

# Miért érthető nehezen a modern fizika?

## ELVESZETT ÉS MEGTALÁLT GONDOLATOK

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

A modern fizika talán az egyik legrámaibb példa. Tömören szeretnénk áttekinteni, hogy mi módon alakult át a fizika kérdés- és probléma megközelítés-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. sz. folyamán létrejött klasszikus mechanikát, elektrodinamikát valamint a termodinamikát értjük. Modern fizika gyűjtőnévvel pedig a XX. sz. első felében szinte robbanásszerűen megszületett speciális és általános relativitás-elméletet, a kvantummechanikát, valamint a kvantummező-elméleteket illetjük. Felvetődhet a kérdés, hogy a klasszikus ill. modern jelzők csupán tudománytörténeti jelentőségűek, vagy pedig netán mélyebb különbségre utalnak?

Ha a speciális és általános relativitás-elméletet 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. Viszont szemantikai szinten 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.

Viszont a kvantumelméletben 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<sup>1</sup>, addig szemantikája máig is élénk vita tárgya. Ui. a kvantummechanika matematikai formalizmusának interpretálásakor beszélnünk kell olyan ismeretlen ill. eddig csupán elnagyoltan értett dolgokról, mint pl. a „kvantummező”, „mérés”, „kölcsönhatás”, „szuperpozíció”.

A kvantummezőről való beszédtechnikát *N. Bohr* fejlesztette ki és *komplementaritási-*

---

<sup>1</sup>Neumann János „Mathematische Grundlagen der Quantenmechanik” c. könyvének 1932-es megjelenésétől datálhatjuk a kvantummechanikát, mint matematikailag kész, precíz formalizmust. Magyarul: *A kvantummechanika matematikai alapjai*, Akadémiai Kiadó Budapest, 1980.

*elvnek* nevezte el<sup>2</sup>. 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 megkísérelnünk utalni a kvantummező „igazi”, „kimondhatatlan” tulajdonságaira.

Említsünk meg egy másik nehézséget is, ami 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 PSZICHOLÓGIÁJA

*C. G. Jung* a modern pszichológia egyik atyjaként ismert, *W. 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 20 éven át. Sokat dolgoztak együtt a kvantummechanika és a jungi lélektan fogalmai közti váratlan, meglepő párhuzamok megértésén.

Pauli egyik írásában felveti, hogy természettudományos fogalomalkotásaink könnyűségének, nehézségének, továbbfejlődésének megértéséhez hasznos lehet, ha megvilágítjuk e fogalmak pszichológiai eredetét<sup>3</sup>. 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 újra-értelmezései. Példaként egy izgalmas tudománytörténeti határ-figura, *J. Kepler* tudományos fogalmainak alakulását veszi: hogyan jutott el Kepler az archaikus-alkímiai, ill. keresztény képi, fogalmi rendszer újraértelmezésével modern természettudományos fogalmakig.

Egy leírás, megragadás „könnyű”, ha a szükséges archetípusok tudatosak (nevezhetjük ezeket „fogalmaknak”), vagyis a psziché evolúciója során (amit Jung *individuációnak* hív) már tudatosultak. Ezt a helyzetet nevezhetjük pszichológiai értelemben vett *megértésnek*. Ellenkező esetben a leírás „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 mégis valahogyan tapasztalható. 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 a megértés nem más mint *megismerés* ill. *felismerés* és egyáltalán azért lehetséges, 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, ami akkor fog

<sup>2</sup>N. Bohr: *Atomfizika és emberi megismerés*, Gondolat Budapest, 1984.

<sup>3</sup>W. Pauli: *Der Einfluss Archetypischer Vorstellungen auf die Bildung Naturwissenschaftlicher Theorien bei Kepler*, in: *Naturerklärung und Psyche*, Rascher-Verlag Zürich, 1952.

