Számok és elméletek a fizikában

Vigyázó szemetek a természetre vessétek!
*(**Batsányi** parafrázis)*

1. Bevezetés

Mielőtt bármit is papírra vetnék, szeretném leszögezni, hogy ebben a cikkben csak a korábbiak értelmezésével és a későbbiek elképzelésével foglalkozom.

Eddig nem említett, ugyanakkor nagyon fontos következményei vannak az új végtelen[1] fogalomnak. Az nyilvánvaló, hogy vele megváltozik a halmazelmélet axiómarendszere és ezzel minden olyan tétel és megállapítás, ami a megváltozott axiómákon alapszik. **Henri Poincaré** biztosan örülne annak, hogy az új megközelítés kizárólag potenciális végtelen mennyiség létét feltételezi. **Poincaré** ugyanis nagyon kritikusan fogadta **Cantor** transzfinitjeit, a matematika „betegségének" tartotta. Sokszor idézett állítása szerint:

„Aktuális végtelen nem létezik, Cantor hívei elfelejtették ezt, és ezért kerültek ellentmondásba."

Poincaré azon kevés matematikus közé tartozott, akit érdekelt a matematika és a valóság kapcsolata, foglalkoztatta például a matematikai és az ún. fizikai folytonosság eltérése.[2] A fenti véleményének is az volt az alapja, hogy aktuálisan végtelen mennyiséget nem tapasztalunk. A végtelen új fogalma megfelel ennek a gyakorlati tudásnak, de még ennél is többet tükröz, hiszen megjelenít aktuális végtelent is, mégpedig egyfajta új minőség formájában, matematikailag egy új dimenzióban megjelenő képzetes szám formájában. Ez is összhangban van a tapasztalatunkkal, hiszen minőségében különböző létezőkből áll a világunk. Az új számmodell fontos tanulsága épp az, hogy a számok nemcsak mennyiséget jelölhetnek, de minőséget is.

Ez az új szemléletmód **kétféleképpen** különbözteti meg a végtelent, mint egyfajta minőséget. *Egyrészt* a kételemű számok síkjain **a képzetesek** a kontinuumhipotézisben[3] (CH) és alternatíváiban megfogalmazott végtelenek hiányát, illetve létezését jelölik. *Másrészt* a CH-t és két alternatíváját **modellező három kételemű számsík** – a komplex, a parabolikus és a

[1] Ennek részleteit lásd a „Hilbert 1-es és 6-os problémájának összekapcsolása" című cikkben: https://www.infinitemath.hu/archivum/egyeb/372-hilbert-1-es-es-6-os-problemajanak-osszekapcsolasa

[2] Lásd ehhez például a „Poincaré, tudomány és föltevés" című cikkhez mellékelt **Henri Poincaré**, *Tudomány és föltevés* anyagot, https://www.infinitemath.hu/archivum/filozofia/358-poincare-tudomany-es-folteves

[3] Nagyon egyszerű megfogalmazásban a kontinuumhipotézis azt állítja, hogy a valós számok számossága – azaz a kontinuum számosság – nagyobb a természetes számok számosságánál, a megszámlálható soknál, és közöttük nincs más végtelen nagy számosság. Matematikailag a CH a következő: $\aleph_1 = 2^{\aleph_0}$, ahol $\aleph_0$ a természetes számok számosságát, $\aleph_1$ pedig a kontinuum számosságot jelöli. A CH tagadása, pontosabban két alternatívája a következő: a megszámlálhatóan sok és a kontinuum sok, azaz a természetes számok számossága és a valós számok számossága között létezik más végtelen számosság, és belőle vagy egyetlen egy van, vagy végtelen sok létezik.

hiperbolikus – épp abban különbözik topológiailag, hogy a CH-ban említett végtelenhiányt modellezik-e, vagy a végtelen egyedi létét illetve sokaságát. Tehát az első esetben számok közötti végtelen-viszony tükröződik, a második esetben pedig a számsíkok különbözősége a CH-végtelenek létében-nemlétében nyilvánul meg.

