

Athanasziosz és Bohr

Én nem hiszek Istenben, de tartok tőle.

G.G. Márquez: Szerelem a kolera idején

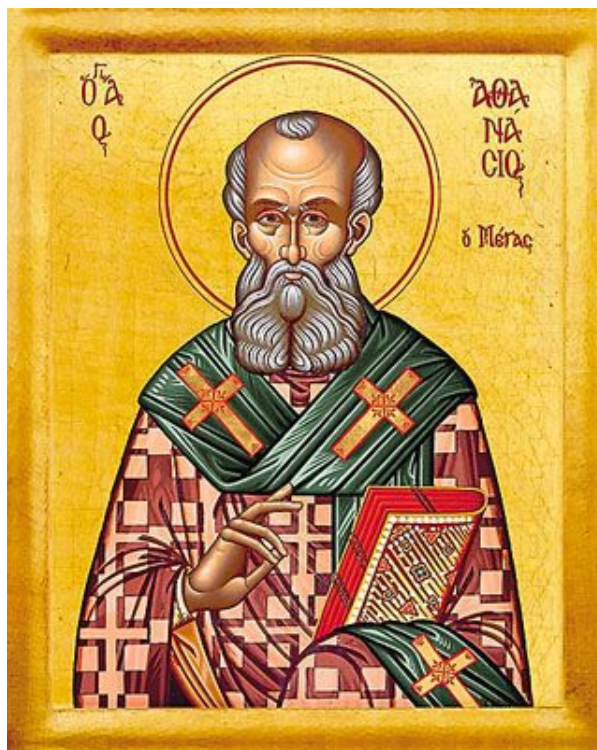
PÁRHUZAMOS ÉLETRAJZOK

Szokás azt mondani, hogy egy szellem- ill. kultúrtörténeti korszak kései, hanyatló periódusa arról ismerhető fel, hogy további új, erőteljes motívumok megjelenése *helyett* ez a szakasz inkább már csak a korábban fölsímt, megfogalmazott, tökélyre fejlesztett szellemi elképzelések, struktúrák szerint a világ „végső” rendszerbe foglalását, ill. az ugyanilyen művészeti formák technikailag egyre csiszoltabb, kifinomultabb, elaprózódó kidolgozásait végzi el. Erre az általában jólműködő szabályra azonban rácsófol *Plutarkhosz*, aki késő hellenisztikus föllépése ellenére is eredetien új módszerrel tudta még frissíteni a görög-római történetírást. Elődeivel ellentétben úgy járt el, hogy időben-térben egymástól ugyan esetleg távol eső, ámde habitusban, sorsbalküldetésben valahogyan mégis nyilvánvalóan összetartozó két történelmi szereplő életrajzait párhuzamba állítva mutatta be. A módszer nemcsak szórakoztató de kiválóan alkalmas arra is, hogy ráirányítsa a figyelmet valamely amúgy nehezen megragadható-megfogalmazható eszme, törekvés stb. meglétére. Ez mint közös motívum domborodik ki az életrajzokból annál jobban, minél inkább különbözik egymástól a két történet amúgy részleteit tekintve.

A plutarkhoszi módszerre egy szokatlan példa: mi a „7”, vagyis az a rendkívül absztrakt és általános fogalom, amit a hetedik természetes számnak nevezünk? Először mondhatjuk azt, hogy a „7” valami olyasvalami, ami megjelenik pl. hét szem alma együttes jelenlétének szemlélésekor. De ekkor még igen sokmindenre gondolhatunk: lehet ez a „pirosság”, a „gömbölyűség” a „zamatosság” stb. is. De ehhez másodszor még hozzá tehetjük azt, hogy a „7” valami olyasmi *is*, ami az előbbin túl egy másik jelenségben: pl. a göncölszekér egyszerre látható hét fényes csillagában is megtalálható. Anélkül, hogy meg tudtuk volna mondani mire is gondolunk, máris jelentősen szűkítettük a lehetséges elképzelések körét, komoly lépést téve maga a „7” felé (de persze még távol vagyunk a vizsgált természetes szám „vegytiszta” megragadásától).

ATHANASZIOSZ

Alexandriai Atanáz vagy *Nagy Szent Atanáz* ill. görögösen *Athanasziosz* 296 körül született Alexandriában és kb. 77 évesen, 373-ban halt meg szintén Alexandriában (l. 1. ábra). Valószínűleg görög származású, jómódú családban nőtt fel és jó oktatásban részesült amiről igen fiatalon írt teológiai művei tanúskodnak. Mindazonáltal gondolkodását valamiféle lassúság és nehézkesség lengi be, ami írásaiban csapongásként, ill. gyakori ismétlések formájában jelentkezik; sőt Miguel de Unamuno egyenesen azt írja, hogy „Athánáz kis műveltségű, de nagy hitű ember volt és – ami a legfontosabb – az ő hite népi hit volt, amely a halhatatlanság éhében gyökerezett.” Részt vett a 325-ben tartott *első nikaiai* (vagy *niceai*) *zsínaton*, amelyen a szentháromságtan központi fogalma, a *homouszia* mellett érvelt, és amelyet ettől kezdve képviselt évtizedeken át rendíthetetlen hittal és erővel legfőképpen *Arius* híveivel szemben, akik a *homoiuszia*-elképzelést támogatták. Ez a zsínat volt a keresztény vallási gondolkodók első ökumenikus – és a kereszténység további



