdések egy része a matematikai apparátus helyes interpretációjára, más része meg ennek továbbfejlesztésére vonatkozik. A viták középpontjában a kvantummechanika úgynevezett statisztikus interpretációja áll (helyesebb volna valószínűségszámítási interpretációról beszélni). A valószínűségszámítás materialista felfogása és a valószínűségszámításnak Kolmogorov által kidolgozott korszerű elmélete a fizikusok között ma még nem terjedt el kellően. Ez egyik oka annak, hogy a fizikai idealistáknak a valószínűség fogalmának helytelen, szubjektív értelmezésén alapuló nézeteivel szemben nem tudják kellően felvenni a harcot. Példaként a ψ -függvény ú. n. összehúzódását említette. A fizikai idealizmus képviselőinek ezzel kapcsolatos helytelen állításai mind megcáfolhatók a feltételes valószínűség fogalmának materialista értelmezése alapján. Kifejtette továbbá, hogy véleménye szerint a kvantummechanika statisztikus (valószínűségszámítási) felfogása a jelenleg ismert felfogások közül az egyetlen konzekvens felfogás, mely semilyen ellentmondásra nem vezet. Abból, hogy ez a felfogás ma még nem magyarázza meg részleteiben pl. az elektron-diffrakció jelenségét, véleménye szerint csak azt a következtetést lehet levonni, hogy folytatni kell a vizsgálatokat ebben az irányban. Végül idézte Sz. I. Vavilovnak »A modern fizika filozófiai problémái és a szovjet fizikusok feladatai az élenjáró tudományért vívott harcban« c. munkáját, (magyar fordítását lásd a Magyar Tudományos Akadémia III. osztályának Közleményei IV. (1954.) 1–24-ig), melyben Vavilov kifejti, hogy a valószínűségszámításnak a klasszikus fizikában (statisztikus mechanika) és kvantummechanikában való alkalmazása között nincs olyan lényeges különbség, mint azt sokan állítják. Ezzel kapcsolatban rámutatott, hogy akár a klasszikus fizikáról, akár a kvantummechanikáról van szó, a valószínűség fogalmának csak a dialektikus materializmuson alapuló felfogása vezethet a fizika sokat vitatott problémáinak megoldásához. Reméli, hogy e téren a matematikusok és fizikusok együttműködése a jövőben szorosabbá fog válni.

Fogarasi Béla akadémikus, felszólalásában hangsúlyozta, hogy a vita egyik legfontosabb célja a fizika alapvető problémáival kapcsolatos filozófiai kérdések tisztázása. Filozófusok és fizikusok részvétele ilyen kérdések megtárgyalásában mindkét tudomány fejlődését előmozdítja.

Általános háttere a kérdésnek részint az, hogy a fizikusok többsége egyelőre az idealista álláspont híve, részint pedig az, hogy elsősorban a szovjet fizikusok és filozófusok részéről egyre fokozottabb munka folyik a modern fizika materialista filozófiai értelmezése irányában.

A legfontosabb feladatok egyike a materialista alapgondolat védelme és a szubjektivizmus cáfolata. Döntő cáfolatát kell adnunk a szubjektív idealista elmélet új formáinak, és pedig nem csupán aforisztikus formában, hanem részleteiben és rendszeresen, hogy mindenkit, aki jóhiszeműen közeledik a problémához, meggyőzhessünk álláspontunk igazságáról.

Born azért állítja fel a komplementaritásielméletet, hogy elfedje a kvantummechanikában meglévő ellentmondást. Ebben metafizikus álláspontja nyilvánul meg. Jánossy előadásában éppen az a különösen értékes, hogy ezt az ellentmondást kiélezi. A komplementaritási elmélet tagadja az objektív ellentéteket, de ugyanakkor ő maga logikai ellentmondásban szenved, amely viszont megengedhetetlen. A dialektika szerint nem abszurd dolog a jelenségekben megnyilvánuló ellentétek egysége bizonyos fokon, bizonyos szakaszon, bizonyos vonatkozásban. A feladat éppen az, hogy a kísérletek által demonstrált ellentétek egységének sajátosságait kutassuk.

A ψ függvény értelmezésénél jelen pillanatban csak hipotézisekről lehet szó, de hipotézisek felállítása teljesen jogosult és velük kapcsolatban optimista álláspontra kell helyezkednünk, amíg a hipotézis ellen tények nem szólnak.