A végtelen új szemlélete nem tesz különbséget a végtelen extenzív és intenzív volta között, a végtelen legalapvetőbb tulajdonságát, a – klasszikus értelemben vett – mennyiségi megközelíthetetlenséget ábrázolja. Egyúttal ez a modell nemcsak a végtelen számosságok jellemzésére használható, de alkalmazható olyan igen nagy, de véges számok esetére is, amikor bizonyos mennyiségi változások minőségi változássá alakulnak valamilyen véges mennyiség elérése esetén. Mivel végtelen mennyiséget nem érzékelek, ezért tulajdonképpen mindig ez utóbbit tapasztalom, azaz a hatalmasra, de végesre növekvő mennyiség „átváltozását" új minőséggé.

Megjegyzés

Itt azonnal felmerül a gondolat, hogy esetleg csak az érzékelésem hiányossága miatt nem érzékelek aktuális mennyiségi végtelent, azaz lehetséges, hogy a valóságban „lejátszódik" a végtelen átmenet, de ez az érzékelési küszöböm alatt zajlik, így csak a világ, mint *tárgy* bennem kirajzolódó *kép*ben jelenik meg egy nagy véges érték után egy új minőség. Ezzel az elképzeléssel nem kívánok foglalkozni, mert egy, a tapasztalatra épülő matematikát szeretnék felépíteni. Véleményem szerint az aktuális végtelen új minőségként való megjelenítésének „ereje" épp abban rejlik, hogy nem tartalmaz érzékelésen túli, hipotetikus elemet, „csak" a tapasztalatot tükrözi. Épp ez az összhang, azaz a tapasztalat és az új számmodell egymásnak megfelelősége vezet fontos felismerésekre.

2. Skálafüggés

Eddigi tapasztalatunk alapján más és más téridő-modell alkalmazandó[4] a kvantumok világában mikro-távolságok esetén, más modell írja le a klasszikus világunkat és más a kozmikus méretek téridejét. Az elsőben a komplex számok használhatóak, a másodikban a parabolikus számok, végül a harmadikban a hiperbolikus számok. A hiperbolikus számsík az einsteini téridőt modellezi, ha a teret leszűkítem egy dimenzióra. Itt szemléletes a sebességhatár léte a sebesség tangens hiperbolikus függvényként való leírásában. A komplex számsíkon viszont ugyanerre a tangens függvény használható, amely a sebességhatár hiányát jelzi. **Feynman** is hasonlót feszegetett a kvantumelektrodinamikáról (QED) írt könyvecskéjében[5], amikor arról írt, hogy mikro távolságokon a fénysebesség bármekkora nagy lehet, és a fény bármilyen irányban terjedhet, viszont makro-távolságon a fény „kiegyenesedik" és megjelenik a sebességhatár. **Feynman**nál a mikro távolság a kvantum-méretet jelentette, a makro pedig a klasszikus objektumok közötti távolságot, pl. a kvantum forrása és az érzékelője közöttit.

A fentiekben valamiféle skálafüggést látunk. Valóban a térbeli távolságtól függene az, hogy milyen téridő-modellt alkalmazunk? Ez tökéletes összhangban lenne azzal a tapasztalatunkkal, hogy a fizika törvényeinek érvényességi köre léptékfüggő. Más erők hatnak és más törvények írják le az atommag belsejének változásait, és más az atommagot körülvevő elektronhéjakét, és sorolhatnám tovább például a saját emberi környezetünkig, majd még tovább a csillagrendszerekig. A világ csak azért megismerhető, mert a jelenségek

[4] Ehhez lásd az 1, lábjegyzetbeli cikket.
[5] Lásd **Richard P. Feynman**, *QED – A megszilárdult fény*, Skolar Kiadó, 2003.

törvényszerűségei csak egy adott skála-szakaszon belül érvényesek, azaz létezik a skálák szeparációja.[6]

Megjegyzés

Einstein ugyancsak az ellenőrizhető törvények létét hozza fel egyik érveként, amikor a közelhatás elve mellett érvel a nemlokalitással szemben. *„Az egymástól térbelileg távol eső A és B dolgok viszonylagos függetlenségére az alábbi elgondolás a jellemző: A külső befolyásolásának nincs közvetlen hatása B-re. Ezt a „közelhatás" elvének nevezzük, s csak az erőtérelméletben alkalmazzák következetesen. Ennek az alapelvnek a teljes feladása lehetetlenné tenné a (kvázi-) lezárt rendszerek létezésére vonatkozó elgondolásokat, s a szokásos értelemben lehetetlenné válnék empirikusan ellenőrizhető törvények felállítása."* (**Einstein**, A kvantummechanika és a valóság)

A törvények skálafüggése és a megtapasztalt skála-szeparáció leírására nagyszerű eszköz lesz a minőségi végtelenek matematikája, hiszen ezzel épp az modellezhető, hogyan jelenik meg egy új minőség, ugyanakkor ezzel reprezentálható a különböző kételeműek, vagy többeleműek számsíkjainak illetve számtereinek topológiai különbözősége.