1. ábra. Alexandriai Athanasziosz (a kép forrása: magángyűjtemény, Tassos, XX. sz.).

történetét meghatározó jelentőségű – találkozója. 328-ban Alexandria püspökévé választották, azonban az ariánusok nyomására le kellett mondania sőt veszélyek közepette a városból is száműzetésbe kellett menekülnie; mindez életében még legalább négyszer megismétlődött. Végül Trierben, Rómában, Aquileiában és az egyiptomi sivatagban töltött száműzetések után 362-ben püspökként végleg visszatért Alexandriába és innentől kezdve haláláig az egyház egysége és a nikaiai zsinat hitvallása, az arianizmus elutasítása mellett állt ki. Aszketikus, feddhetetlen életével később kivívta ellenfelei tiszteletét is.

Athanasziosz nagy vetélytársával, *Ariusszal* együtt a IV. században: egy mozgalmas, bonyolultan változó és hanyatló korban élt, amely az utolsó nagy keresztényüldözéstől (*Diocletianus*, 301-304) a kereszténység államvallássá válásáig (*Nagy Konstantin*, 312) ill. Konstantinápoly megalapításán (330) át a Római Birodalom kezdődő és egyre nyilvánvalóbb meggyengüléséig (a római hadsereg veszít a gótok ellen, 378) terjed; megkezdődik a *nagy népvándorlás* (a hunok 375-ben átlépik a Volgát és előzönlük a dél-orosz síkságokat, a Római Birodalom keleti határai felé szorítva az összes germán törzseket); keresztény fanatikusok lerombolják az alexandriai könyvtárat (389), Görögországban megrendezik az utolsó olimpiai játékokat (393). Mindeközben szellemi és politikai erőfeszítések eredményeképpen négy évszázadnyi munkával kristályosulnak, egységesülnek a kereszténység szellemi-intellektuális alapjai; ezeket az elképzeléseket kezdetben csupán néhány egyházatya tartja fontosnak, de fokozatosan megszilárdulnak, elterjednek és előkészítik a kereszténység központi szerepét a Római Birodalom utáni új, akkor még ismeretlen világrendben.

Egy egyházi *hitvallás* a Sentháromság tökéletes, homogén hármas-egységének misztériumával kapcsolatos elvont elképzelések megegyezésen alapuló tehát elfogadott és hitelesített megfogalmazása. Sok ilyen ismert, és ezek a dogma fejlődésének (majd a felvilágosodástól kezdve hanyatlásának) fontos dokumentumai. Pl. kb. az V. századra (tehát jóval *Athanasziosz* halála

után) elkészült az ún. *Athanaszioszi Hitvallás*, vagy *Symbolum Athanasii*. Itt terjedelmessége miatt nem ezt idézzük, hanem az összes hitvallások közül minden bizonnyal a lehető legtömörebbet és legértelmetlenebbet: tehát az egyik legerőteljesebbet és hitre legalkalmasabbat, a XI. toledói zsinat (675) hitvallását:

Nem az az Atya, aki a Fiú, sem a Fiú nem az, mint aki az Atya, és a Szentlélek sem az, aki az Atya és a Fiú; ugyanakkor azonban az Atya az, ami a Fiú, és a Fiú az, ami az Atya, és az Atya és a Fiú ugyanaz, ami a Szentlélek, azaz természeténél fogva egy Isten.

Mégis mit akar ez a kijelentés közölni velünk? Hasonlítsuk össze először sok szempontból egyszerűbb és józanabb, tehát racionálisabb kortárs kijelentésekkel. Pl. *Arius* szerint a Fiú-isten nem öröktől való, hanem az Atya-isten „teremténye”. Nem azonos lényegű (*homouszion*), hanem csak hasonló lényegű (*homoiouszion*) az Atyával; ezzel sok kortársa szerint *Arius* Jézus kettős természetének isteni voltát tagadta (tehát Jézus egy rendkívüli pszichológiai képességgel megáldott karizmatikus ember volt), s egyúttal a Szentháromság (fentebbi) tanát is. Ezzel szemben a *monofiziták* szerint a helyzet éppen ellenkező: Jézus kettős természetéből annak emberi volta hiányzik (Jézus maga az emberek közt megjelent Isten); így viszont a súlypont az Atya felé tolódik a Szentháromságban. Mindkét álláspont igen világos és meggyőző, de *Athanasziosz* a racionális érvekkel szemben mégis érthetetlen konoksággal „zavaros” álláspontjához ragaszkodott.

