

Filozófiai gondolatok fizika ismeretterjesztő könyvek olvasása közben

András Ferenc

2023. június 6.

1. Előhang

A filozófusok írásaiban, és a következő fejtegetésekben is a „törvény” szó kettős értelemben szerepel. Jelenti egyrészt azt a valamilyen nyelven, akár matematikai vagy kémiai nyelven megfogalmazott univerzális állítást, amelyik emberi felfedezés eredménye, és emberi fogalmakat használ, azok összefüggéseit adja meg. Ezek a fogalmak azonban valóságos dolgokra, valóságos jelenségekre utalnak, melyek ott vannak a kinti, a nyelv, a gondolkodás előtti világban. Tehát ebben az értelemben a klasszikus fizika tömegvonzás törvénye egy képlet, ahol a képlet némely alkotórésze – a fizikai jellemzők – valóságban lévő dolgokra utalnak. A képlet más részei, a matematikai-logikai jelek viszont nem ilyen státuszúak. Van azonban a „törvény” szónak egy másik jelentése is: egy elmefüggetlen létező, egy univerzálé, ami ott van a világban, és ami igazgá teszi a helyesen megfogalmazott törvényeket. Az előbbit, egy nyelven megfogalmazott általános tételt „törvény_l” kifejezéssel, az utóbbit, az elmefüggetlen valóság lakóját „törvény_o”-val fogom jelölni. (Népszerű megfogalmazásban a „törvény_o” a „törvény_l” truthmaker-je.) A megkülönböztetés némely esetben fölösleges, amikor a szövegösszefüggésből kiderül, hogy milyen értelemben beszélünk törvényekről, máskor viszont megkülönböztetés hiánya zavart okoz, és ezért nélkülözhetetlen.

2. A törvény_l-ek jellege

Richard Phillips Feynman népszerű, de mégis mély és széles látókörű ismeretterjesztő könyvében Newton gravitációs törvény_l-én keresztül mutatja be a fizikai törvény_l-szerűség fogalmát.¹ Mind történeti, mind didaktikai szempontból szerencsés ez a választás, hiszen a Newton által megtalált egyetemes összefüggés valóban inflexiós pontja a tudománytörténetnek, és egyszerre könnyen érthető és érthetetlen, – ha mélyebben belegondolunk. Ennek Newton is tudatában volt, és Feynman, a méltó utód, könyvében ezt szépen el is magyarázza. Talán megbocsátja nekem – bár Feynman nem kedvelte a filozófusokat – ha a magam módján ehhez én is hozzáteszem a magamét.

A gravitációs törvény_l azért egyszerű az első látásra, mert matematika nélkül szavakban is megfogalmazható, csak akkor nem tudunk számolni vele. Így ír Feynman:

A gravitáció törvénye azt mondja ki, hogy két test olyan erőt fejt ki egymásra, amely a távolságuk négyzetével fordított, tömegükkel pedig egyenes arányban áll. Matematikailag ezt az általános törvényt a következő alakban írhatjuk le:

$$(i) F = G \times m \times m' / r^2$$

vagyis: az erő egyenlő egy bizonyos állandószorz a tömegek szorzata, osztva a távolság négyzetével.²

Megdöbbenő a törvény_l egyszerűsége, és az, hogy jó közelítéssel ma is számolhatunk vele, csak nagyobb távolságok esetén kell lecseréljük Einstein, jóval bonyolultabb formuláival. Csak látszólag egyszerű, mert hozzászoktunk az iskolában, és nem gondolunk bele mit is mond nekünk. Azt állítja, hogy létezik valamiféle láthatatlan erőhatás, ami óriási távolságokra, végtelenül gyorsan hat, és fel nem fogható, honnan tudja az a két buta anyagtömeg, hogy milyen erővel kell vonzania egymást. Newton maga se tudta ezt megmagyarázni, majd Einstein lesz, aki megválaszolja Newton kérdését. Erről azonban írjanak a fizikatörténészek, én maradok a fi-

¹Richard Feynman, *A fizikai törvények jellege* (ford. Gajzágó Éva) (1983) Magvető Kiadó, Budapest. Az eredeti angol nyelvű könyv: Richard (Phillips) Feynman, *The Character of Physical Law* (1965/1985) MIT Press; 174 p. „The Character of Physical Law is a series of seven lectures by physicist Richard Feynman concerning the nature of the laws of physics. Feynman delivered the lectures in 1964 at Cornell University, as part of the Messenger Lectures series.”

²i.m. 15-16 o.

lozói kaptafánál, a jelentésnél. Engem az érdekel, hogy a középiskolában tanult fenti formula, csak a szöveges magyarázattal együtt teljes, a formulából önmagában nem látszik, hogy miképpen függnek össze a fizikai változók (fizikai jellemzők). Mindjárt elmagyarázom, hogyan kéne pontosabban megfogalmazni.