Pál Lénárd elmondotta, hogy személyesen tapasztalta a Szovjetunióban, hogy a filozófusok, fizikusok és matematikusok összefogásától milyen jelentős eredmények születnek és itt nálunk is örömmel kell üdvözölnünk ezt a kezdeményezést.

Ismertette a moszkvai és leningrádi egyetemen dolgozó fizikusok álláspontja közötti különbségeket.

Rényi A. hozzászólásával kapcsolatban megjegyezte, hogy a valószínűségnek a klasszikus mechanikában és a kvantummechanikában alkalmazott materialista fogalmai között valóban nincs különbség, ha a fogalmak filozófiai tartalmát vizsgáljuk, de lényeges különbség van közöttük abban, hogy milyen fizikai tartalom áll az egyik és milyen a másik fogalom mögött. A klasszikus statisztikában a rendszert jellemző összes fizikai mennyiségekre felírhatunk egy együttes eloszlás-függvényt, ezzel szemben a kvantummechanikában nem lehet felírni olyan állapot-függvényt, amely egyszerre tartalmazza argumentumában az impulzus- és koordináta-változatokat. A klasszikus fizikában az elemi törvények előbb voltak ismeretesek, mint a statisztikus törvények, a kvantummechanikában pedig éppen fordítva: az elemi törvények az ismeretlenek. A soronkövetkező leglényegesebb feladat éppen ezeknek az elemi törvényeknek a vizsgálata. Ezért fontosak Jánossy kísérletei. Blohincev felfogásának pedig éppen az a gyenge pontja, hogy eltakarja az elemi törvények megismerésének soronlévő feladatát.

Végül megemlékezett Terleckij törekvéseiről, aki a kvantumelmélet nem lineáris általánosításában reméli megtalálni a probléma megoldását. Igen érdekes, hogy a formális koncepció elméleti oldalról egybeesik Jánossy törekvéseivel.

Szamosi Géza : A marxista filozófiának egyik lényeges tulajdonsága, hogy ellensége minden dogmatizmusnak. Ezért eleve helyeselni lehet Jánossy elvtársnak azt a törekvését, hogy a kvantumelmélet alapjaiban rejlő néhány kétségkívül problematikus kérdést ne tekintsen eleve elintézettnek, hanem e kérdések eldöntésére a tapasztalatot hívja segítségül, azaz a kérdésekre a választ elsősorban a kísérleti eredményektől várja. E kísérletek elvégzése rendkívül fontos, ezek mély bepillantást engedhetnek egyes elemi részek viselkedésének részleteibe, másrészt bizonyosra vehető, hogy a kvantumelmélet statisztikus felfogása — ha sok részecske szerepel a vizsgált folyamatban — helyes felfogás.

Rényi elvtárs vetette itt fel azt a kérdést, hogy vajjon nem lehet-e megelégedni a statisztikus felfogással és vajjon szükséges-e további ismeretek szerzése. Rényi elvtárs nemlegesen válaszolt e kérdésre, kijelentve, hogy az elméletet nem lehet hiányosnak nevezni azért, mert statisztikus jellegű, és állításának bizonyítékául hivatkozott a klasszikus statisztikai mechanikára, melyről valóban senki sem mondhatja, hogy kiegészítésre szorulna. Itt azonban egy alapvető tévedés rejlik. T. i. az, hogy statisztikus mechanika a mechanika elemi törvényének teljes ismeretében épült ki. A mechanika axiómáin alapszik. A kvantummechanika statisztikája az egyes elemi részek viselkedését megszabó elemi törvény ismeretlenségének következtében alakult ki, mint szükséges megoldás. E helyen most megkockáztatja azt az állítást, hogy a kvantumelméleti idealizmus lényegében mindig az a nézet, hogy a statisztikus felfogás nem az elemi törvények ismeretének, hanem maguknak e törvényeknek a hiánya miatt alakult ki. Ez az a pont, ahol sok materialista fizikus téved és azt hiszi, hogy az idealizmus és materializmus kérdése a kvantumelméletben csupán interpretáció kérdése. Mint látható, kezdetben valóban az, de ha helyesen interpretálunk, akkor arra kell bukkannunk, hogy a valódi kérdés még megoldatlan és törekednünk kell a megoldásra. Ez pedig már nem interpretáció kérdése.