Itt valamilyen, az embert teljes egészében megigéző és lenyűgöző rendkívüli lelki élményről kell szó legyen: hiszen a hármass-egység problémája nem hagyta nyugodni legalább másfél évezred legkiválóbb keresztény gondolkodóit. Sőt szellemi alakzatok spontán hármass-egységbe rendeződése már jóval a keresztény kor előtt ill. mainapság is pl. álmokban felbukkan. Carl Gustav *Jung* szerint ha általánosan, tehát egy adott kulturális-vallási megjelenéstől függetlenül vizsgáljuk, akkor minden esetben a psziché egy elrendező sémájának működéséről van szó; ennek a rendezési sémának a gyökere mélyen a tudattalanban helyezkedik el így maga a séma univerzális és működésbe lépése lenyűgöző (numinózus) erővel hat. Most a Nyugat ún. „pszichológiai” szentháromságtanát tekintjük át, mely a fő, tehát az *Athanasziosz* által képviselt *homousziát* is magába foglaló *ágoston-tamási* értelmezési vonalon helyezkedik el és a késő skolasztikában érte el legteljesebb alakját. Pontosabban itt csakis a Szentháromság mint hármass-egység fentebbiek szerint univerzálisnak tekinthető formális-logikai szerkezetét vizsgáljuk meg kihangsúlyozva azt, hogy természetesen a *Szentháromság* mint a kereszténység központi éltető szimbóluma, sokkal több pusztán logikai váznál.

Abból indulunk ki,* hogy egy *zárt* és ugyanakkor *aktív* ágens szükségszerűen hármass-egység alakban jelenik meg bármilyen elgondolás számára. Isten egy mindent magában foglaló teljes és tökéletes szellemi természetű Egy amely ezen természeténél fogva nem lehet passzív: *Tamás* szerint maga a tiszta tevékenység (*actus purus*). Ez a tevékenység viszont teljességénél tehát zártságánál fogva csak saját magára irányulhat és szellemi természete folytán így tisztán *önmagára* irányuló *rágondolásból* áll.[†] Vagyis szükségszerűen megjelenik egy *elgondolt*+*rágondolás*+*rágondoló* hármass-egység.[‡] Itt az elgondolt ill. a rágondoló két elem, míg a rágondolás egy köztük fennálló

*Vö. ehhez pl. a Szentháromság leírását Danténál:

„Óh örök Fény, magadban ülve boldog!

Magadat érted csak, s magadtól érte

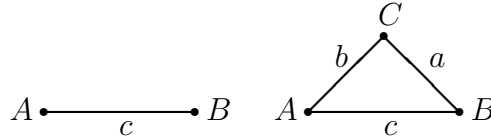
magadat értőn szereted és mosolygód.”

(Isteni Színjáték, Paradicsom, XXXIII, 124-126. sorok, Babits Mihály fordítása).

[†]Isten az, akinek minden gondolata tett is egyben: önmagára gondolása mint tett a Teremtés amely tehát szükségszerű.

[‡]Ha Isten önmaga számára ismeretlen, akkor a rágondolást *megfigyelésnek* is tekinthetjük és így egy *megfigyelt*+*megfigyelés*+*megfigyelő* hármass-egységet kapunk.

vonatkozás (bináris reláció). Ha a rá gondolás tökéletes, akkor rá gondoló és elgondolt megegyezik vagyis egy fordított irányú rá gondolás is fenn kell álljon így a két elem teljesen egyenértékű lesz; a harmadik összetevő viszont biztosan nem az, mert az más jellegű, egy köztük fennálló vonatkozás. Ha az elgondoltat az A ponttal, a rá gondolót egy másik B ponttal, a rá gondolást pedig az őket összekötő c szakasszal ábrázoljuk, akkor a 2. ábra bal oldali alakzatához jutunk, melyet a hármas-egység aszimmetrikus megjelenítésének nevezhetünk.



2. ábra. Hármasság aszimmetrikus és szimmetrikus alakja.

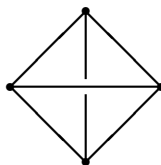
Ágoston világosan megfogalmazza, hogy ez a kép aszimmetriája miatt nem kielégítő, a három szereplő teljes egyenrangúságát benne helyre kell állítani. Az *ágostoni relacionizmus* fogalmi kereteiben ez első lépésként azt a követelményt jelenti, hogy mindhárom komponenst mint elemet, ill. mint vonatkozást is egységesen meg kell tudnunk ragadni. Tehát ezt a megjelenítést ki kell egészítenünk esetleg további elemek bevonásával úgy, hogy a kapott struktúrában az elemek n száma és a köztük lehetséges bináris relációk $\frac{1}{2}n(n-1)$ száma megegyezzen. Ez az

$$n = \frac{1}{2}n(n-1)$$

egyenlet megoldásának megkeresését igényli. Ebben a kontextusban igen meglepő, hogy ennek az egyenletnek pontosan egy megoldása van a természetes számok körében és ez éppen az $n = 3$. Tehát nem kell mást tennünk, mint a rá gondolást mint c vonatkozást egy további C elemként hozzávennünk az alakzathoz továbbá ennek megfelelően az A elemet is egy B és C közötti a vonatkozással, ill. B -t egy C és A közötti b vonatkozással kell kiegészíteni. Így jutunk el a hármas-egység szimmetrikus alakjához (l. 2. ábra jobb oldala). Ez az alakzat kielégítő: egyrészt Istent szemlélhetjük mint Egyet az így kapott háromszöggént, másrészt mint Hármát e háromszög megfelelően párosított éleiként-csúcsaiként.