A térbeli skálafüggésnek ellentmondani látszik, hogy a speciális relativitáselméletbeli Lorentz transzformációt, vele a fénysebesség állandóságát mindenütt alkalmazandónak feltételezik, arra gondolva, hogy a fénysebességnél lényegesen kisebb sebességen a Lorentz transzformációnak a klasszikus modelltől való eltérése a mérési hibahatáron túl van. De hogy is van ez? Milyen mérettől függ hát az alkalmazandó modell? Térbeli távolságtól? Sebességtől? A téridő-viszonyt leíró kételemű számsíkok eltérése a végtelenhez való viszonyukon kívül azzal is jellemezhető, miképpen adódnak össze a modellben a sebességek, azaz a tér és az idő hányadosa, ami a számsíkokon nem más, mint az egyenesek meredeksége. Tehát a végtelenhez való viszony és a sebesség szorosan összefügg, a változó sebesség téridőbeli elfordulást jelez és a „fordulat íve" – elliptikus, parabolikus vagy hiperbolikus forgás – a végtelenhez való viszonytól függ.

Emlékeztetőül tekintsük át azt, amiként a számsíkokon a számok polárkoordinátás alakjához jutunk:

$$z = x + \boldsymbol{\delta} y = x\left(1 + \boldsymbol{\delta}\frac{y}{x}\right) \qquad (1)$$

Ahol $\boldsymbol{\delta}$ = **i, j, k** (**i**^{2}=−1, **j**^{2}=0, **k**^{2}=1) aszerint, hogy komplex, parabolikus, vagy hiperbolikus számról van szó. A komplex számoknál $\frac{y}{x}$ =**tgφ**, a hiperbolikus számoknál pedig $\frac{y}{x}$ =**thτ** bevezetésével a következőket kapom:

$$z = x(1 + \boldsymbol{i}\tan\varphi) \qquad \text{a komplex számoknál} \qquad (2)$$

$$z = x\left(1 + \boldsymbol{j}\frac{y}{x}\right) \qquad \text{a parabolikus számoknál} \qquad (3)$$

$$z = x(1 + \boldsymbol{k}\tanh\tau) \qquad \text{a hiperbolikus számoknál} \qquad (4)$$

Az (1)-es egyenletben felírt alak szinte „kiált" egyfajta homogén koordinátarendszerbeli értelmezésért. A homogén koordináták haszna épp az, hogy a végtelen távoli pontokat véges koordinátákkal fejezzük ki. A kételemű számok tiszta képzetes részének végtelen-értelmezése is pontosan ezt teszi: a végtelent véges „koordinátájú" számponttal jellemzi. Ugyanakkor a számsíkokon a képzetes számtengely modellezi a teret, ha a teret egy dimenzióra szűkítem, és a valós tengely ábrázolja az idődimenziót. Így a (2), (3), (4) egyenletekben a képzetes egységek szorzói sebesség-értelműek, és közülük csak a parabolikus esetet leíró 3 egyenletben értelmezhető a klasszikus sebesség-fogalomként az y/x hányados, és ekkor a

[6] A skálák szeparációjának köszönhető, hogy az épp aktuális környezetünkhöz alkalmazkodni tudunk a „távoli" világ ismerete nélkül, legyen az akár a parányok, akár az óriási méretek világa.

sebességösszegzés is a hagyományos. A másik két esetben a sebességek összegzése viszont a tangens illetve a tangens hiperbolikus függvény argumentumának összegzése szerint alakul.