Azt mondja nekünk a klasszikus fizika gravitációs törvény_l-e, hogy amennyiben van két merev testünk – mondjuk a és b – minden mástól jó messzire, és a tömege m , b tömege pedig m' , és az a és b közötti távolság r , akkor fellép közöttük egy erő, melynek a nagysága F , amely az ismert képlettel számítható ki. Tömörebben, részben formalizált nyelven elmondva ugyanezt:

(ii) Ha $m = a$ – tömege & $m' = b$ – tömege & $r = (a$ és b távolsága) Akkor van olyan F , hogy F -egy vonzó erő a és b között & $|F| = G \times m \times m' / r^2$;

ahol $|F|$ az F erő vektor skalár értékét jelenti, az erő irányát az $r(a, b)$ távolság reláció határozza meg, G a gravitációs állandó. Nincsenek megszorítások arra nézve, hogy a tömegek és távolságok milyen nagyok vagy milyen kicsik lehetnek.

Ez utóbbi (ii) megfogalmazás a gravitációs törvény_l-t oksági törvénynek tekinti, erre utal a „ha ...akkor” jellegű kapcsolat és az utótag egzisztenciális állítása. (Látni fogjuk, hogy nem ez az egyedüli lehetséges értelmezés.) A (ii) megfogalmazás logikai szerkezete világosan megmutatja, hogy a törvény_l miknek a létezését feltételezi, miben hiszünk amikor klasszikus fizikában gondolkozunk. A törvény_l nem csak a gravitációs erő (F) és a tömeg (m, m') létezését feltételezi, hanem a merev testekét (a, b) és a köztük lévő jól meghatározható távolság (r) egyértelmű létezését is. (Jó lenne az összes lényeges fizikai törvényt ilyen világos formában fölírni, mert akkor jobban értenénk, hogy mi mivel függ össze, és minek a létezését feltételezzük.) A klasszikus fizikában gondolkozva abban is hiszünk, hogy ezek a fizikai mennyiségek valós számokkal leírhatóak – más törvény_o alapján pl. még abban is hiszünk, hogy a merev testek mozgását a tömegközéppontjuk vonalát tekintve differenciálható függvény írja le, nincsenek benne szakadások, ugrások, és minden test ameddig létezik, mindig van valahol, és mindig egyszerre csak egy helyen van. Fontos kiemelni, ezek a józanész föltevésai, nem részei a logika

axiómáinak. (A logika nem írja elő, hogy a két test közötti távolságnak van egy egyértelmű, jól meghatározott érte, lehet a két test közötti távolság egy valószínűségi eloszlás függvény is. Annál is inkább, mert ha nagyon pontosan próbálunk mérni egy távolságot, akkor különböző értékeket fogunk eredményül kapni, és a mérnöki gyakorlatban azok súlyozott átlagát fogadjuk el eredménynek. A logika azt sem tiltja, hogy valami az időben visszafelé mozogjon, közvetve, a szemantikai interpretációban csak a múlt megváltoztatását zárja ki.)³

A törvény_l ámulatba ejtő egyszerűsége azt is sugallhatja – Galilei nyomán – hogy a természet nyelve a matematika. Én azonban, sok más modern filozófussal együtt úgy gondolom, hogy természetnek nincsen semmiféle nyelve, az ember az, aki beszél. Mégpedig azért nincs, mert a gravitációs törvény_l más módon, más matematikai formulákkal, más szemlélettel is megfogalmazható, mint Feynman a könyvében ezt szépen elmagyarázza. Érdeemes ezt röviden fölidézni.

3. Ugyanaz másképpen

Feynman három féle módon, három féle matematikai megfogalmazással is bemutatja ugyanazt a fizikai törvény_o-t.⁴

3.1. Távolhatás

Az első állítás az, hogy a tárgyak között olyan erő hat, amelyet a már ismert (i) összefüggés ad meg. Ennek az erőnek a hatására minden tárgy gyorsul, vagyis meghatározott módon változtatja mozgását. ... A törvénynek ez a megfogalmazása azt mondja, hogy az erő egy véges távolságban lévő valamitől függ. Azt mondjuk: a törvény_o nem lokális jellegű, mivel az egyik tárgyra ható erő nagysága attól függ, hogy egy másik tárgy hol van. Sokan nem szívelelik a távolhatás gondolatát. Honnan

³Lásd ezzel kapcsolatban <https://ferenc.andrasek.hu/modellek/rev-time-xlsx> Excel modellt, valamint a hozzá kapcsolódó két blog posztomat: https://filozofiaiszjeljegyzetek.blog.hu/2017/04/29/mulhat-e_visszafele_az_ido illetve https://filozofiaiszjeljegyzetek.blog.hu/2017/08/21/ido_visszafele_lehetseges

⁴Az angol nyelvű kiadás *The Relation of Mathematics to Physics* c. fejezete, 50-53 oldalak. A magyar fordításban ez a könyv 77-83 oldala.

tudja az itt lévő tárgy, hogy mi történik amott?