További feladatot jelent a három összetevő A, B, C -ként ill. a, b, c -ként történő együttes egyenrangú leírhatósága mikéntjének tisztázása, ill. a most már teljesen egyenrangú három résztvevő esetében annak megfogalmazása, hogy ezek után még hogyan nyilvánulhat meg a különbözőségük is. Pl. az (A, a) pár A -ként oszthatatlan gondolkodó ágens: *valaki* (és így különbözik B, C -től); ugyanakkor a -ként egy B, C közti vonatkozás, tehát *valami* (és ekként nem különbözik b, c -től), vö. ezt a toledói hitvallásban az aki-ami személyi-dologi vonatkozó névmások precíz használatával. Ennélfogva (A, a) a teológiai megközelítés szerint egy „eszés természetű, individuális, osztatlan szubsztancia” kell legyen, amely meghatározás kb. a IV-V. századtól elindulva hosszú évszázadok alatt végül meglepő módon a *személy* fogalmának felfedezéséhez és kidolgozásához vezet el a nyugati egyházban (ezért hívják ezt az értelmezést „pszichológiai”-nak).

Érdekes még itt megemlíteni, hogy a hármas-egységről való gondolkodásnak voltak az egyházi értelmezéstől gyökeresen eltérő irányzatai is. Pl. gnosztikus-alkímiai elképzelésekben a Szentháromságban megjelenő hármas-egységet úgy közelítették meg, hogy a háromhoz az egyet hozzávették negyedikként amelyből ennél fogva egy eretnek elképzelés: *négyesség* keletkezett (vö. az alkímiából ismert *Alexandriai Mária axiómájával*: „egy [mint] negyedik”). Ez a 2. ábra síkbeli háromszögével ellentétben egy térbeli alakzathoz, a *tetraéder*hez vezet (l. 3. ábra).



3. ábra. Négyesség mint tetraéder.

Ennek az eljárásnak az újra felfedezése a modern matematikában a természetes számok indukcióval történő konstrukciója. Uí. egy már meglévő természetes számból kiindulva a következőt mint halmazt úgy állítjuk elő, hogy vesszük azt az n halmazt amelynek elemszáma egyenlő a már meglévő számmal és ehhez hozzávesszük még azt az egy elemű $\{n\}$ halmazt is, amelynek egyetlen eleme éppen az n halmaz. Ezt a műveletet az $n + 1 := n \cup \{n\}$ „legyen egyenlő” jelentésű formulával írjuk le. Az alkimista eljárás modern írásmódban tehát a $3 + 1 = 4$ alakot ölti.

A Szentháromság misztériumán való elmélkedés a felvilágosodás óta folyamatosan veszít erejéből és nyugodtan kimondhatjuk: a XXI. századi ember számára a problémának már semmiféle jelentősége sincs. Mint Kurt *Flasch* fogalmaz, a kereszténység kb. az 1700-as évek óta egyre inkább csak mint a tudománnyal szembeni védekező pozíció nyilvánul meg aminek részeként az egyháznak le kellett mondania a hitre mint *egyetlen igazságra* való erőteljes hivatkozásról is (amit aztán különféle emocionális, ill. megélés-alapú stb. érvekkel igyekeznek pótolni). Adott-e hozzá bármit is a modern ember életéhez a Szentháromság misztériumán való másfél évezrednyi gondolkodás? Fentebb csupán megemlítettük, hogy a misztérium racionális megragadására tett erőfeszítések „mellékterméke” a *személy* ill. a *személyiség* nyugat-európai felfedezése. Pedig mint Georg *Koepgen* írja: „Ha létezik egyáltalán olyan, hogy nyugati szellemtörténet [...], akkor annak a következő szempontból kell íródnia: a nyugati ember személyiségének ébredése a Szentháromság dogmájának hatása alatt.” Pl. a felvilágosodás során megszületik egy egyedülálló (tehát sem a Római Birodalomban, sem más kultúrákban nem létező de még a kereszténység keleti-ortodox területein sem kidolgozott) nyugat-európai koncepció, a *személyhez fűződő jog*, mely a jogi gyakorlatba átkerülve a nyugati polgárt immár kétszáz éve mint *természetes személyt* védelmezi társadalmi környezetével, végső soron a mindenkori hatalom túlkapásaival szemben.

BOHR

Niels Henrik David Bohr 1885-ben született Koppenhágában és 77 évesen, 1962-ben halt meg szintén Koppenhágában. Anyai ágon zsidó származású, művelt, jómódú családban nőtt fel és kamaszkori intellektuális lassúsága, nehézkessége ellenére is hamar megnyilvánult mély érdeklődése a fizika iránt. (Ezzel a nehézkességgel éles ellentétben sokat sportolt, matematikus öccsével együtt szenvedélyes labdarúgó volt az *Akademisk Boldklub* színeiben.) Atomszerkezeti kutatásaiért 1922-ben elnyerte a fizikai Nobel-díjat, később pedig központi szerepet játszott a kvantummechanika kidolgozásában, mely 1926-27-re érte el végleges alakját nagyrészt éppen Koppenhágában, a *Bohr* által alapított kutatóintézetben. Vezéralakja volt a kvantummechanika ún. *koppenhágai értelmezésének*, melyet aztán rendíthetetlen erővel védett leginkább *Einstein* évtizedeken át tartó támadásaival szemben, aki a *klasszikus fizika* álláspontját képviselte (l. 4. ábra). *Bohr* érdeklődése az 1930-40-es évektől kezdve az atommag szerkezetének megértése felé

fordult. 1943-ban kalandos körülmények között (melynek során majdnem meghalt) el kellett menekülnie a Németország által megszállt Dániából; Los Alamosban részt vett a *Manhattan Tervben*, melynek célja a maghasadáson alapuló atombomba előállítása volt. A háború után visszatért Dániába és az 1950-es évektől haláláig az atomtitok nemzetek közti megosztása, ill. a nukleáris energia békés felhasználása mellett állt ki (esetleges kapcsolata a szovjet hírszerzéssel máig nem tisztázott).

