

Egység, egyszerűség, kétség

*Mert hisz a Szép nem más,
mint az iszonyú kezdete, mit még elviselünk,
s mennyire bámuljuk, mert megveti szenttelenül, hogy
összetiporjon.*

R.M. Rilke: Első duinói elégia
(Ford.: Nemes Nagy Ágnes)

1.

Az európai gondolkodás története a középkor vége óta a különböző *természettudományok* megszületésének és az egységes *világkép*, vagyis saját keresztény tradíciója elvesztésének drámája.

A középkor embere a legtöbb természeti jelenséget nem tudta megmagyarázni. (Gondoljunk csak pl. *Faust*-ra, aki az eredeti történet szerint¹ *Lucifer*rel kötött szerződésében többek közt arra kíváncsi, miért vannak évszakok.) Viszont számára a természeti jelenségek egy élményszerűen megélhető-átélhető makrokozmosz megnyilvánulásai voltak, minden részben *signatura rerum*-ként jelen volt az egész és amelyben ő maga is mikrokozmoszként előkelő helyet foglalt el. Mondhatjuk, hogy világképe egészét tekintve *egységes*, részleteit illetően pedig *egyszerű* volt.

Ezzel ellentétben a XX-XXI. sz. emberének világlátását egészében tekintve (ha ez egyáltalán lehetséges) *sokféleként*, részleteit illetően pedig *bonyolultként* jellemezhetjük. (Korunk *Faust*-ja jó eséllyel már helyes választ kaphatna pl. arra a kérdésre, hogy található-e Tejútrendszerünk középpontjában egy szuperóriás fekete lyuk vagy sem, viszont sem a kérdés, sem a válasz nem megnyugtató, inkább soha nem tapasztalt idegenséget érzünk.) Mindezen sokféleség és bonyolultság ellenére magunkat ebben a világban nem találjuk, sőt az sem világos, hogy a modern tudományok emberképe egyáltalán azonos-e saját magunkkal.²

Természetes hát a kérdés, hogy mi ennek a nagyszabású átalakulásnak a mozgatórugója: az egyszerűség fokozatos föladása valami más—egyelőre ismeretlen—elvért? Vagy csupán az egyszerűség elvének alkalmazási módja változott meg az elmúlt évszázadok során? Úgy véljük, hogy habár az „egyszerűség elve”, eddig legalábbis, szinte mint egyetlen tájékozódási pont töretlenül jelen volt-jelen van természettudományos fogalomalkotásainkban, megjelenési formái viszont homlokegyenest ellentmondanak egymásnak a tudománytörténet különböző korszakaiban. Egy tudománytörténeti korszakot ezért *modern*nek fogunk nevezni, ha az egyszerűség *pragmatikus*, *empirikus*, *pozitív módszerként* nyilvánul meg és *klasszikus*nak, ha éppen ellenkezőleg: mint *metafizikai elv* jelentkezik gondolkodásunkban.

Thomas Kuhn hívja föl a figyelmet arra, hogy a tudományos megismerés folyamata nem egyszerűen csak monoton ismeret-bővülésből áll, hanem forradalmi és nyugodt korszakok váltakozásából tevődik össze.³ A forradalmi periódusok régi tudományos paradigmák újakra történő váratlan lecserélései, gyakran heves megrázkódtatások közepette; míg a nyugodt korszakokban a bővülő ismeretek elfogadott paradigmák szerinti rendszerezése zajlik. Fenti terminológiánk összhangba hozható *Kuhn* nézeteivel: a modern korszak felel meg a forradalminak, a

¹L. pl.: Fónagy Iván: *A mágia és a titkos tudományok története*, Bibliotheca, Budapest, 1943.

²*A modern tudományok emberképe*, Szerk.: K. Michalski, Gondolat, Budapest, 1988.

³T.S. Kuhn: *A tudományos forradalmak szerkezete*, Gondolat, Budapest, 1984.

klasszikus a nyugodtnak és az egyes korszakokat az egyszerűség fentebb említett kétféle megjelenési módja elszíneződő lakmuszpapírként különbözteti meg egymástól.