Feynman a második megfogalmazásnak csak a vázlatát mutatja be.

3.2. Mezőelmélet

Ezt meglehetősen nehéz elmagyarázni, ezért inkább csak hozzávetőlegesen vázolom föl a lényegét. ... A tér minden egyes pontjához egy-egy számot rendelünk ... és ez a szám helyről helyre változik. Ha a tér valamely pontjába egy tárgyat helyezünk, az arra ható erő abba az irányba mutat, amelyik irányba ez a szám a leggyorsabban változik. (... ez a potenciál, és az erő a potenciál változásának irányába mutat.) ... ez a törvény különbözik az előbbitől, mivel azt, hogy mi történik egy adott pontban, annak függvényében adja meg, hogy mi történik e pont közvetlen környezetében

Van egy harmadik felfogás is, a minimum elv.

3.3. Minimum elv

Ha van egy több részecskéből álló rendszerünk, és azt akarjuk megtudni, hogy ezek valamelyike hogyan jut el az egyik helyről a másikra, azt úgy kaphatjuk meg, hogy tanulmányozzuk a részecske olyan lehetséges mozgásait, amelyekkel az egy meghatározott idő alatt juthat el a tér egyik pontjából egy másikba. ... Azt kell tenni, hogy fölveszünk különféle görbéket, s valamennyi görbéhez kiszámítunk egy bizonyos mennyiséget (a kinetikus és a potenciális energia különbségének a pályára vonatkozó átlaga.) Ha ezt a mennyiséget különböző pályákra kiszámítjuk, mindegyik pályára más és más számot kapunk. Lesz ezek között a számok között egy legkisebb érték: és éppen az ehhez tartozó pálya lesz az, amelyen a részecske a valóságban mozogni fog, vagyis a részecske pályáját, az ellipszist most egy – a teljes görbére vonatkozó – állítással fejezzük ki. Elvesztettük a kauzalitás ideáját, amely szerint a részecske a vonzást érzi, és annak hatására mozog. Helyébe egy olyan elképzelést állítottunk, mely szerint a részecske mintegy „végigszaglássza”

valamennyi lehetséges pályát, majd kiválasztja a neki leginkább tetszőt (azt, amelyre az általunk kiszámított mennyiség a legkisebb értéket veszi fel.)

A természet tehát többféle ontológiai (létezési) feltevessel is leírható, de nem akárhogy! Ha a kauzalitásban hiszünk, akkor az (i) megfogalmazást fogadjuk el, ha a lokalitást pártoljuk, akkor a második, ha a minimum elveket, akkor a harmadik megközelítés a választásunk. Mindhárom matematikai leírás alapján kísérleteket végezhetünk, és ellenőrizhetjük, hogy eltérő előrejelzésekkel szolgál-e valamelyik. De úgy tűnik, az előrejelzések szempontjából egyenértékű a három megfogalmazás. De olyan szempontból egyáltalán nem egyenértékűek, hogy mennyire könnyűek a számítások. Feynman így ír:

A három leírásmód tudományosan egyenértékű. Lehetetlen választani, mivel nincs mód arra, hogy e leírásmódokat kísérletileg megkülönböztessük, hiszen valamennyi következtetésük megegyezik. Pszichológiailag azonban két szempontból is különböznek egymástól. Először azért, mert az ember filozófiai szempontból vonzóbbnak találhatja az egyik képet a másiknál . . . A másik lélektani szempont az, hogy ezek a leírásmódok merőben különböznek egymástól abban, hogy mennyire lehetnek segítségünkre új törvény_l felismerésében.

A formalizmusok utóbbi különbségét logikai szempontból *pragmatikai* különbségnek nevezhetjük. (A kvantummechanikának is különböző egymással egyenértékű megfogalmazásait alkották meg, de erre, tekintettel a tárgy bonyolultságára nem térek ki.⁵) Ezeket a megfontolásokat kell szem előtt tartani a következő két példa esetén is, melyeket korábban más írásaimban már tárgyaltam. Ezt írtam korábban:

Amikor a hetvenes években műszaki főiskolára jártan, és elektrotechnika órán komplex számokkal írtuk le az elektromos jelenségeket, jókora filozófiai vita bontakozott ki közöttünk arról, hogy valójában létezik-e a meddő áram? A követ-