Megjegyzés

A fentiekben az egyszerűség kedvéért átsiklottam egy mértékegység-eltérésen. Ugyanis a hiperbolikus számsíkon a számok szorzása akkor modellezi a Lorentz transzformációt és általában egy Minkowski-síkot, ha a valós tengely a „puszta" idő (t) helyett annak fénysebességszeresét (ct) modellezi. Azaz a képzetes tengely a tér, a valós tengely pedig a fénysebességgel szorzott idő ábrázolója, hiszen $\frac{v}{c} = \frac{vt}{ct} = \frac{s}{ct}$. Így a fent említett sebesség valójában relatív sebességet takar. Ez több okból sem jelent igazi problémát, gyakran a fénysebesség egységnyinek választásával[7] oldják meg, én viszont másik – érzésem szerint matematikailag korrektebb – megoldást választanék, de ezt majd máskor fejtem ki.

A fenti igen szolid mennyiségű matematika és **Feynman**nak a QED fizikájáról korábban idézett magyarázata egymással összhangban jelzi, hogy a fénysebesség skálafüggő. **Feynman** ideáját egyszerűen és világosan alátámasztja az a matematika, amely a végtelen mennyiségnek csak a potenciális létéből indul ki, és a végtelen aktuálissá válását egy új minőségként értelmezi, matematikailag képzetes számként ábrázolva. **Feynman** azt fogalmazta meg, hogy mikro távolságon a sebesség bármekkora lehet, azaz potenciálisan végtelennek gondolható. Az új matematika alapján hozzátehetjük, hogy amikor végtelenné válna, akkor a jelenség leírására *alkalmazandó modellnek is meg kell változnia*, hiszen ekkor már megjelenik az aktuális végtelen – ami minőségében újként létezhet csak – azaz nem a végtelen létezésének hiányát modellező komplex számsíkot kell alkalmazni, hanem a hiperbolikus képzetes formájában egy másik számmodellre/számsíkra kell áttérnem. A hiperbolikus modellben pedig megjelenik a sebességkorlát. Íme, itt a magyarázat arra – még ha csak szóban körvonalazva is a matematikát – miképp jelenik meg makro távolságon a sebességkorlát, amely mikro távolságon még nem létezett, és mennyire igaza volt **Feynman**nak, amikor a fizikai tapasztalatokat úgy értelmezte, amint a QED-ről szóló könyvecskéjében[8] megfogalmazta.

3. Finomhangolás és egyéb zsonglőrködések az elméleti fizikában

A fizikában kevésbé tájékozott érdeklődők is találkozhattak azokkal a korrekciókkal, amelyeket elméletek javítgatására vezettek be, például **Einstein** *kozmológiai állandója*, amivel hol kiegészítette az általános relativitáselmélet matematikáját, hol törölte belőle, ilyen **Penrose** *kozmikus cenzor* hipotézise is, vagy ide sorolható a manapság megszokott *„finomhangolása"* az elméleteknek és a *renormalizálási* eljárások. Miért is van ezekre szükség, azon túl, hogy az elméletek hiányosságait leplezik le? Ennek egyik oka szerintem a tudásszerzés jelenlegi struktúrájában rejlik.

Réges-régen csak az érzékszerveink nyújtotta információk alapján szereztünk tudást a környezetünkről, aztán segédeszközöket készítettünk az igen kicsiny és az igen nagy távolságra lévő dolgok megtekintésére. Ma már ott tartunk, hogy nagyon nehezen tudjuk tovább finomítani a berendezéseinket. Mikroszkópok helyett már részecskegyorsítókat használunk, mert a kicsiny méretekről már csak nagy energiákon kapunk információt. A távcsöveink méretének és az expozíciós időnek a növelésével láthatunk egyre távolabb és

[7] A fizikában bármely mértékegységgel rendelkező szám egyenlővé tehető 1-gyel a mértékegység megfelelő megválasztásával.
[8] Lásd az 5. lábjegyzetet.

egyre jobban, és nemcsak az elektromágneses sugárzás, de a Földre érkező részecskék hordozta információ is feldolgozásra kerül. Az is nyilvánvaló, hogy a kvantumok világának ismerete segíti a csillagászatot, és a csillagászati ismeretek bővítik a kvantumvilágról szóló tudásunkat. Nagyon érdekesnek tartom, hogy ez összecseng az általam támogatott matematikai modellben az intenzív és az extenzív végtelen dualitásával, azzal, hogy a minőségi végtelen egyszerre modellezi mindkettőt.