Mi lehet az oka a tudományok e belső dinamikájának? *Martin Heidegger* szerint „A tudományok tulajdonképpen \gg mozgása \ll saját alapfogalmaik többé-kevésbé radikális és tudatos revíziója. Egy tudomány színvonalát az határozza meg, hogy mennyire képes saját alapfogalmait válságba hozni.”⁴ Egy tudomány mint zárt logikai rendszer önmagában értelmetlen; értelme és célja „odakint” van, vagyis csakis a valósághoz való viszonyulása alapján értékelhető. Minden tudomány egy modern, forradalmi bevezetővel kezdődik: szükséges kilépéssel az irracionális, transzcendens valóságba. A kilépés tehát indokolt viszont egy ilyen kaland az emberi kultúra—lassan és viszontagságosan kiépített—biztonságos erődrendszerének elhagyását igényli. Ezután a megszerzett zsákmányt az erődítménybe vonszoljuk: metafizikai elvek formájában megszelídítjük, kultúránk részévé tesszük. A tudomány újra „vissza-klasszicizálódik”, megnyugszik (akademizálódik). De vajon mi indokolja ezt a gyors visszatérést az erődítménybe?

Példaként és választ keresve a fizika történetét fogjuk tekinteni (mely nem független a csillagászat⁵ és a matematika történetétől) és arra a meglepő következtetésre fogunk jutni, hogy a fizika kb. az 1970-es évektől újra egy klasszikus, tehát nyugodt (akademikus) korszakát éli sőt mintha sajátos belső fáradtság jeleit is mutatná.

2.

A talán a milétozi *Tálészszel* (Kr.e. VI. sz.) kezdődő és a szamoszi *Pitagórászszal* (Kr.e. 570-500) teljességet elérő görög racionális természetleírás első szisztematikus—de minden bizonnyal már kevésbé átfogó—összefoglalása *Platón* (Kr.e. 427-347) titokzatos írása, a *Timaios*.⁶ Míg *Pitagórász* gondolkodásában minden földi dolog is megtalálja helyét (s ezért a később elterjedő orfikus misztériumok alapjául is szolgál), addig *Platón*nál a kozmosz valódi struktúrája már testi érzékszervekkel fölfoghatatlan, csupán a gondolkodás által megragadható, minőségüket tekintve egyszerű és jó ideák által adott, melyeket egy jóságos Teremtő rendezett el. A tökéletesség ismertetőjele a gömbszerűség: pl. az égitestek körpályákon kell keringjenek. Minden ami testi, érzéki, akadályoz a kozmosz helyes szemléletében.

A görög gondolkodás hellenisztikus kifáradása, majd a Római Birodalom szétesése után e tanok sötét színezetet kapnak és főleg az újplatonista *Plótinosz* (203-269) közvetítésével nagy erővel hatnak a formálódó keresztény világgépre, s az V-XII. sz. között teljesen meghatározóak. A világgép központi eleme az *Arany Lánc*: a láthatatlan, valahol felfoghatatlan távolságban levő Legfőbb Jótól, vagyis Istentől kiinduló, a szigorúan elválasztott négy hierarchián át a világ minden teremtményén, így az emberen is keresztül húzódó, s onnan tovább az élettelen természetig feszülő híd ez, melynek másik pillére az irtózatossá ellenpólus: *Lucifer*. Őt azonban nem nevezhetjük Legfőbb Rossznak, hiszen a *Plótinosztól* eredeztethető és a korai egyházatyák által kidolgozott *privatio boni* vezérelvének megfelelően *Lucifer* csupán a jó hiánya. Egy teljesség igényével föllépő világgép saját csillagászati leírással is rendelkezik: *Ptolemaiosz* (85-165) dolgozza ki az epiciklusok elméletét, mely az égi mozgásokat a tökéletesnek gondolt körmozgások (az évszázadok során egyre pontosabb mérések miatt egyre bonyolódó) sorozatával írja le, középpontban a Földdel. Iskolapéldája ez a metafizikailag egyszerű, empirikusan bonyolult

⁴in: M. Heidegger: *Lét és idő*, 3. §, Gondolat, Budapest, 1989.

⁵A. Koestler: *Alvajárók*, Európa, Budapest, 2007.

