

Etesi Gábor

Miért érthető nehezen a modern fizika?

Elveszett és megtalált gondolatok

Ma már közhelyszerű kijelentés, hogy az európai kultúra látszólag független pontja-in, mint amilyen a filozófia, matematika, fizika, zene, képzőművészetek, pszichológia, egyszerre és hirtelen forradalmi változások történtek a XX. század elején. E változások legjellemzőbb tulajdonsága, hogy „minden érthetlenné vált”.

A modern fizika talán az egyik legdrámaibb példa erre. Tömören szeretnénk áttekinteni, hogy mi módon alakult át a fizika kérdezés- és problémamegközelítés-technikája: megtanultunk rákérdezni a sok ugyanolyanban fellelhető általánosra, de szem elől tévesztjük az egyedit. Nem értjük a kölcsönhatást, viszont (újra) felfedeztük a komplementaritást.

KLASSZIKUS ÉS MODERN FIZIKAI LEÍRÁS

Egy „fizikai elmélet” nem más, mint a természet valamely szempont alapján összetartozónak vélt jelenségeinek matematikai modellezése. Megfordítva, így is fogalmazhatunk: a „fizikai elmélet” olyan *szintaktikailag* és *szemantikailag* értelmezett modell, melynek szintaktikáját a matematika jelölésrendszere és következtetési szabályai alkotják, szemantikáját pedig a modellben megjelenő matematikai struktúrák fizikai fogalmakkal való megfeleltetése adja. Ez utóbbi szintet nevezhetjük (szűkebb értelemben vett) *megértésnek*.

Tudománytörténetileg szokás beszélni *klasszikus* és *modern fizikáról*. Klasszikus fizika alatt a XVII–XIX. század folyamán létrejött klasszikus mechanikát, elektrodinamikát, valamint a termodinamikát értjük. Modern fizika gyűjtőnévvel pedig a XX. század első felében szinte robbanásszerűen megszületett speciális és általános relativitáselméletet, a kvantummechanikát, valamint a kvantummező-elméleteket illetjük. Felvetődhet a kérdés, hogy a klasszikus, illetve modern jelző csupán tudománytörténeti jelentőségű, vagy pedig netán mélyebb különbségre utal.

Ha a speciális és általános relativitáselméletet a klasszikus fizikai leírás kiteljesedésének tekintjük, s ezáltal a klasszikus fizika körébe utaljuk, akkor a két jelző valódi, mély különbségre utal.

Mind a klasszikus, mind a modern fizika modelljeinek szintaktikáját a matematika egyes fejezetei adják, tehát ezen a szinten különbséget nem találunk. Szemantikai szinten azonban már igen: a klasszikus fizikai modellek szemantikája jól ismert fogalmakat használ, sőt ezen fogalmak ismerete csupán a „józan ész” határain belül elegendő az elméletek megértéséhez. Ezek a fogalmak pl. a hely, idő, mozgás, lendület, tömeg, sebesség, gyorsulás, erő stb.

A kvantumelméletben viszont a helyzet lényegesen más. Ezt világosan mutatja az a megjegyzés, hogy míg a kvantummechanika szintaktikája már 1932-re kész is volt

és azóta is változatlan,¹ addig szemantikája máig is élénk vita tárgya. Ugyanis a kvantummechanika matematikai formalizmusának interpretálásakor beszélünk kell olyan ismeretlen, illetve eddig csupán elnagyoltan értett dolgokról, mint pl. „kvantummező”, „mérés”, „kölcsonhatás” vagy „szuperpozíció”.

A kvantummezőről való beszédtechnikát Niels Bohr fejlesztette ki és *komplementaritási elv*nek nevezte el (BOHR 1984). Bizonyos kísérleti szituációkban egy kvantummező részecskeként viselkedik, másokban viszont hullámként. Javaslatára szerint ezek az egymásnak klasszikusan ellentmondó képek valójában kiegészítik egymást, s e képek felhasználásával kell megkísérlelnünk utalni a kvantummező „igazi”, „kimondhatatlan” tulajdonságaira.

Említsünk meg egy másik nehézséget is, amely a méréssel kapcsolatos. A kvantummechanikát teljes elméletnek gondoljuk annak ellenére, hogy egy konkrét kísérlet kimeneteléről nem tud számot adni, éles ellentétben a klasszikus leírással. Pontosabban fogalmazva, kijelentéseket tudunk tenni arra vonatkozólag, hogy nagyon nagy számú, ugyanolyan módon előkészített és végrehajtott kísérlet során mi lesz a mérés végeredménye „nagy átlagban”. Vagyis, egyetlen kísérlet kimeneteléről csupán valószínűségeket tartalmazó állítás tehető. Megelégedhetünk-e ezzel? A szokásos indoklás az, hogy a kísérletező magával a méréssel durván és elkerülhetetlenül beavatkozik a kísérlet lefolyásába, ellenőrizhetetlen módon befolyásolva annak kimenetelét. Ebben a kontextusban a mérés mint kölcsönhatás jelenik meg.