Időközben az elméletek – magyarázatok és előrejelzések – kulcsfontosságúakká váltak a megismerésben. Érdemes az elméleteket, mint megismerési eszközöket górcső alá venni, mert velük újabb, súlyos problémák jelentek meg. A fent említett skála-szeparációk alapján érdemes elkülöníteni a skálákat aszerint, hogy a bennük használható természeti törvények tapasztalatilag, azaz mérésekkel ellenőrizhetőek – ezeket nevezem *tapasztalati skálának*, példaként a newtoni fizikát említve –, míg *elméleti skálának* nevezem azt, amelyben olyan elméletek írják le a törvényszerűségeket, amelyek tapasztalatilag ugyan nem ellenőrizhetőek a klasszikus értelemben, de van két lehetőség a méréssel való ellenőrizhetőségükre. Az egyik lehetőség az, hogy olyan tapasztalatilag ellenőrizhető jóslásokat adnak, amelyeket a tapasztalati skála törvényszerűségei eddig nem tartalmaztak, vagy nem tudtak megmagyarázni, de az új elmélettel ez már lehetséges. Ezek a **Karl Popper** által falszifikálhatónak nevezett elméletek, ilyenek voltak például **Einstein** relativitáselméletei. A másik lehetőség technikai, azt jelenti, hogy a tapasztalati skálát egyre nagyobb felbontásra terjesztjük ki, vagy reménykedünk benne, hogy erre a jövőben képesek leszünk, és ezzel az elmélet jóslásai átkerülnek a falszifikálható kategóriába. Ezért épülnek egyre nagyobb teljesítményű részecskegyorsítók, és ezért fejlődik az űrkutatás is rohamtempóban. Az ide sorolható elméletek tipikus példája a húrelmélet. Az elméleteket egy elvont *elmélettérben* is szokták ábrázolni, ahol az általam tapasztalati skálához tartozónak nevezettekhez a kisebb felbontásban érvényes elméletek tartoznak, majd a felbontás növekedésével következnek az általam elméleti skálákhoz tartozónak nevezett elméletek. Minél nagyobb a felbontás, annál nehezebb a jóslások ellenőrzése, és annál több *finomhangolásra* van szükség, ha a jóslás eltér a méréssel ellenőrizhetőtől vagy a standard modell jóslásától. Fontos tulajdonsága az elmélettérnek, és benne az elméleteknek, hogy a kisebb felbontáshoz tartozó törvényszerűségek leírhatóak a magasabb felbontáshoz tartozó törvényekkel, de ez fordítva nem működik. Mondhatjuk, hogy az elméletek *top-down* függenek össze, hiszen az alacsonyabb felbontáshoz tartozó törvényektől nem juthatunk el logikailag a magasabb felbontáshoz tartozókhoz, amelyek viszont épp attól nyernek létjogosultságot, hogy belőlük az alacsonyabb felbontáshoz tartozók levezethetőek, tehát végül azok is, amelyek méréssel ellenőrizhetőek. Tehát az elméletgyártás úgy működik, hogy ötletszerűen, vagy valamilyen intuíciós úton alkotunk egy, az eddiginél magasabb felbontáshoz tartozó elméletet, és megnézzük, hogy a belőle levonható következtetések megegyeznek-e az alacsonyabb felbontáshoz tartozókkal, végeredményben a méréssel ellenőrizhetőkkel.

Ez az a hely és pillanat, ahol meg kell említeni a kételemű, és a majdani többelemű számok adta számmodelleket, ugyanis felépítésük és ezzel modellalkotási képességük alapvetően különbözik a fizika elméleteinek fent vázolt logikájától. Ezek a számrendszerek *bottom-up* épülnek, bővülnek. A valós számok rendszerét minőségi végtelen „jelentésű” képzetesekkel bővítve juthatunk el a komplex, a parabolikus és a hiperbolikus számsíkhoz. Ezeket tovább bővítve kapjuk a többelemű számokat rendre a szintén minőségi végtelent modellező újabb képzetes számok – most nem részletezett módszerrel történő – hozzácsatolásával. A képzetesek CH-t – illetve a többeleműek a globális CH-t, azaz GCH[9]-t – modellező „képessége” miatt mondhatom azt, hogy a képzetesek számának növekedése az egyre