⁶in: *Platón összes művei III*, Európa, Budapest, 1984.

rendszernek.⁷ Az újplatonista-korakeresztény világkép fő jellemvonása tehát, hogy metafizikai elképzeléseken: az égi és földi világ *minőségi* szétválásztásán, a jó omnipotenciáján, ill. a privatio boni tanán nyugvó hierarchikus, merev és statikus rend. Bevezetett nevezéktanunk alapján e korszakot *klasszikusnak* nevezzük.

Az Európa körül egyre szoruló iszlám, majd később oszmán prés elhozza az olvadást ebbe a kikristályosult, fagyott univerzumba *Arisztotelész* (Kr.e. 384-322) újrafelfedezésével (arab fordítások formájában a XIII. sz-ban megérkezik *Arisztotelész*, *Euklidész*, stb.), majd a reneszánszal (a Bizánci Birodalom 1453-as bukását megelőző évtizedekben sok görög szerzetes menekül Európába és elhozzák a görög nyelv ismeretét, ill. további ókori szerzőket). *Platónnal* ellentétben *Arisztotelész* kísérletezik, megfigyeli a természetet (kedvence a biológia) és megfogalmazódik a módszer, hogy a kozmoszt működtető elveket kísérletezés és megfigyelés segítségével és nem pusztán elmélkedéssel lehet megtalálni. Az elvekhez tapasztalaton keresztül vezet az út.

Forradalmi gondolat ez, *Arisztotelész* nagy erejű megjelenésére az európai szellem fel is bolydul: *Albertus Magnus* (1200-1280) pl. tanulmányozza a bálnákat és a jegesmedvéket, rovarokat, felsorolja Németország emlőseit és madarait. A keresztény teológia válasza minderre tanítványa, *Aquinói Tamás* (1228-1274) fellépése: a skolasztika fényes évszázadában elegendő idő áll rendelkezésre, hogy a teológia zökkenőmentesen integrálja *Arisztotelészt*. Egyáltalán nem nyilvánvaló, de az is kiderül, hogy ez a gyökeres fordulat a módszerben nem befolyásolja az egyszerűség elvét: a kísérleti tapasztalatok is azt mutatják, hogy a kozmoszt *egyszerű* elvek mozgatják. A következő generációs *William Ockhamnak* (1285-1348) tulajdonítják a lehető leg-egyszerűbb magyarázat elvének első kimondását. A (korai) skolasztikát hívhatjuk tehát az első *modern* korszaknak.

Viszont a kezdeti lendület hamar alábbhagy. Kiderül, hogy az arisztotelészi nyitottság valójában metafizikai előfeltevésekkel terhelt, melyekhez mind a Filozófus (*Arisztotelész*) mind követői még három teljes évszázadon át makacsul ragaszkodnak. Talán a természettudós *Arisztotelész* alapvetően biológiai érdeklődésének tudható be, hogy az arisztotelészi változás a kozmológiát és a fizikát nem érinti. Az égi és a földi dolgok szigorú, minőségi szétválásztása továbbra is fennáll, ennek megfelelően a ptolemaioszi csillagászat is érvényben marad. A fizikai leírás szempontjából pedig legkevésbé előremutató dogmája a *célokság* elve volt: a tárgyak azért mozognak, mert jellegüknél fogva a nekik természetes hely felé törekednek (a kő nehéz természetű, ezért lefelé igyekszik, a füst ellenben fölfelé, stb.) ráadásul egy testnek ahhoz, hogy *A* pontból *B* pontba eljusson, egy *cselekvő mozgatóra* is szüksége van. A természettudomány újra *klasszicizálódik*.

De mindezek ellenére elmondhatjuk, hogy az arisztotelészi univerzum mindmáig a legteljesebb, legbarátságosabb és legotthonosabb világképet adta a XIII-XVII. sz. emberének.

3.