⁵1932-ben John von Neumann bizonyítja, hogy (szerinte) nincsenek rejtett paraméterek, Reichenbach kételkedik a bizonyítás helyességében. Einstein szerint nem lehet komplett a kvantum mechanika, a lokalitás elvére hivatkozik. Podolsky, Nathan Rosen, Einstein fölismerik a kvantum összefonódás jelenségét. 1951-ben David Bohm a paradoxon újabb verzióját fogalmazza meg. John Steward Bell (ír tudós) rájön, hogy kísérletileg lehet ellenőrizni a rejtett paraméterek létezését. Everett sokvilág értelmezését adja a kvantum jelenségeknek, Edward Nelson sztochasztikus mechanikát dolgoz ki (Stochastic Mechanics). Egy másik, erősen vitatott értelmezése a kvantummechanikának az ún. Pilot Wave Theory. Népszerű formában próbálja ezeket elmagyarázni Carlo Rovelli könyve, *Helgoland – Hogyan változtatta meg világképünket a kvantumelmélet* (2022) Park Kiadó, Bp.

kezőről volt szó. Mai világunk számára tökéletesen megszokott váltakozó áram, ami a gépeinket működteti, a fali vezetékben lévő váltakozó feszültség hatására jön létre. Ez a váltakozó feszültség időben szabályosan ismétlődő csúcsokból és völgyekből áll. A feszültség hatására a fogyasztókon átfolyó váltakozó áram hasonlóképpen csúcsok és völgyek sorozatából áll. Amennyiben az áram csúcsok és völgyek nem esnek időben egybe a feszültség csúcsokkal és völgyekkel, úgy fáziseltolódás van a feszültség és áram között. A fáziseltolódást írjuk le a komplex számok segítségével, ami a fali vezetékben folyó áramot két részre bontja, a két rész összegeként jeleníti meg: a valós áram a fáziseltérés nélküli komponens, a meddő áram, a valamilyen irányba $\pi/2$ radiánnal eltérő komponens. Utóbbiért nem kell fizetni az áramszolgáltatónak. A vita arról szólt, hogy valójában a fali vezetékben két áram folyik: a valós és a meddő, vagy csak egy, amelyik fázisban eltér a feszültségtől? ... Valaki leüt egy billentyűt a zongorán, és megszólal egy hang. A hangot műszerrel detektáljuk, és a keletkező jelet, grafikusán ábrázoljuk. Szabálytalan, de időben periodikus, szabályosan ismétlődő jelet látunk. A periódus idő reciprok értéke a frekvencia, ami a hang magasságának felel meg. A filozófiai kérdés most a következő: hány hangot hallunk? Első válasz: egy hangot hallunk, az egyvonalas G hangot, aminek egy sajátos, szabálytalan jel periodikus ismétlődése felel meg. Második válasz: több hangot hallunk. Halljuk a 384 Hz-es alaphangot és számos a zongora hangjára jellemző felhangot. Az alaphang és a felhangok összetétele, egymáshoz való viszonya szigorúan meghatározott. Csak egyetlen egy komplexum felel meg a zongora hangjának, miközben végtelen sok más összetétel van, amelyik nem írja le a zongora hangját. A kérdés ez: melyik a jó válasz, valójában hány hangot hallunk, egyet, vagy többet?⁶

A legismertebb példa talán a fotonok (a fény részecskék) és elektronok kettős természete. Bizonyos kísérletekben úgy tűnik, hullámként viselkednek, máskor viszont mintha korpusz-
kuláris részecskék volnának. Számos olyan régi és új fizikai elméletet, magyarázatot alkot-
tak meg, amelyik az egyik vagy másik felfogást pártolta. Ezek az eltérő elméletek eltérő on-

⁶https://filozofiaiszeljegyzetek.blog.hu/2017/10/07/fizika_es_metafizika_i

tológiákon alapulnak.⁷

A fenti példák mind arról szóltak, hogy a jelenségek egy körének különféle feltevéseket elfogadó, a jóslások szempontjából egyenértékű magyarázatai vannak. Legyenek a jelenségek egy W_1 osztályának L_1, L_2 és L_3 pragmatikailag, ontológiailag különböző, de egyforma előrejelzéseket megadó elméletei, magyarázatai. Ezek az elméletek az előrejelzés hatékonyságát alapul véve igaznak tekinthetők. (Tisztában vagyok vele, hogy ez az igazság értelmezés fölvet bizonyos kérdéseket, nehézségeket, de ezen most emelkedjünk felül.) A zavarba ejtő filozófiai kérdés ezek után a következő: mi az a valóságban létező egyvalami, ami egyaránt igazzá teszi ezeket az egymástól különböző elméleteket? Mi alapozza meg pl. a gravitáció jelenségét: a sok-sok egyedi fizikai tárgy, vagy azon túl valami általános létező, valamiféle univerzálé?