[9] Míg a CH a következő: $\aleph_1 = 2^{\aleph_0}$, ahol $\aleph_0$ a természetes számok számosságát, $\aleph_1$ pedig a kontinuum számosságot jelöli, addig a globális kontinuumhipotézis a következő: $\aleph_{\alpha+1} = 2^{\aleph_\alpha}$, $\alpha = 1,2,3,\ldots$.

nagyobb felbontások modellezésére képes. Tehát miközben alulról felfelé építkezik a rendszer, ugyanakkor a felsőbb szintek (számrendszerek) tartalmazzák az alsóbb szinteken lévő (kisebb elemszámú) kisebb felbontáshoz tartozó számrendszereket.

Mivel a fizika legalapvetőbb törvényei csak a kételemű számokkal írhatóak le, ezért azt a reményt táplálom, hogy a többelemű számok is segíthetnek a fizika törvényeinek megfogalmazásában. Ezzel viszont kihasználhatóvá válhat az új számrendszerek alulról építkező felépítése, azaz egy-egy új – az előzőeknél nagyobb felbontáshoz tartozó elmélet – megalkotásának kevésbé kell ötletszerűnek lennie, súgást kaphatunk ehhez az alulról építkező számrendszerektől.

Említettem korábban, hogy az elméletek korrekciós szükségleteinek egyik okát az elmélettér struktúrájában látom, van azonban egy másik, súlyosabb, tisztán matematikai oka is ennek. Ma valamennyi elmélet a fizikában a valós és a komplex számok folytonossági tulajdonságaira épül, holott most már tudható, hogy az elméletekben szintén meghatározó szerepet betöltő parabolikus és hiperbolikus számok ebben a tekintetben lényegesen eltérnek a komplex számoktól. A fizika az esetek többségében feltételezi, hogy infinitezimális tartományban még érvényes az euklideszi geometria. Mivel egyelőre csak kétdimenziós számtereket, azaz a kételeműek által meghatározott számsíkokat definiáltam, ezért ezekre fogalmazom meg, hogy a hiperbolikus, és a parabolikus síkokon semmilyen infinitezimális tartományban nem euklideszi a számsík. Mivel ezek a számok téridőt modelleznek, ha a teret leszűkítem egy dimenzióra, ezért ugyanez elmondható e téridőkre is.

4. Skálafüggetlenség

Egy kicsit offtopicnak tűnhet az előzők után a skálafüggetlenséget említeni, de több szempontból is egymás mellé, vagy egymással szembe lehet állítani a skálafüggéssel. Skálafüggetlen rendszerek azok, amelyek elemei között nincs tipikus, azaz valamely tulajdonságukat tekintve lényegesen eltérnek egymástól. Anélkül, hogy a matematikájukat, sőt a velük kapcsolatos fogalmakat pontosan definiálnám, fontos tulajdonságuk közé sorolom a bonyolultságot, az adott tulajdonságra vonatkozó normális eloszlás hiányát.[10] A rendszerek változásában ez a szakasz a gyarapodás ideje, a rendszer egyes elemeinek egy adott tulajdonsága változik, és egyúttal az elemeik közötti egyensúly ebben a tekintetben megbomlik, ami a bonyolultság fokozódásának az oka. Fogalmazhatok úgy, hogy az egész rendszert tekintve ez a szakasz a belső *mennyiségi* növekedés szakasza, és a majdani *minőségi* változást okozó belső feszültségnövekedés időszaka. A kiemelt *mennyiségi* és *minőségi* szavak az árulkodóak, mert ebből sejteni lehet, hogy új minőségi végtelen annak a modellezésére alkalmas, amikor a rendszer „megszalad”, majd minőséget vált. Említettem a bevezetésben, hogy az új számrendszerek kétféleképpen „szólnak” a végtelenről, először a valósok/képzetesek véges/végtelen viszonyában, másodszor a különböző számrendszerek – egyelőre csak a különböző kételeműeket említve – között feszülő végtelen ábrázolásokban. Nos, ezek közül nyilvánvalóan az előbbi használható a rendszer minőségváltásának modellezésére. A skálafüggetlen rendszereknél is – rejtve ugyan – jelen van a skálafüggő tulajdonság, mégpedig az elemeiket tekintve, hiszen az egyes elemek jellemzése, belső tulajdonságai és törvényszerűségei függetlenek az őket tartalmazó rendszer törvényszerűségeitől. Az elemek csak „nagyobb felbontásban láthatóak”. Érdemes lenne ebből a nagyobb felbontásból, vagyis az elemek belső törvényszerűségeiből levezetni a

[10] Ezekről a rendszerekről írtam régen egy kis cikket még 2011-ben, „A változásokról és az evolúcióról”; https://www.infinitemath.hu/archivum/egyeb/28-a-valtozasokrol-es-az-evoluciorol

skálafüggetlen rendszer törvényszerűségeit, bár szerintem erre alkalmas modelleket már ismerünk.