Az események innentől felgyorsulnak. Az arisztotelészi-platóni kozmológia és fizika öt alapvető félreértéstől szenved, ezek: a geocentrikus dogma, a körmozgások mint legegyszerűbb és legtökéletesebb mozgások elképzelése, a tudományok és a matematika teljes szétválásztása, a célokság ill. a cselekvő mozgató elve, végül pedig az égi és a földi világ szintén teljes különválásztása. Ezekkel a félreértésekkel hárman számolnak le: *Nicolas Koppernigk* (1473-1543) latin nevén *Nicolaus Copernicus* (*Kopernikusz*) kanonok fölleveníti a régi heliocentrikus tant, *Johannes Kepler* (1571-1630) pedig *Tycho Brache* (1546-1601) pontos csillagászati megfigyeléseit használva és egy egyszerű elv után kutatva fölfedezi, hogy a bolygómozgások ellipszispályákon

⁷Egy anekdota szerint *Kasztíliai Bölcs Alfonz* (1221-1284) miután megismerkedett a ptolemaioszi csillagászzal, kifakadt: ha a Teremtő őt kérte volna meg, akkor egyszerűbben oldotta volna meg a problémát.

történnek a Nap és nem a Föld mint középpont körül és e vizsgálódások során nagy hasznát veszi a matematikának.⁸ Végül *Galileo Galilei* (1564-1642) hosszas kísérletezéssel fölismeri, hogy a magukra hagyott testek mindenféle cselekvő mozgató nélkül is tudnak mozogni meghozzá a lehető legegyszerűbb módon egyenes vonalú, egyenletes mozgást végeznek. E forradalmi fölismerések befogadására a teológiának ideje már nem marad, viszont megnyílik az út az *Isaac Newton* (1642-1727) által véghezvitt nagy szintézis felé. *Newton* matematikai alapokon egyesíti *Kepler* égi és *Galilei* földi mozgásokról szóló elméleteit, vagyis felismeri, hogy e mozgások valójában azonos természetűek: az égi és a földi szférák minőségi szétválasztása ezekután fönntarthatatlanná válik. Megszületik a *modern* természettudomány. Meglepő módon a tapasztalatból született új világképet ismét a mindent átható egyszerűség jellemzi, de ez az egyszerűség már elvont is: matematikai (noha nem túl nehéz) ismeretek szükségesek befogadásához.

A kezdeti sikerek után ez a leírás is hamar *klasszicizálódni* kezd: már maga *Newton* is fölismeri, hogy matematikai elmélete (melyet ma a gravitáció klasszikus elméletének nevezünk) egy súlyos előfeltevést kíván: szükség van az abszolút tér és az abszolút idő bevezetésére, mely lehetővé teszi a gravitáció *Newton* által elgondolt viselkedését. Röviden szólva *Newton* gravitációs tere nem terjed (ellentétben pl. a fényvel), hanem mindenhol már jelen levőként fejt ki hatását, ehhez szükséges egy eleve adott abszolút tér és idő. Közben *Michael Faraday* (1791-1867) nyomán *James C. Maxwell* (1831-1879) kidolgozza az elektromágnesség elméletét, mely az addig külön kezelt elektromos-, mágneses- és fényjelenségek egységes leírását adja. Az abszolút tér és idő koncepciója azonban ellentmondani látszik a *Faraday–Maxwell*-féle elméletnek, a XIX. sz. végére pedig már nyílt összeütközésbe is kerül mégújabb kísérleti tapasztalatokkal: ebben az időben a kísérleti technika olyan szintre fejlődik, hogy lehetséges lett volna kimutatni a Föld abszolút térhez képest végzett mozgását, ha ez létezik (*Michelson–Morley kísérlet*, 1881, 1887). Háromszáz évnnyi töretlen fejlődés után a newtoni fizika, melyet e ponton már *klasszikusnak* kell neveznünk, megtorpant: elérkeztünk a XX. sz-i modern fizika születésének előestéjéhez.