4. Csak a filozófusok folytatnak vég nélküli vitákat?

4.1. Erő-e a gravitáció?

A klasszikus (azaz a newtoni fizikában) létezik a gravitációs erő, ami két test között ébred.⁸ Ezt az erőt méri az Eötvös-inga amit sokáig használtak az olajkutatásban. A gravitációt erőnek tekintik a józanész is. Hiszen erő az, aminek hatására a testek gyorsulnak, vagy a rugók megnyúlnak. Ezért esnek le gyorsulva a testek, ha elengedjük őket, és ezért nyúlik meg a rugó, ha súlyt akasztunk rá. (Más a helyzet, ha zuhanó liftben végezzük el a kísérletet.) Az általános relativitáselméletben másképp van. A többségi vélemény szerint Einstein pontosabb gravitáció

⁷Ian Miller (PhD., FRSC, chemist, theoretician, author) írja a Quora, levelezési listán, 2023. március 22-én, egy kérdésre válaszolva: Valóban létezik-e az atommagot körülvevő úgynevezett „elektronfelhő”, vagy csak emberi képzelgés? * * * Az elektron egy részecske, de rendkívül kis tömeggel rendelkezik. Ennek megfelelően, amikor az elektromos tér az atommaghoz köti, az elektron mozgási energiája ellentétes előjelű, de egyenlő a kötési energiával (virialis tétel), és ennek következtében az elektron rendkívül gyorsan mozog. Van annak egy valószínűsége, hogy különböző helyeken tartózkodik, de sebessége miatt ténylegesen mindezeket a valószínűségeket egy olyan időszak alatt gyakorolja, ameddig bármely atommag érzékelhetően mozoghat. ... Ez a Hellmann-Feynman-tétel. Sajnos, mivel a tételt Ψ -ben fejezik ki, úgy tűnik, egyesek azt hiszik, hogy az elektron valamiféle felhő. Az elektromos mező létezik, de ez az elektron gyors mozgásának köszönhető; az elektron NEM felhő, és bárki, aki azt hiszi, hogy az, egyszerűen félreértette, hogy mit jelent a matematika jelen esetben.

Lásd még: Székely László, Interpretációk a fizikában (2013) MFISZ, 57 (2). pp. 67-84.

⁸A tömeg, mint a tehetetlenség mértéke, egy másik fogalom a klasszikus fizikában. A kétfajta tömeg viszonyát Einstein gondolja majd tovább. Kidolgoztak Einstein elméletétől eltérő, a Mach elvnek többé-kevésbé megfelelő alternatív elméleteket is. Pl. Dennis W. Sciama (1953), Brans-Dicke Theory of Gravity, Fred Hoyle-Jayant Narlikar Cosmology, Wheeler-Feynman theory, lásd: <https://youtu.be/W0RuZb1yhpA>

elméletében a gravitáció nem erő, a tér görbülete tartja a pályáján a bolygókat. Kevésbé ismert, hogy maga Einstein soha nem fogadta el a gravitáció geometriai értelmezését.⁹ Ezt azonban manapság sem minden fizikus így látja, pl. Viktor T. Toth és mások.¹⁰

4.2. Létezik-e mozgási tömeg?

Mértékadó fizikus vélemények szerint nem létezik, a tömeg minden esetben azonos az un. nyugalmi tömeggel. De a hetvenes években nekem nem ezt tanították, azóta megváltozott a vélemény, bár elvétve még lehet találkozni azzal a véleménnyel, hogy a testek tömege a fénysebesség közelében a végtelenhez közelít.¹¹

5. Keretelméletek

A következő fejtegetések feltételezik, hogy az olvasó ismeri Carnap „külső kérdés-belső kérdés” fogalmi disztinkcióját, melyet az „Empirizmus, szemantika és ontológia” c. alapvető jelentőségű

⁹Dennis Lehmkuhl, *Why Einstein did not believe that general relativity geometrizes gravity* (2014) *Studies in History and Philosophy of Science Part B: Studies in History and Philosophy of Modern Physics Volume 46, Part B*, May 2014, Pages 316-326