Bohr nagy vetélytársával, *Einsteinnel* együtt ahhoz a fizikus generációhoz tartozott, mely éppen akkor kezdte el szellemi és alkotói kibontakozását, amikor az atomok viselkedésének megértésében – *Planck* felfedezésének köszönhetően – a klasszikus fizikai leírás már tarthatatlanná vált. A klasszikus fizikai világkép válságának, ill. közelgő megroppanásának a XX. század elején



4. ábra. Bohr és Einstein 1925-ben (a kép forrása: Paul Ehrenfest).

még csak néhány nagyformátumú fizikus volt tudatában és a probléma tisztán elméleti jelentőségűnek tűnt; ugyanakkor az atom- és magszerkezeti kutatások egy vészterhes történelmi korszak előestéjén kezdődtek el és a Második Világháború idején gyorsan kiszélesedve elvezettek az atomenergia világméretű katonai ill. békés(nek tűnő) felhasználásához atom- és hidrogénbomba, ill. atomerőművek formájában. Útjára indult egy emberi tapasztalat és esztétika számára teljesen ismeretlen és idegen világ: az elemi részecskék kutatása is a kozmikus sugárzás felfedezésével, ill. nagyenergiájú részecske-ütköztetők építésével. Talán nem pusztán túlzás azt állítani, hogy néhány fizikus XX. század első évtizedeiben folytatott éjszakai beszélgetései alig fél évszázad leforgása alatt beléptették az emberiséget az atom- és űrkorszakba, ismeretlen erők és dimenziók közé. Ahogy Stefan *Zweig* írja, azidáig egyetlen generáció sem élt meg annyi történelmi traumát, szinte több nemzedéknyi viharos átalakulást, távolodott el annyira gyermekkorának világától, mint az 1880-1960-as európai generáció (*Zweig* is ehhez tartozott, de 1942-ben braziliai száműzetésében öngyilkos lett).

A *koppenhágai értelmezés* a kvantummechanika szigorúan megfogalmazott és felépített, tehát világos *matematikai* formalizmusának leginkább elfogadott *fizikai* értelmezése. Mivel nem létezik egy nyomtatásban is megjelent „hivatalos” verzió, a koppenhágai értelmezés megfogalmazása mindig bizonyos önkényességgel párosul (ez is az egyik oka a körülötte szünni nem akaró vitáknak). Legfontosabb kijelentéseit foglaljuk össze ekképpen (melyeket az egyszerűség kedvéért nevezzünk *Bohr* álláspontjának, l. 4. ábra):

(i) bármely egyedi atomfizikai rendszer mérésekkel meghatározható (tehát számunkra megnyilvánuló) viselkedése indeterminisztikus (ezt a kvantummechanika matematikai formalizmusában az ún. *Born-szabállyal* vesszük figyelembe); (ii) bármely egyedi atomfizikai rendszer valamely tulajdonságáról csak egy, e tulajdonság meghatározására alkalmas méréssel kapcsolatban lehet beszélni, ezért a rendszer két olyan tulajdonsága, melyek egymást kölcsönösen kizáró mérési elrendezésekkel kapcsolatosak, nem határozhatók meg egyszerre (*komplementaritási elv*); (iii) bármely egyedi atomfizikai rendszer mérésekkel meghatározható (tehát számunkra megnyilvánuló) viselkedésére alkalmazott kvantummechanikai leírás a rendszer részecskéi számának növelésével egyre pontosabban közelíti a rendszer klasszikus fizikai leírását (*korrespondencia-elv*).

Mi a zavaró ebben a három kijelentésben? Illetve, van-e ezen kijelentések valamelyikében egyáltalán bármi zavaró? Elevenítsük föl azt a nyilvánvaló, józan és magabiztos képet ahogyan a klasszikus fizika (és *Einstein*, l. 4. ábra) látja a világot. Két létező entitást azonosnak (identikusnak) tekintünk, ha minden tulajdonságuk megegyezik; emiatt egy létező entitást azonosíthatunk tulajdonságai összességével, vagyis egy entitás létezése összes (esszenciális) tulajdonságainak együttese. A klasszikus fizika szerint *vannak* ilyen entitások („odakint a világban”). Ez egyrészt azt jelenti, hogy ezen entitások viselkedése determinisztikus-kauzális törvényeknek alávetett. Másrészt azt az evidenciát is magában foglalja, hogy egy létező entitásokból álló fizikai rendszer (esszenciális) tulajdonságai bármilyen megfigyelés nélkül ill. két esetleges megfigyelés között is jólmeghatározottan léteznek. Pl. biztosak vagyunk abban, hogy amikor a Hold a Föld túlsó oldalán van és ezért nem látjuk, akkor is egy bizonyos helyen jár és közben is gömb alakú, kráterekkel borított, stb. A két álláspont közti legfontosabb különbség az, hogy míg utóbbiban *magukról a fizikai rendszerekről* hangzanak el kijelentések, addig (i)-(iii) csupán szigorúan *e rendszerek* ténylegesen végrehajtható mérési eljárások eredményeként megjelenő formáiról nyilatkozik. És pontosan ez a klasszikus és modern fizika közti éles, mély, sőt szakadékszerű különbség: a klasszikus fizika egy feltételezett abszolút (metafizikai? hübrisz-szerű?) nézőpontból nyilatkozik a fizikai világról, a modern fizika viszont tényleges emberi tapasztalatokra hivatkozva tesz részleges kijelentéseket. Habár egy generáció és kultúrkör szülöttei, a szakadék egyik partján *Einstein* áll, a másikon *Bohr* aki a racionális érvekkel szemben szinte érthetetlen konoksággal a koppenhágai álláspontot védelmezte.