Az áttörés negyed századig várat magára, amikor is 1905-ben a berni szabadalmi hivatal egy ismeretlen alkalmazottja, bizonyos *Albert Einstein* (1879-1955) megjelentet egy dolgozatot, melyben röviden leszámol az abszolút tér és idő eszméjével.⁹ További tíz évnnyi kutatás után 1915-re kidolgozza az *általános relativitás-elméletet*, melyben a gravitáció pontosan ugyanúgy terjed, mint a *Faraday–Maxwell*-féle elektrodinamikában a fény: nincs szükség többé az abszolút térre és időre. Helyette *Einstein* bevezet egy absztrakt négy dimenziós kontinuumot, a *téridőt*, mely a fizikai események összességéből áll és nem tárgya közvetlen tapasztalásnak, a gravitációs mezőt pedig ennek *geometriájaként* gondolja el; a téridőt minden megfigyelő a saját mozgási módja szerint hasítja fel egy már saját maga által is mérhető „relatív térre” és „relatív időre”.¹⁰ Tehát legalapvetőbb élményeink: szokásos formájukban a tér és az idő és a gravitáció mint „erő” csupán metafizikai koncepcióknak bizonyulnak. *Einstein* fellépését csakis tudományos forradalomként lehet jellemezni, jelentősége *Newton*éhoz mérhető. Fiatalkori gondolkodásának mélysége saját bevallása szerint radikális operacionalista, pozitivista hozzáállásának köszönhető: metafizikai feltevésektől mentesen a távolság- és időmérés szisztematikus, precíz (azidáig elhanyagolt) végiggondolása vezette el őt a fizikatörténet talán legszebb elméletéhez. Legszebbnek nevezzük azért, mert az általános relativitás-elmélet egyszerű alapfeltevése, matematikai eleganciája rendkívüli jóslóerővel párosult. Hatására pl. megszületik a modern kozmológia, mely az univerzumot egy véges idővel ezelőtti *ösrobbanás* során keletkezett, egyre táguló elképesztő

⁸Matematikailag *Ptolemaiosz* egyre bonyolódó epiciklusai nem mások, mint az ellipszis un. körsorokkal való közelítései.

⁹A. Einstein: *A mozgó testek elektrodinamikájáról*, in: *Válogatott tanulmányok*, Gondolat, Budapest, 1971.

¹⁰A. Einstein: *A speciális és általános relativitás elmélete*, Gondolat, Budapest, 1963.

méretű rendszerként írja le vagy a *fekete lyuk* fogalma, mely magában a téridő szövetében egy „szakadás”. A relativitás-elmélet mindent felkavaró forradalmisága ellenére is *egyszerű*, de már a matematikai ismeretek olyan tárházára van szükség egyszerűségének befogadásához, melyet az ember több éves tanulással sajátíthat el.¹¹ Emiatt az általános relativitás-elmélet sosem lesz az emberiség közkinccse, egy olyan élmény, amelyben mindannyian osztozunk.

Közben a newtoni fizika másik alapfogalma: az anyag is szokványos formájában metafizikai koncepcióként szertefoszlik. 1900-ban *Max Planck* (1858-1947) kénytelen arra a következtetésre jutni (ő maga örült ennek a legkevésbé), hogy egy izzó test a fényt nem folytonosan bocsátja ki, mint ahogy azt a *Faraday–Maxwell*-féle elmélet alapján várjuk, hanem kicsi adagokban, *kvantumokban*.¹² E föltevés egységes, egyszerű magyarázatát adja számtalan, izzó testekkel kapcsolatos megfigyelésnek. Hamar kiderül, hogy ha mindez igaz akkor az anyag sem részecskékből, sem hullámokból nem állhat, hanem egy absztrakt *kvantummező* írja le viselkedését, mely a téridőhöz hasonlóan szintén nem közvetlen tapasztalat tárgya sőt róla beszélni is csupán egymásnak ellentmondó de önmagukban konzisztens utalásokkal lehet: a kvantummezőt részben leírhatjuk mint hullámot, ill. részben mint részecskét, de egyik kép sem ad teljes leírást. Ez a *Niels Bohr* (1885-1962) által megfogalmazott *komplementaritási elv*,¹³ mely általánosan fogalmazva elfogadja olyan objektív fizikai entitások létezését, melyek teljes egészükben nem írhatók le racionális fogalmakkal, viszont néhány (véges sok) ilyen, önmagukban konzisztens, de egymásnak ellentmondó fogalomrendszerrel igen. A komplementaritási elv a newtoni fizikai világkép alapját képező „a természet racionálisan megérthető” koncepciónak messzemenő általánosítása és sokan a modern fizika legmélyebb felismerésének tartják.