¹⁰Viktor T. Toth a Quora levelezési listán 2023. március 29-én egy kérdésre válaszolva ezt írta: „Einstein said gravity is due to curvature of space’, is there any graphic/geometric evidence/photograph that space can be bent, curved, or flexible? * * * First, no, Einstein did not say that gravity is due to curvature of space’. If anything, he cautioned against reading too much into the geometric interpretation. To quote, „It is wrong to think that geometrization’ is something essential. It is only a kind of crutch [Eselsbrücke] for the finding of numerical laws. Whether one links geometrical’ intuitions with a theory is a . . . private matter.” (Einstein to Reichenbach, 8 April 1926) Second, even if we take the geometrization business literally, Newtonian gravity is due almost entirely to the time part in spacetime: the Newtonian potential is proportional to the rate at which clocks tick differently. Spatial curvature adds only a tiny (one part in a billion) correction for slow-moving bodies. But in case you are wondering, direct evidence of spatial curvature is nonetheless available. Einstein’s prediction of the deflection of light by a gravitating body, such as the Sun, is twice the value we would get from Newtonian physics, and that is because for particles traveling at or near the speed of light, the effect of spatial curvature is as large as the effect of gravitational time dilation. This was explicitly measured by Eddington during the famous 1919 solar eclipse expedition, providing extraordinary confirmation of Einstein’s theory. So the presence of spatial curvature in the metrical tensor is experimentally verified. Now whether or not we accept the geometric interpretation, the metrical tensor as determining the „true” (whatever that means) geometry of spacetime, or if we continue to view gravitation as a force (as did, apparently, not just Einstein but also perhaps Feynman and others) and the geometric interpretation as merely useful mathematics (which, incidentally, also applies to other fields like electromagnetism; the difference is that for these fields, the interpretation is not universal but different for particles with different charge-to-mass ratios) is up to us. But the evidence is present nonetheless, interpretations notwithstanding.”

¹¹Érdemes elolvasni Szondy György, *Nyugalmi vs. relativisztikus tömeg* c. írását, *Fizikai Szemle* 2007/8, pp.275-78.

tanulmányában fejtett ki.¹² Fontos Tarski igazságelmélete lényegének ismerete, ami hallgatólagosan ott van Carnap megfontolásai mögött: az 'igazság' predikátum szabatosan csak adott nyelven belül, adott szemantikai interpretációval értelmezhető, azoktól függetlenül, általánosan nem. Ez a kályha ahonnan Carnap elindul.

A következő fejtegetések feltételezik, hogy az olvasó ismeri Carnap „külső kérdés-belső kérdés” fogalmi disztinkcióját, melyet az „Empirizmus, szemantika és ontológia” c. alapvető jelentőségű tanulmányában fejtett ki.¹³

Belső kérdésként tekintve léteznek felharmonikusak, létezik meddő áram, épp úgy mint a gravitációs erő végtelen távolhatással, a nekik megfelelő keretelméletben. Azért léteznek belső értelemben, mert az alkalmazott keretelmélet alkatrészei, ahogy a számok létezése analitikus igazság ilyen értelemben. A filozófusok azonban ezeket külső létezési állításként szokták fölfogni. (Hasonlóan pl. a számok létezéséhez.) Pl. Létezik-e meddő áram minden keretelméletől függetlenül, csak úgy önmagában? Vagy másképp fogalmazva, létezik-e meddő áram *valójában*? Carnap azt tanítja nekünk, hogy a külső kérdések értelmetlenek, valóságos értelmet nélkülöző

¹²Rudolf Carnap, *Empirizmus, szemantika és ontológia* in. Irving M. Copi – James A. Gould (szerk.), *Kortárs tanulmányok a logikaelmélet kérdéseiről* (1985) Gondolat, Budapest. Az eredeti angol nyelvű szöveg: Rudolf Carnap, *Empiricism, Semantics, and Ontology*, in. *Revue Internationale de Philosophie* 4 (1950): 20-40. Reprinted in the Supplement to *Meaning and Necessity: A Study in Semantics and Modal Logic*, enlarged edition (University of Chicago Press, 1956), a netről letölthető.

¹³Rudolf Carnap, *Empirizmus, szemantika és ontológia* in. Irving M. Copi – James A. Gould (szerk.), *Kortárs tanulmányok a logikaelmélet kérdéseiről* (1985) Gondolat, Budapest. Az eredeti angol nyelvű szöveg: Rudolf Carnap, *Empiricism, Semantics, and Ontology*, in. *Revue Internationale de Philosophie* 4 (1950): 20-40. Reprinted in the Supplement to *Meaning and Necessity: A Study in Semantics and Modal Logic*, enlarged edition (University of Chicago Press, 1956), a netről letölthető.

álkérdések.¹⁴ Carnap tanításának jelentős megvilágosító ereje van, mindazonáltal felmerülnek bizonyos kérdések, kételyek tanítása általános érvényével kapcsolatban. Én több problémát is látok.

A fenti példák esetén egyetértek Carnap megközelítésével. Jól használható megközelítése a fizikai elméletek ontológiájával kapcsolatban. Ő azonban úgy véli, megoldása a külső és belső létezési kérdés megkülönböztetéséről teljesen általános, épp úgy vonatkozik az időre, a mindennapi tárgyakra vagy misztikus, csodás jelenségek feltételezett objektumaira és eseményeire. Vegyük ezeket sorra.

Más idő fogalmat használ a newtoni, és mást az einsteini fizika, az előbbiben létezik abszolút egyidejűség, abszolút tér, az utóbbiban nem. A sebesség és távolság fogalmai is másként működnek a két elméletben, amiből eltérő létezési állítások következnek. Pl. a klasszikus fizikában nincsen határsebesség, a speciális relativitáselméletben viszont van. Szerintem ebben a tekintetben kiválóan működik Carnap felfogása.