5. Összegzés

A különböző renormalizálási – azaz **Feynman**nal egyetértve „abnormalizálási” – eljárások sejtetik, hogy a jelenlegi fizikának komoly problémái vannak a számokkal, elsősorban a nullával és a végtelennel.[11] Ez több mint nehézség, komoly hibák, hiányosságok forrása. Véleményem szerint ez a legfőbb oka a fizika utóbbi évtizedekben bekövetkezett megtorpanásának, a terméketlen, egymásnak gyakran ellentmondó, és a tapasztalatokkal meg nem erősített elméletek sokaságának. De mit várhatunk ezektől az elméletektől, ha egy olyan standard modellre próbálják visszavezetni őket, amely maga is hiányos, pontatlan matematikai alapokon nyugszik?

Ezt a problémát szüntetheti meg a komplex számok és általában a kételeműek – komplex, parabolikus, hiperbolikus számok – kapcsán a képzeteseik és egy speciális végtelen összefüggésének felfedezése, és általában a képzetes szám fogalmának összekapcsolása egy úgynevezett minőségi végtelennel. Értelmet nyer velük sok olyan tapasztalat, amelyre a matematikának nem, vagy csak a tapasztalatot nem tükröző modelljei voltak, például az aktuális mennyiségi végtelennek a matematikában megjelenő, de a valóságban nem megfigyelt fogalma. A képzetes számok végtelen „jelentése” és kételemű számok téridőt modellező szerepe új „értelmet” ad a tér és az idő viszonyának is.

Ezzel azonban a matematika alapjai változnak meg, a halmazelméletet axióma-szinten kell módosítani, és változnak a folytonossággal kapcsolatos fogalmak is, amelyeknek jelenleg használt definíciói és tételei a kételeműek közül csak a komplex számokra igazak változtatás nélkül. Tehát a komplex számokra továbbra is használhatóak az eddig róla tudottak, így a változtatás szükségessége nem jelenti azt, hogy minden eddigi tudásunkat sutba kellene dobni, sőt, a cél az, hogy belőlük a lehető legtöbbet felhasználjuk. Így is óriási munka vár nemcsak a matematikusokra, de a fizikusokra is.

Ebben a cikkben elsősorban arra hívtam fel a figyelmet, hogy a fizika jelenleg igen magas absztrakciós szinten fogalmaz meg elméleteket, de a használt matematika „építőkövei” hiányosak, sőt egyes használatukban hibásak. Ez azért nem válik mindig nyilvánvalóvá, mert az elméletek többsége olyan magas felbontási szintekre – nem tapasztalt, csak elképzelt parányok világára – vonatkozik, amelyekről a tapasztalatszerzés technikailag még lehetetlen, vagy pedig az elmélet „visszavezetése” az elfogadott – bár nem teljes és matematikailag is hiányos – standard modellre akadályokba ütközik.

Szerintem a matematikának vissza kell térnie a gyökereihez, a természethez. A matematika új alapjai is a fizikában gyökereznek, és a folytatást szintén a természetből kell kiolvasni. Az elméleti fizikusok ma a meglévő matematikát használják és merítenek belőle ötleteket a fizikai jelenségek leírására, én épp ellenkezőleg, a természetet hívnám segítségül a szükséges matematika megtalálásához. Végül is mi más érdekelhetne bennünket, ha nem a világmindenség, és minden, amit tudnunk kell róla, az odakint/idebent megtalálható.

[11] Nemcsak a nullával és a végtelennel vannak gondok, de a fizikusok a nagyon nagy és a nagyon kicsi számokat sem „szeretik”. Ennek a miértjére még más alkalommal vissza fogok térni.