KVANTUMELMÉLET ÉS JUNG PSZICHOLOGIÁJA

C. G. Jung a modern pszichológia egyik atyjaként ismert, Wolfgang Pauli Nobel-díjas osztrák fizikus pedig mint a kvantummechanika egyik meghatározó alakja, kidolgozója. Kevésbé köztudott, hogy Pauli Jung egyik páciense, később pedig munkatársa volt több mint húsz éven át. Sokat dolgoztak együtt a kvantummechanika és a jungi lélektan fogalmai közti váratlan, meglepő párhuzamok megértésén.

Pauli egyik írásában felveti, hogy természettudományos fogalomalkotásaink könyűségének, nehézségének, illetve általában vett továbbfejlődésének megértéséhez hasznos lehet, ha megvilágítjuk e fogalmak pszichológiai eredetét (PAULI 1952). Felveti a gondolatot, hogy jól működő fogalmaink nem mások, mint a pszichében örökösen meglévő, annak szerkezetét adó struktúrák, az ún. *archetípusok* „felöltöztetései”, vagyis aktuális tapasztalatokon alapuló újraértelmezései. Példaként egy izgalmas tudománytörténeti határfigura, Johannes Kepler tudományos fogalmainak alakulását veszi: hogyan jutott el Kepler az archaikus-alkímiai, illetve keresztény képi, fogalmi rendszer újraértelmezésével modern természettudományos fogalmakig.

Egy leírás, megragadás „könnyű”, ha a szükséges archetípusok tudatosak, vagyis a psziché evolúciója során (amit Jung *individuum*ációnak hív) már tudatosultak (nevezhetjük ezeket „fogalmaknak”); ellenkező esetben „nehéz”: ha a szükséges archetípusok még nem vagy csak félig tartoznak a tudat fénykörébe. Ilyen értelemben a kvantummechanika nehéz. Régi tudományok gyakran fejezik ki magukat ellentmondásos képekben, ha olyasmire akarnak utalni, ami nem elgondolható, de valahogyan mégis tapasztal-

¹ Neumann János „Mathematischen Grundlagen der Quantenmechanik” c. könyvének 1932-es megjelenésétől datálhatjuk a kvantummechanikát mint matematikailag kész, precíz formalizmust. Magyarul NEUMANN 1980.

ható. Viszont ezeket az ellentmondásos képeket komplementernek gondolják el. Talán ezért fedezte fel újra a kvantummechanikai leírás a komplementaritást.

Ezt az elképzelést következetesen végiggondolva arra jutunk, hogy megismerés azért lehetséges egyáltalán, mert a psziché már eleve olyan, hogy tartalmazza a külvilág egyfajta negatív lenyomatát. Minden tapasztalatunk egy kulcs, mely egy zárat nyit a pszichében. A természet, a *physis* nem más, mint a lélek, a *psyche* kívülről nézve, s fordítva: a *psyche* nem más, mint a *physis* belülről tekintve. Talán ezzel magyarázható az a különös, hátborzongató és tulajdonképpen evolúciósan nem indokolható érzés, amely akkor fog el bennünket, amikor az éjszakai égboltra feltekintünk: saját pszichénk ismeretlen mélységeibe pillantunk. Nem ismerjük teljesen a minket környező világot, mint ahogy a pszichét sem.

Viszont ha ez így van, akkor egyáltalán mennyire racionális (értelmi) tevékenység a megismerés? Elképzelhető, hogy a psziché egyéb funkcióit (pl. az érzelmeket, álmotévékenységet) is be kell vonnunk a világ teljes megismerésébe? A legújabb alvászelméletek szerint például egyre inkább úgy tűnik, hogy az ébrenlét, álmodás, öntudatlan alvás mind a psziché egyenrangú komplementer állapotai (JOUVET 2001). A kérdés szépirodalmi fölvetése is érdekes (LEM 1977).

Jung egyik megjegyzése kapcsán térjünk vissza a kvantummechanika fentebb említett másik, s talán legvitatottabb tulajdonságára: az egyedi kísérletek kimenetelének megjósolhatatlanságára. Látszólag kárpótol minket az, hogy sok ilyen kísérlet kimeneteléről viszont precíz statisztikus kijelentések tehetők. Teljesnek tekinthető-e egy olyan leírás, mely egyetlen eseményről nem tud nyilatkozni, hanem csak sok ugyanolyanról?