Nehezebb kérdés az idő filozófiája. A fizikusok az elméleteikben – már amelyikben van idő fogalom – eternalista felfogást alkalmaznak, és elméleteikben nincsen köznapi értelemben vett „múlt, jelen és jövő”.¹⁵ Azért nincs, mert a mindennapi nyelvnek indexikus kifejezései a „múlt,

¹⁴Carnap azt írja tanulmányában, hogy Wittgensteintől kapta az inspirációt. Úgy tűnik, ez nem teljesen állja meg a helyét. Annalisa Coliva írja a *Philosophical level* listán (2023.04.18.): „In *On Certainty* (1969, 35) Wittgenstein claims that „There are physical objects” is nonsense. This claim is strongly reminiscent of the *Tractatus Logico-Philosophicus* (4.1272) where he claims that „one cannot say There are objects’ as one says There are books’ ”; and of T 4.1274, where he says „The question about the existence of a formal concept is nonsense”. Despite such a superficial similarity, however, the reasons why „There are (physical) objects” would be nonsense are entirely different. In the case of the *Tractatus*, they depend on the rules that govern a correct logical symbolism, on the distinction between saying and showing and presuppose an ontology of objects. In the case of *On Certainty*, in contrast, they depend on thinking of „physical object” as a means of representation – as an „inference ticket”, which licenses (and forbids) certain inferences, without any ontological import. In his 1950 paper „Empiricism, semantics and ontology”, Carnap proposes a metalinguistic reading of questions such as „Are there physical objects?”. Surprisingly, he credits Wittgenstein, and indeed the Wittgenstein of the *Tractatus*, with the ideas from which he took inspiration. If I am right, however, there is only a superficial similarity between the ideas presented in the *Tractatus*, and Carnap’s. In fact, the deeper similarity is to be found between Carnap’s views and the ones that Wittgenstein developed, at about the same time, in *On Certainty*, published only in 1969, with which Carnap could have no familiarity. Yet, even there, the divide between two remains insurmountable, as they had entirely opposite views regarding the very possibility of there being a metalanguage and, therefore, a metalinguistic reading of the question „Are there physical objects?”.

¹⁵Lee Smolin egy kivétel. v.ö.: Lee Smolin and Clelia Verde, *The quantum mechanics of present* (2021.04.21.)

jelen és jövő” szavak, melyek a használat során nyernek egyértelmű jelölést (nem jelentést!).

A matematikai fizikában időtlen igazságok vannak, a „múlt, jelen és jövő” csak relációként értelmezhető.

A mindennapi gondolkozásban azonban alapvető mindennapi meggyőződésünk, hogy az idő

y x-hez képest <i>jövő</i>			pontosan akkor ha $x \leq y$ és nem $y \leq x$	$x < y$ akkor és csak akkor ha x korábbi vagy egyidejű y-al (A nagyobb számok a jövőt jelképezik.)												
y x-hez képest <i>jelen</i>			pontosan akkor ha $x \leq y$ és $y \leq x$	y x-hoz képes jövő idejű akkor és csak akkor ha $y < x > z$												
y x-hez képest <i>múlt</i>			pontosan akkor ha $y \leq x$ és nem $x \leq y$	y x-hoz képes jelen idejű akkor és csak akkor ha $y < x = z$												
				y x-hoz képes múlt idejű akkor és csak akkor ha $y < x < z$												
			<i>idő - y</i>													
			12	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jelen	
			11	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jelen	múlt
			10	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jelen	múlt
			9	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jelen	múlt	múlt
			8	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jelen	múlt	múlt	múlt
			7	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jelen	múlt	múlt	múlt	múlt
jövő	jövő	jövő	6	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jelen	múlt	múlt	múlt	múlt	múlt	múlt
jövő	jövő	jövő	5	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jelen	múlt	múlt	múlt	múlt	múlt	múlt	múlt
jövő	jövő	jövő	4	jövő	jövő	jövő	jövő	jelen	múlt	múlt	múlt	múlt	múlt	múlt	múlt	múlt
jövő	jövő	jövő	3	jövő	jövő	jelen	múlt	múlt	múlt	múlt	múlt	múlt	múlt	múlt	múlt	múlt
jövő	jövő	jövő	2	jövő	jelen	múlt	múlt	múlt	múlt	múlt	múlt	múlt	múlt	múlt	múlt	múlt
jövő	jövő	jövő	1	jelen	múlt	múlt	múlt	múlt	múlt	múlt	múlt	múlt	múlt	múlt	múlt	múlt
-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
jövő	jövő	jelen	-1	múlt	múlt											<i>idő - x</i>
jövő	jelen	múlt	-2	múlt	múlt	múlt										
jelen	múlt	múlt	-3	múlt	múlt	múlt										