Vizsgáljuk meg a három kijelentést egyenként is, az egyre növekvő problematikuság sorrendjében. Már az (i) kijelentés körüli probléma rendkívül zavaró. A természet nem sértheti meg a kauzalitást, mert az nem más mint az azonosság fentebbi definíciója: az a tétel, hogy két azonos (tehát pontosan ugyanazokkal a tulajdonságokkal rendelkező) objektum azonos marad a velük megeshető összes elképzelhető ugyanolyan történés során, azért igaz, mert tautológia (ez a logikában az *azonosság elve*, „ $A = A$ ”). Hiszen ha két ilyen rendszer különbözőképpen reagálhatna ugyanarra a hatásra, akkor nem nevezhetjük volna őket azonosnak. *Einstein* a klasszikus fizikai determinizmus nevében a híres „Isten nem kockázik!” felkiáltással tehát joggal vetette el (i)-et; amire viszont *Bohr* rezignált válasza az volt, hogy „Nem áll módunkban megmondani Istennek, hogyan működtesse a világot.” A (ii) kijelentés még nyugtalanítóbb kérdéseket vet fel: hogyha e

szerint egy fizikai rendszernek léteznek egyenként jólmeghatározott, de egyszerre mégsem meghatározható tulajdonság-párjai attól függően, hogyan mérjük meg a rendszert – tehát a fizikai rendszert nem tudjuk egyértelműen jellemezni tulajdonságainak halmazával – akkor a klasszikus felfogás szerint most már a fizikai rendszer *létezését* is kétségbe vonjuk. Abraham *Pais* holland-amerikai fizikus említi, hogy egyszer egy közös sétán *Einstein* hirtelen megállt és neki szegezte a kérdést: tényleg elhiszi-e azt, hogy a Hold csak akkor létezik, amikor ránézünk? Carl Friedrich von *Weizsäcker* német fizikus szerint a koppenhágai értelmezés nem azt állítja, hogy „ami nem megfigyelt, nem is létezik”, hanem csak azt, hogy „ami megfigyelt, az biztosan létezik; arról pedig ami nem megfigyelt, megfogalmazhatunk hipotéziseket és ezt a szabadságot használhatjuk arra, hogy paradoxonokat kerüljünk el vele”. Persze ezeknek a hipotéziseknek egy konzisztens és meggyőző rendszert kell majd alkotniuk; így még igen távol állunk ennek a programnak a teljes, szisztematikus kivitelezésétől, mely egyebek közt a létezés problémájának korszerű tisztázása is lenne.

Elérkeztünk a koppenhágai értelmezés legkényesebb pontjához: tehát míg a fizikai rendszer klasszikus leírása megfigyelési aktustól független, az (i)-(iii) kijelentések mindegyikében mindössze egy kísérleti szituációban megfigyelt fizikai rendszerről nyilatkozunk; pontosabban egy szubjektív tudattal rendelkező *személy* kivitelezhető méréseken keresztül *megfigyelheti* a fizikai rendszert és ennek a megfigyelésnek az eredményét (iii) szerint a klasszikus fizika nyelvén írja le (tehát a klasszikus fizikát úgy is definiálhatjuk mint éppen e leírás nyelvét). A klasszikus fizikai világképben a *megfigyelt*, *megfigyelés*, *megfigyelő* hármas egyes elemei egymástól függetlenek, és ebből a hármasból még bármelyik tetszés szerint elhagyható. A modern fizika szerint viszont – és ezt *Bohr* különös erővel hangsúlyozza – csakis *megfigyelt+megfigyelés+megfigyelő* összefonódott hármas-egységről lehet beszélni olyannyira, hogy ebből az egyes összetevők egyike sem hagyható el. Ezt a rendkívül különös helyzetet az alábbi három észrevétellel lehet nagyon röviden valamennyire érzékeltetni. Egyrészt a megfigyelt és a megfigyelő között nem húzható éles határvonal annak ellenére, hogy ebben a hármas-egységben az egyes elemek nyilvánvalóan nem ugyanazok. Ennek egyik legvilágosabb megfogalmazása *Neumann* Jánostól származik (1. könyvének 238-240. oldalát):