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, álom-tevékenységet) is be kell vonnunk a világ teljes megismerésébe? Pl. legújabb alváselméletek szerint egyre inkább úgy tűnik, hogy az ébrenlét, álmodás, öntudatlan alvás mind a psziché egyenrangú komplementer állapotai<sup>4</sup>. A kérdés szépirodalmi fölvetése is érdekes<sup>5</sup>.

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 viszont sok ilyen kísérlet kimeneteléről precíz statisztikus kijelentések tehetők. Teljesnek tekinthető-e egy olyan megértés, mely egyetlen eseményről nem tud nyilatkozni, hanem csak sok ugyanolyanról?

Úgy tűnik, hogy itt egy általános tudománytörténeti jelenséggel állunk szemben. Pl. az ókori és középkori számmisztikában az egyes számok egyedi, csak rájuk jellemző tulajdonságait vizsgálták. A modern számelméletben viszont az *összes* természetes szám *általános* tulajdonságai az érdekesek (aritmológia-aritmetika). A csillagjóslásban 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<sup>6</sup>.

Nagyon sok jelenségnek éppen az a lényege, hogy egyedi, nem ismételt meg. Ilyen talán az Univerzum, vagy a földi élet keletkezése, annak döntő lépései: a mutációk. Vagy netán egy olyan dolog, ami velünk esik meg valamilyen pszichológiai szempontból speciális helyzetben. Kizárhatjuk-e a természettudományos leírásból ezeket a jelenségeket? Ill. ha vizsgáljuk is, jól „nyúlunk-e” a problémához az általánosra irányuló kérdéseinkkel? Talán a megismételhető 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 elöl téveszti a másikat. Ez lehet az oka, hogy a mai tudományos megértés számos más dolog mellett nem létezőnek, okkultnak bélyegez pl. olyan paranormális jelenségeket is, amiket Jung *szinkronicitásnak* nevez<sup>7</sup>.

## KVANTUMELMÉLET ÉS HEIDEGGER FILOZÓFIÁJA

Láttuk, a kvantummechanika szerint egyedi kísérletek kimenetele megjósolhatatlan; a kvantummechanikai mérés e problematikája a modern megértés egy másik sajátosságára: a kölcsönhatás fogalmának nem értettségére, végesen el nem gondolhatóságára is felhívja figyelmünket. *M. Heidegger* mutatja ki, hogy a *R. 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<sup>8</sup>. A világban-benne-lét egyik természetes *tulajdonsága* a kölcsönhatás mint *megismerés*<sup>9</sup>,

<sup>4</sup>M. Jouvét: *Az alvás mint a gondolkodás túlsó oldala*, in: *Alvás és álom*, Typotex Budapest, 2001.

<sup>5</sup>S. Lem: *Solaris*, Kriterion Bukarest, 1977.

<sup>6</sup>M-L. v. Franz: *On Divination and Synchronicity*, Inner City Books Toronto, 1980.

<sup>7</sup>C.G. Jung: *Synchronizität als ein Prinzip akausaler Zusammenhänge*, in: *Naturerklärung und Psyche*, Rascher-Verlag Zürich, 1952.

<sup>8</sup>M. Heidegger: *Lét és idő*, 19.§., 20.§., 21.§., Gondolat Budapest, 1989.

<sup>9</sup>Uo. 13.§.

míg a polarizált descartes-i felfogásban a kölcsönhatás már csak mint rendkívül összetett *folyamat*: mint az objektum és a szubjektum kölcsönös egymásra hatásainak végtelen konvergens sorozata gondolható el.

Ha a heideggeri ontológia szerint tekintünk szét, akkor tehát a kölcsönhatást mint elemi tulajdonságot kell megragadnunk s nem mint bonyolult folyamatot, ill. általában sok helyen állapotokat, tehát tulajdonságokat kell látnunk 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<sup>10</sup>.

Etesi Gábor  
fizikus

---

<sup>10</sup>C.F. v. Weizsäcker: *A modern elméleti fizika és Heidegger filozófiája*, in: *Válogatott tanulmányok*, Gondolat Budapest, 1980.