1932-re megszületik az új *kvantumelmélet* matematikai formalizmusa, jelentős részben *Neumann János*nak (1903-1957) köszönhetően¹⁴ mely ugyan lényegesen különbözik a relativitás-elméletétől és szintén nehéz, viszont azéhoz hasonlóan absztrakt értelemben *egyszerű*. A kvantumelmélet fizikai interpretációja viszont máig heves vita tárgya. A legkülönösebb problémák az absztrakt kvantummező mint önmaga és a megmérése során kapható mérési eredmények kapcsolatában rejlenek. Egyetlen mondatban: úgy tűnik, a kvantummező viselkedése függ a vizsgálatára összeállított kísérleti berendezéstől oly módon, hogy maga a mérési folyamat kiszámíthatatlanul megzavarja a kvantummezőt. Ennélfogva a kvantumelmélet szerint *egyetlen* eseményről nem adható determinisztikus leírás, ellenben *sok ugyanolyanról* valószínűségi leírás már igen és ennél többet nem szabad kérdeznünk. Ez a számos fizikus által kidolgozott *koppenhágai értelmezés*. A megfigyelés megváltoztatja a fizikai világot és az ember az események klasszikus fizikai passzív szemlélőjéből a történések aktív ágensévé lép elő: ez a fizikai objektivitás modern felfogása. *Carl F. von Weizsäcker* (1912-2007) szerint a kvantumelmélet nem a fizikai események, hanem a fizikai lehetőségek elmélete és a kvantummezőnek megfelelő matematikai struktúra nem az anyaggal kapcsolatos fizikai események összességét írja le, hanem az anyag fizikai lehetőségeinek katalógusa.¹⁵ Másként fogalmazva, a fizikai világ eredendően nem eseményekből, vagyis tényekből hanem lehetőségekből áll és tudatos vagyis irreverzibilis megfigyelési aktusunk alakítja át ezeket eseményekké, vagyis tényekké. E felfogást tekinthetjük a

¹¹R. Wald: *General relativity*, Univ. of Chicago Press, Chicago, 1984.

¹²M. Planck: *A Wien-féle eloszlási törvény módosításáról*, in: *Válogatott tanulmányok*, Gondolat, Budapest, 1982.

¹³N. Bohr: *Vita Einsteinnel az atomfizika ismeretelméleti problémáiról*, in: *Atomfizika és emberi megismerés*, Gondolat, Budapest, 1984.

¹⁴Neumann János: *A kvantummechanika matematikai alapjai*, Akadémiai, Budapest, 1980.

¹⁵C.F. von Weizsäcker: *Klasszikus és kvantumelméleti leírások*, in: *Válogatott tanulmányok*, Gondolat, Budapest, 1980.

komplementaritási elv interpretációjának is.

Ez az a pont, ahol *Einstein*—aki a kvantumelmélet fontosságának felismerésében is úttörő szerepet játszott—ellentámadásba megy át és nem fogadja el, hogy a kvantumelmélet csupán valószínűségi leírást képes nyújtani.¹⁶ Kikezdzhetetlen elv számára a fizikai világ objektivitásának klasszikus fölfogása a fentebbi értelemben, tehát a komplementaritást is elveti. Érthető, hiszen az általános relativitás-elmélet téridejének fizikai interpretációja nem más mint az objektív fizikai események összessége, tehát ha a kvantumelméletet elfogadjuk, a relativitás-elmélet alapjait vonjuk kétségbe és viszont. Szintén megkérdőjelezhetetlen számára a természet végső egységébe és egyszerűségébe vetett hit. Emiatt is elképzelhetetlennek tartja, hogy a végső fizikai valóságot két olyan egymásnak homlokegyenest ellentmondó elmélet írja le, mint a relativitás- és a kvantumelmélet. Életének utolsó két, Amerikában töltött évtizedét e metafizikai elvek által meghatározott gondolkodás jellemzi (vagyis terminológiánk alapján gondolkodása *klasszicizálódik*) s ezzel párhuzamosan tudományos produktivitása csökken. 1955-ben bekövetkezett halálakor ezt a fiatalkori hozzáállásával szöges ellentétben álló gondolkodásmódot hagyja az akkor még „újdonsült”, tehát érzékenyen nyitott amerikai fizikus társadalomra, s mivel a német kultúrkör (ahol a modern fizika keletkezett és a bohri gondolatokat is tovább szőtték) a második világháború után elszigetelődik, az egész nyugati világra.