Először is alapvetően helyes az a megállapítás, hogy a mérés, illetőleg a szubjektív észlelés ehhez kapcsolódó folyamata új mozzanat a fizikai környezethez képest és arra vissza nem vezethető. Valóban, a szubjektív észlelés az individuum belső intellektuális életéhez vezet el, mely természete szerint nem része a megfigyelésnek (hiszen minden elképzelhető megfigyelés vagy kísérlet esetén eleve adottnak kell tekinteni [...]). Mindazonáltal tudományos szempontból alapvető követelmény – ez az ún. pszichofizikai parallelizmus elve –, hogy a szubjektív észlelés fizikán kívül eső folyamatát lehetséges legyen úgy leírni, mintha az a fizikai világban játszódna le, vagyis hogy egyes részeihez az objektív környezet és a közönséges tér ekvivalens fizikai folyamatait tudjuk hozzárendelni. (Természetesen e hozzárendelés során gyakran szükség van arra, hogy e folyamatok egyikét vagy másikat a térnek a testünk által elfoglalt részeibe eső pontjaiban lokalizáljuk. Ez azonban nem változtat azon, hogy ezek a körülöttünk levő világhoz, a fent említett objektív környezethez tartoznak.) A következő egyszerű példa mutatja eme elképzelések alkalmazását; mérjük hőmérsékletet. Ha akarjuk, akkor számolással nyomon követhetjük e folyamatot addig, míg el nem jutunk a hőmérő higanytartályának környezetében uralkodó hőmérsékletig, s ekkor azt mondjuk, hogy ezt a hőmérsékletet méri a hőmérő. Tovább is számolhatunk azonban, és a higanynak a kinetikus, molekuláris elmélet megszabta tulajdonságaiból kiszámíthatjuk a felmelegedést, a higanyoszlop megnyúlását, a hosszát, és azt mondhatjuk, hogy ezt a hosszúságot látja a megfigyelő. Tovább is mehetünk, és a fényforrást is figyelembe véve meghatározhatjuk

a fénykvantumok visszaverődését a higanyoszlopról, a visszavert fénykvantumok pályáját a megfigyelő szeméig, elhajlását a szemlencsén és a kép keletkezését a retinán, és akkor azt mondjuk, hogy ezt a képet regisztrálja a megfigyelő retinája. Ha fiziológiai ismereteink a mainál pontosabbak lennének, akkor még tovább mehetnénk és kinyomozhatnánk azokat a vegyi reakciókat, amelyek ennek a retinán képződő képnek a benyomását a látóidegen át az agyba továbbítják, s végül azt mondhatnánk, hogy az agysejtek ilyen és ilyen kémiai változását észleli a megfigyelő. Minden esetben azonban bármennyig folytatjuk is a számolást a higanyoszlopig, a hőmérő skálájáig, a retináig, vagy az agyig, valamelyik végállomásnál a következőt kell mondanunk: „és ezt látja a megfigyelő”. Így a világot mindig két részre kell osztani, az egyik a megfigyelt rendszer, a másik a megfigyelő. Az előbbiben minden fizikai folyamat (legalábbis elvben) tetszőleges pontossággal nyomon követhető. Az utóbbiban azonban ez értelmét veszti. A kettő között a határ nagymértékben önkényes. A fenti példán a négy különböző lehetőségen láttuk, hogy a megfigyelőt ebben az értelemben nem kell a megfigyelő testével azonosítanunk. A fenti példa egyik lehetőségében még a hőmérőt is hozzávettük, a másokban viszont a szemét és látóidegeit sem tekintettük a részének. Az, hogy ezt a határt a megfigyelő testében tetszőlegesen mélyre tolhatjuk el, nem más, mint pszichofizikai parallelizmus elvének tartalma. Ez azonban nem változtat azon, hogy bármely leírásmódnál e határt el kell valahol helyezni, ha azt akarjuk, hogy valóban megfigyelés, tehát összevetés történjen a kísérlettel. Valóban, a tapasztalat ilyen állításokat tartalmaz: valamely megfigyelő bizonyos (szubjektív) megfigyelést tett, és sohasem ilyeneket: valamely fizikai mennyiség bizonyos értéket vesz fel.

Másrészt pontosan e fizikai térben (és időben) tulajdonképpen nem lokalizálható megfigyelési aktus, a megfigyelési láncot végül is lezáró „és ezt látja a megfigyelő” mozzanat során megváltozik mind a megfigyelő, mind a megfigyelt; ráadásul a megfigyelési lánc többi elemével szemben (i) szerint mindkettő indeterminisztikusan, tehát előre nem kiszámolhatóan. Harmadrészt pedig – és talán ez a legzavaróbb, mert a megfigyelt objektivitását, függetlenségét kérdőjelezi meg – e kölcsönös és véletlenszerű megváltozás során (ii) szerint a megfigyelő „ugyanarról” a megfigyeltről kaphat egymásnak ellentmondó információkat is attól függően, hogyan állította össze a tényleges megfigyelés alapját képező kísérleti berendezést (vagyis hogy végül is mi maga a megfigyelési folyamat). Minden különösége ellenére a koppenhágai interpretáció teljes konzisztenciában áll immár százharminc évnyi atom- és részecskefizikai kísérleti tapasztalattal.