Ezek alapján úgy gondolja, hogy Jánossy elvtársnak az az állítása, hogy e materialistának mondható statisztikus álláspont elkeni a probléma velejét az idealista nézettel szemben, mely nem keni el, csak helytelenül oldja meg, teljesen helytálló. Nagy tévedés volna, ha egy materialista fizikus feladatát egy jó érvekkel körülbástyázott erődbe való behúzóadásban látnánk, nem törődve azzal, hogy a probléma kívül marad. Az igazi materialista természettudós nem azzal »védi« a materializmust, hogy az idealista érveit megcáfolja és visszaveri, hanem azzal, hogy valóban megoldja a problémát. Az itteni kezdeményezés ebbe az irányba mutat, s ezért helyesnek tartaná, ha a jövőben konkrét feladatokkal folytatódna.

Nagy Lajos : A dialektikus materializmus nem tudományok felett álló tudomány, hanem olyan általános módszer, amely egyrészt behatol a szaktudo-

mányokba, másrészt állandóan gyarapodik, fejlődik a szaktudományok előrehaladásával. Ma az a feladat, hogy tudatosítani kell ezt a behatolást a fizika területén. A filozófusoknak történetileg felül kell vizsgálniuk a fizika egyes alapfogalmainak változását. A modern fizikában ugyanis az idealizmus egyik behatolási formája, hogy atomi folyamatok értelmezésénél a klasszikus fizika fogalmival operálnak. Ha elemezzük a fizika fogalom-rendszerének történeti mozgását, ezzel segítjük túlhaladni a fizika azon merev fogalmainak korlátját, amely magátolja a fejlődést. Jánossy tervezett kísérletei is ezt jelentik: a megcsontosodott, kanonizált nézetek kritikai felülbírálását. Jánossy felfogása Fockéhoz és Blohincvéhez képest következetesebben materialista, mert nem mond le az egyes részecske viselkedési törvényszerűségeinek kutatásáról.

A Schrödinger-féle ψ -függvény tökéletesítése csak azon az alapon indulhat el, hogy elismerjük, hogy a hullám és a korpuszkula objektív ellentmondás. A probléma ezen ellentmondás egységének megismerése, amely egyrészt kísérleti, másrészt ismeretelméleti, visszatükrözési probléma.

A kvantum-elmélet területén a matematikai apparátus technikailag bonyolult és logikailag még nem eléggé egyszerű. Most van azon az úton, hogy egyszerűbbé váljék. A feladat olyan matematikai apparátus megteremtése lenne, amely egy részecske viselkedését és mozgási törvényeit tudja visszaadni.

Lukács György akadémikus hozzászólása kiemelte, hogy olyan helyzetben vagyunk, amikor valóságos tudományos problémák feltárása alapján lehetővé válik a problémában rejlő filozófiai vonatkozások kifejtése és ezzel segíteni tudjuk a tudományt előrehaladásában a megoldás felé. A filozófiai munkában nagyon fontos, hogy ilyen gondosan előkészített anyag szolgáljon a vita alapjául és ne mindenféle szakismeret nélkül folyjék a filozofálás.

A statisztika kérdésével kapcsolatban Lukács György arról beszélt, hogy a dekadens burzsoá filozófiára jellemző, szemben az aristotelési vagy hegeli, de különösen a marxista filozófiával, a kategória-rendszer elszegényedése és egy jellegzetes munkamegosztás kialakulása. Ez a munkamegosztás abban nyilvánul meg, hogy az általános, különös és egyes kategóriáit, amelyek a valóság minden területének dialektikus kategóriái, szétválasztják és az ú. n. szellemi tudományok csak az egyessel, a természettudományok pedig az általánossal foglalkoznak. Ez a társadalomtudományokban irracionalizmust idéz elő. A fizikában viszont az egyes problémájának mellőzése a fizika továbbfejlődését akadályozza és egyben hozzájárul a filozófiai gondolat elszegényedéséhez is. Jánossy törekvéének éppen az a jelentősége, hogy felveti az egyes korpuszkulák mozgásának kérdését, és ezzel helyeződik bele igazán az egész kérdés a materialista valóságba.

Jánossy Lajos akadémikus zárószavában válaszolt a hozzászólásokra, egyetértését fejezte ki azokkal. Rényi A. hozzászólására reflektálva kifejtette, hogy a probléma, amiről szó van, nem valószínűsítésszámítási, hanem fizikai természetű. Nem arról van szó, hogy miképpen számolunk, hanem kísérletileg bizonyított ellentmondó tények magyarázatáról. Véleménye szerint a megoldás útja az

ellentmondások kiélezése és további kutatása, szemben azoknak az álláspontjával, akik az ilyen kutatást feleslegesnek tartják. Igaz az, hogy elképzelései jelen pillanatban nincsenek matematikai formulákba öntve, de ezekkel várni kell a kísérletek befejezéséig.