Azóta is lázasan folyik a „mindenség végső elmélete”, vagyis a relativitás- és a kvantumelméletet egyesítő fizikai elmélet keresése annak ellenére, hogy jelen pillanatban egyetlen olyan kísérleti tény sem ismerünk, melyet ne tudnánk valamelyikkel a kettő közül megmagyarázni. Kísérleti motiváció híján el sem tudjuk képzelni, hogyan kellene egy ilyen elméletnek kinéznie és mit is kellene pontosan megmagyaráznia. Csak annyit tudunk, hogy nagyon egzotikus fizikai szituációkba várunk tőle bepillantást, mint pl. hogyan néznek ki egy elpárolgó fekete lyuk utolsó percei, vagy mi történt az ősrobbanás utáni első 10^{-43} másodpercben. Ennélfogva csakis matematikai elvárásokba csomagolt metafizikai elveket követhetünk az előttünk álló úton, vagyis egyelőre *klasszikus* módszerrel kell továbbhaladnunk. Mivel a természet egyszerűségébe és egységébe vetett hit az összes eddigi forradalmi dekonstrukciót kiállta, most is ezt tekinthetjük a legfőbb irányjelzőnek.

Egy lehetséges jelölt a „végső elméletre”, mely azt állítja, hogy az egész univerzum egységes és egyértelmű leírását képes megadni, az ún. *húrelmélet*, mely az 1970-es évek elején bukkant föl és egy igazából semmivel nem indokolható metafizikai feltevésen alapul: a világot rendkívül kicsi rezgő húrok alkotják, ezek megnyilvánulási formái mind a téridő egyrészt, mind a kvantummező másrészt. A feltevésnek sok furcsa következménye van, melyek nagyrészt kísérletileg ellenőrizhetetlenek, pl. hogy világunk tele van rengeteg újfajta, nehezen elkapható részecskével. Egyetlen empirikusan ellenőrizhető jóslata, hogy téridőnk nem négy, hanem tíz dimenziós—de ez nyilvánvalóan nem igaz.¹⁷ E különös elképzeléseket mégis alátámaszthatja a friss csillagászati felfedezés, miszerint belátható világegyetemünk kb. 95%-át újszerű anyag ill. energia alkotja, mely nem hat kölcsön a fénnel, ezért nem látható, csupán gravitációs megnyilvánulásaival érezteti hatását (pl. tartja össze a galaxisokat, ill. fújja szét a belátható teret). Találón *sötét anyagnak* ill. *-energiának* nevezik és fogalmunk sincs, hogy mi lehet ez, jöllehet világunk nagyrészt belőle áll.

De a húrelmélet legkülönösebb jellemvonása (azon kívül hogy senki nem tudja pontosan mit is kell érteni alatta) az, hogy eredeti célkitűzésével szöges ellentétben egyáltalán nem is

¹⁶A. Einstein, B. Podolsky, N. Rosen: *Teljesnek tekinthető-e a fizikai valóság kvantummechanikai leírása?*, in: A. Einstein: *Válogatott tanulmányok*, Gondolat, Budapest, 1971.

¹⁷Ez persze egy tréfás észrevétel. Az ellentmondást úgy oldják fel, hogy az extra dimenziók mikroszkopikusak.