Tehát a nehézségek ellenére a modern fizikai álláspont – a klasszikussal éles ellentétben – ahhoz ragaszkodik, hogy a világ leírása nem adott *valami*, hanem a világot mindig *valaki* írja le és ezt a leírás értelmezésekor figyelembe kell venni, ami radikálisan új követelmény. Ez a figyelembe vétel többek közt azzal a kényelmetlen feladattal is jár, hogy az elméleti fizikát ki kell mozdítani arisztokratikusan elkülönült helyzetéből és kijelentéseit más tudományok szemszögéből is meg kell vizsgálni. Ahogy Edmund *Husserl* fogalmaz (1. könyvének 21. oldalát):

Rövidesen ráébredünk arra, hogy a pszichológiának nem csak napjainkban, hanem már évszázadok óta észlelt kérdésessége – rá jellemző „válsága” – azzal kapcsolatban is központi szerephez jut, hogy a modern, akár a matematikai tudományokban is rejtélyes, feloldhatatlan problémák kerültek elő, s velük összefüggésben olyan, a világ egészét érintő talányok is felbukkantak, amelyek korábban ismeretlenek voltak. E problémák a *szubjektivitás talányára* vezethetők vissza, és ezért elválaszthatatlanul függenek össze a *pszichológia tárgyának és módszerének a talányával*.

A koppenhágai értelmezés, ill. annak egyes pontjai, kezdetektől fogva különböző irányokból érkező folyamatos támadások kereszttüzében állnak, melyek áttekintésére itt nincs lehetőség.

Mint említettük, *Einstein* a klasszikus fizikai világkép felől leginkább a kvantummechanika indeterminisztikusságát nem fogadta el ill. azt, hogy a kvantummechanika szerint a rendszer bizonyos tulajdonságai nem jólmeghatározottak (amit ő az elmélet nemteljességének hívott). Sokan megpróbálták a kvantummechanikát úgy módosítani ill. kiegészíteni, hogy e problémák ne jelentkezzenek; pl. az indeterminisztikusságot a környezet elvben teljesen determinisztikusan leírható hatásának figyelembe vételével kiiktatni, ill. a tulajdonságok problémáját további „rejtett változók” bevezetésével feloldani. A koppenhágai értelmezés esszenciáját adó, a szigorúan összefont *megfigyelt+megfigyelés+megfigyelő* hármas-egységet is megpróbálták részekre bontani a megfigyelő szerepének különféle körmönfont kiiktatásaival-elleplezéseivel pl. az un. sokvilág-értelmezésben. Ezek az erőfeszítések azonban egyelőre leginkább még nagyobb problémákhoz vezettek. Az egyik legérdekesebb kritikát az amerikai tudománytörténész, Paul *Forman* fogalmazta meg híres dolgozatában: szerinte a kvantummechanikában meglévő „anti-intellektuális jelleg” a német tudományos közösség válasza volt az Első Világháború elvesztése után a Weimari Köztársaságban eluralkodó kiábrándult szellemi-kulturális attitűdre, melyet a különböző *Lebensphilosophie*-k elszaporodása, ill. konkrétan *Spengler* fellépése tápláltak az 1920-30-as években. Adott-e hozzá bármit is a modern ember életéhez a kvantum elmélet jelentésén való immár száz évnyi gondolkodás? Erre még korai lenne válaszolni. Mindenesetre az egyszerűsítési ill. racionalizálási próbálkozások ezidáig nem jártak sikerrel és félő, hogy a kvantummechanika bármely egyszerűsítési-racionalizálási szándékú módosítása esetleg a kvantum elméleti gondolkodásmód és világlátás hosszú távú elsekélyesedéséhez vezetne. Mert mint *Bohr* írja valahol:

Az igazság a mélyben lakozik.

Etesi Gábor
Budapest, 2023 január

Felhasznált irodalom

- Bohr, N.: *Atomfizika és emberi megismerés*, Gondolat, Budapest (1984);
- Einstein, A.: *Válogatott tanulmányok*, Gondolat, Budapest (1971);
- Flasch, K.: *Miért nem vagyok keresztény?*, Typotex, Budapest (2016);
- Forman, P.: *Weimar culture, causality and quantum theory, 1918-1927: adaptation by German physicists and mathematicians to a hostile intellectual environment*, Historical Studies in the Physical Sciences **3**, 1-115 (1971);
- Husserl, E.: *Az európai tudományok válsága I.*, Atlantisz, Budapest (1998);
- Jung, C.G.: *Kísérlet a Szentháromság dogmájának pszichológiai értelmezésére*, in: *A nyugati és keleti vallások lélektanáról*, C.G. Jung Összegyűjtött Munkái **11**, Scolar, Budapest (2005);
- Koepgen, G.: *Die Gnosis des Christentums*, O. Müller Verlag, Salzburg (1939);
- Neumann J.: *A kvantummechanika matematikai alapjai*, Akadémiai, Budapest (1980);
- Plutarkhosz: *Párhuzamos életrajzok I-II*, Magyar Helikon, Budapest (1978);

- Unamuno, M. de: *A tragikus életérzés*, Európa, Budapest (1989);
- Weizsäcker, C.F. von: *Die Einheit der Natur*, Hanser Verlag, München (1971);
- Werbick, J.: *Szentháromságtan*, in: *A dogmatika kézikönyve 2.*, Vigilia, Budapest (2002);
- Zweig, S.: *A tegnap világa*, Európa, Budapest (1981).