Úgy tűnik, hogy itt egy általános tudománytörténeti jelenséggel állunk szemben. Az ókori és középkori számmissztikában például az egyes számok egyedi, csak rájuk jellemző tulajdonságait vizsgálták. A modern számelméletben viszont az összes természetes szám *általános* tulajdonságai az érdekesek (aritmológia-aritmetika). A csillagjósolásban egy személlyel kapcsolatban vizsgálták az égboltot annak speciális vonatkozásaiban. A modern csillagászatban az égboltra vagyunk kíváncsiak *általában* (asztrológia-asztronómia). Hasonlóan érvelhetnénk az alkímia-kémia fejlődés esetében is. Mondhatjuk, hogy egy tudomány modern, ha az általánosra kérdez és archaikus, ha az egyedire (FRANZ 1980).

Nagyon sok jelenségnek éppen az a lényege, hogy egyedi, nem ismételtető meg. Ilyen talán az Univerzum vagy a földi élet keletkezése, annak döntő lépései: a mutáció. Vagy netán egy olyan dolog, amely velünk esik meg valamilyen pszichológiai szempontból speciális helyzetben. Kizárhatjuk-e a természettudományos leírásból ezeket a jelenségeket? Illetve, ha vizsgáljuk is, jól „nyúlunk-e” a problémához az általánosra irányuló kérdéseinkkel? Talán a megismételtető kísérletekben, struktúrákban jelentkező „általános” komplementer viszonyban van az egyszeri helyzetekben jelentkező „egyedivel” (mint pl. a hullám-részecske kettősség). Csupán az egyikre irányuló kérdésfeltevés végérvényesen szem elől téveszti a másikat. Ez lehet az oka annak, hogy a mai tudományos megértés számos más dolog mellett nem létezőnek, okkultnak bélyegez például olyan paranormális jelenségeket is, amelyeket Jung *szinkronicitásnak* nevez (JUNG 1952).

KVANTUMELMÉLET ÉS HEIDEGGER FILOZÓFIÁJA

Láttuk, a kvantummechanika szerint az egyedi kísérletek kimenetele megjósolhatatlan; a kvantummechanikai mérés e problematikája a modern megértés egy másik sajátosságára is felhívja figyelmünket: arra, hogy a kölcsönhatás fogalmát nem értjük, végesen el nem gondolhatjuk. Martin Heidegger mutatja ki, hogy a René Descartes-tól származó, a külvilágot objektumként az énnel mint szubjektummal szembeállító felfogás prekonceptiót tartalmaz; fenomenológiailag helyesebb „világban-benne-lét”-ről mint elsődleges világhoz való viszonyulásról beszélni (HEIDEGGER 1989, 19–21. §). A világban-benne-lét egyik természetes *tulajdonsága* a kölcsönhatás mint *megismerés* (HEIDEGGER 1989, 13. §), míg a polarizált descartes-i felfogásban a kölcsönhatás már csak mint rendkívül összetett *follyamat*, mint az objektum és a szubjektum kölcsönös egymásra hatásainak végtelen approximációja gondolható el.

Há a heideggeri ontológia szerint tekintünk szét, akkor tehát a kölcsönhatást mint elemi tulajdonságot kell megragadnunk, s nem mint bonyolult folyamatot, illetve általában sok helyen állapotokat, tehát tulajdonságokat kell látnunk a descartes-i folyamatok helyett. Ez lehet az egyik magyarázata a heideggeri nyelv különösségének, ami a kifejezések főnevesítésében nyilvánul meg (az igék használatával szemben).

Érdekes, hogy a heideggeri filozófia és a kvantummechanika egy kultúrkörben és időben jött létre, s sok problémájuk közös. Mégis, a két elmélet közti közvetlen kapcsolatról mindmáig nem beszélhetünk (WEIZSÄCKER 1980).

IRODALOM

- BOHR, N. 1984. *Atomfizika és emberi megismerés*. Budapest: Gondolat.
- FRANZ, M.-L. v. 1980. *On Divination and Synchronicity*. Toronto: Inner City Books.
- HEIDEGGER, M. 1989. *Lét és idő*. Budapest: Gondolat.
- JOUVET, M. 2001. Az alvás mint a gondolkodás túlsó oldala. In *Alvás és álom*. Budapest: Typotex.
- JUNG, C. G. 1952. Synchronizität als ein Prinzip akausaler Zusammenhänge. In Jung, C. G. – Pauli W.: *Naturerklärung und Psyche*. Zürich: Rascher.
- LEM, S. 1977. *Solaris*. Bukarest: Kriterion.
- NEUMANN János 1980. *A kvantummechanika matematikai alapjai*. Budapest: Akadémiai.
- PAULI, W. 1952. Der Einfluss Archetypischer Vorstellungen auf die Bildung Naturwissenschaftlicher Theorien bei Kepler. In Jung, C. G. – Pauli W.: *Naturerklärung und Psyche*. Zürich: Rascher.
- WEIZSÄCKER, C. F. v. 1980. A modern elméleti fizika és Heidegger filozófiája. In *Válogatott tanulmányok*. Budapest: Gondolat.