származtatható le belőle *egyetlen* fenomenológia, hanem valójában elképesztően sok lehetséges, egymástól teljesen különböző világot jósol.¹⁸ E világok egyike éppen akár a miénk is lehet azonban az elméleten belül ezek egyike sem kitüntetett a másikkal szemben. Jelenlegi számolások alapján a különböző fenomenológiák száma 10^{500} és $10^{10.000}$ között lehet, és számuk az elmélet kibontakozásával egyre nő, tehát gyakorlatilag végtelennek tekinthető. Emiatt manapság egyre többen vetik föl, hogy ha a húrelmélet helyes, akkor a természet egységébe és egyszerűségébe vetett hit is illúzió.¹⁹ Van, aki viszont rendületlenül hisz az egységben és az egyszerűségben.²⁰ Más fizikusok úgy látják, hogy racionális gondolkodásunk erejébe, ill. saját fontosságunkba vetett túlzott hitünk következtében gondoljuk, hogy megfogalmazhatjuk a mindenség átfogó elméletét.²¹ (Megjegyezzük, hogy ez nem is csoda, hiszen *Einstein* nyomán a fizika elvetette a *Bohr* által felkínált komplementaritási elvet és visszahanyatlott a lényegében felvilágosodáskorabeli, rációba vetett hithez.) Végül megint mások amellet érvelnek, hogy a „húrelmélet” nem is fizikai elmélet, hanem sokkal inkább sajátos önfenntartó szociológiai jelenség a mai tudományos életben,²² sőt az 1970-es évek utáni elméleti részecskefizika mély válságának, kiüresedésének megnyilvánulása.²³

Itt az utazás vége: az 1970-es évek óta a posztmodern fizika munkamódszerét tekintve valójában inkább újra klasszikusnak lenne nevezhető és drámai módon éppen utolsó megmaradt irányjelzőjét, az egység és az egyszerűség elvét készül elvetni.

4.

Megpróbáljuk kikerekíteni az eddigieket. A fizika tehát—minden tudománnyal megegyezően—saját alapfogalmai helyességét illető állandó kétkedése folytán időnként elkerülhetetlenül modern, válságos korszakokba torkollik. Viszont mi lehet az oka, hogy—habár teljesen nyilvánvalóan a fizika termékeny korszakai mindig is ezek a modernek voltak—ismét „vissza-klasszicizálódik”, vagyis megmerevedik (akademizálódik) sőt ezt egyre gyorsuló ritmusban teszi? S leggyakrabban éppen legkiválóbb művelői által?

Bevezető képünkhöz visszatérve, az évszázadok során a *terra incognita*-n, vagyis az odakinti valóságban tett egyre bátrabb portyázásaink várakozásainkkal szemben azt eredményezték, hogy nemcsak világképünk vált egyre töredezettebbé, hanem végül a természetre vonatkozó legalapvetőbb, legszilárdabbnak hitt eleven elképzeléseink is szertefoszlottak, vagy legalábbis kísérteties fényben derengő pusztá matematikai struktúrákká alakultak: az emberi kultúra, a civilizáció lassan épülő erődítményébe visszahurcolt s még életben lévő ismeret-zsákmányok idebent váratlan romboló hatást fejtettek ki. Minden egészen másképp van. Elképzelhető, hogy a valóság tényleg kibírhatatlan számunkra és csakis metafizikai szkafanderben viselhető el? És illata mint az égett hús és az olvadt fém szagának keveréke, melyet állítólag a világűr áraszt magából űrhajósok egybehangzó beszámolóí szerint?

Etesi Gábor
fizikus

¹⁸L. Susskind: *The cosmic landscape: string theory and the illusion of intelligent design*, Little, Brown & Company Time Warner Book Group, New York, 2005.

¹⁹R. Hedrich: *String theory—from physics to metaphysics*, Physics and Philosophy 005, 2006, arXiv: physics/0610168, 2006; R. Hedrich: *Internal and external problems of string theory*, Journal of General Philosophy of Science 38, 261-278, 2007, arXiv: physics/0604171, 2006.

²⁰D.N. Page: *Religious and scientific faith in simplicity*, arXiv: physics.pop-ph/0811.0630, 2008.

²¹A.N. Schellekens: *The emperor's last clothes?*, arXiv: physics.pop-ph/0807.3249, 2008.

²²B. Schroer: *String theory and the crisis of particle physics*, arXiv: physics/0603112, 2006; B. Schroer: *String theory deconstructed*, arXiv: hep-th/0611132, 2006.

²³L. Smolin: *The trouble with physics: the rise of string theory, the fall of science and what comes next*, A Mariner Book, Houghton Mifflin Company, New York, 2006.