1. ábra. Eternalista idő

múlik, amit a függvények vagy táblázatok nem képesek kifejezni. (Az idő irányát sem.) De a mindennapi lét nem egyfajta nyelv, tehát a fizika eternalizmusa és a mindennapi lét prezentizmusa már erőltetetten tekinthető két eltérő keretelméletnek. Ha mégis eltérő keretelméletnek tekintjük a fizika és a mindennapi lét gondolkozásmódját, akkor Carnap felfogása itt is megvilágosító erejű. (Én inkább a tudomány/igazság és a mindennapi lét dimenziójáról beszélek ez esetben, és nem eltérő keretelméletekről.) Ekkor az idő *B* teóriája, és az abban létező időpontok közötti állítások a matematikai fizika *belső* állításai, ezzel szemben az idő *A* teóriája, egy *külső* létezési állítás a fizika eternalizmusához képest. Carnap felfogását alkalmazva tehát az *A* és *B* teória békésen megfér egymás mellett, hiszen nem ugyanarról beszél a két elmélet. Mindkettő igaz, csak más értelemben.

Hasonló ez az absztrakt entitások létezése kérdéséhez, ahogy azt Carnap szépen bemutatta. Számok, mint, téren és időn kívüli, absztrakt objektumok léteznek a matematika keretelméletén belül, létezésük analitikus igazság, de kívülről nézve, egyfajta metafizikai/ontológiai keretelméletben, nem léteznek, hanem csak fizikai jelpéldányok léteznek, melyeknek adott, szándékolt nyelvhasználatban pusztán, fiktív jelentése az absztrakt entitás. Újabban Amie L. Tho-

masson élesztette föl, és védelmezte hatásosan ezt a felfogást.¹⁶

Carnap szerint az a kérdés, hogy léteznek-e a szobámban asztalok és székek, és ott ül-e a macska a sarokban, keretelmélet választására redukálódik. Ha a dolog-nyelvet választom, mert a dolog-nyelv, hatékony, egyszerű, közismert, akkor léteznek a közepes méretű fizikai tárgyak, hiszen ezek a dolog-nyelven belső létezési állítások. A dolog-nyelven az, hogy léteznek fizikai tárgyak, analitikus igazság. Carnap szerint választhatunk olyan nyelvet, amelyiken nem léteznek fizikai tárgyak, például valamilyen fenomenális nyelvet, vagy a tárgyakat események, folyamatok osztályaira redukáló nyelvet. Ekkor tagadhatjuk a hétköznapi tárgyak létét. De a tárgyak léteire vonatkozó külső kérdés értelmetlenség. Kicsit hosszabban idézem Carnapot:

A dologi világ elfogadása semmi többet nem jelent, mint egy bizonyos nyelvi forma elfogadását, más szavakkal, állítások alkotására és ellenőrzésére, elfogadására vagy elvetésére vonatkozó szabályok elfogadását. A dolog-nyelv elfogadása az eddig tett észrevételek alapján bizonyos állítások elfogadását, elhívését és állítását is eredményezi. A dologi világ valóságosságának tétele azonban nem szerepelhet ezek között az állítások között, mivel nem fogalmazható meg a dolog-nyelvben, sőt úgy tűnik, semmilyen teoretikus nyelvben sem. A dolog-nyelv elfogadását illető döntést – noha maga a döntés nem kognitív jellegű – többnyire épp úgy befolyásolja majd az elméleti tudás, mint bármely egyéb, nyelvi vagy más szabályok elfogadására vonatkozó döntést. Azok a célok fogják meghatározni, hogy mely tényezők lényegesek a döntés tekintetében, amelyekre a nyelvet szánjuk, például a ténybeli tudás közlésének célja. A döntő tényezők közé tartozhat a dolog-nyelv hatásossága, eredményessége és egyszerűsége. És az e minőségeket érintő kérdések valóban elméleti jellegűek. Ezek a kérdések azonban nem azonosíthatóak

¹⁶v.ö. Amie L. Thomasson, *Ontology Made Easy* (2014) New York: Oup Usa. Természetesen, ahogy lenni szokott, álláspontját sokan vitatják. Andrew Brenner (2018) *Analysis* 78 (4):605-614 infinite regress or circularity, Irene Olivero (Pádovai egyetem) könyvismertetője inkább Thomasson megközelítése érényeire, újdonságaira hívja föl a figyelmet, Jonas Raab (2020 november) *Synthese* 199, 3527-3556 körkörös érveléssel támadja a könyvet, Jonathan Schaffer (2009 July) *Philosophical Books* Vol. 50 No. 3 pp. 142–157 a koncepció logikai szerkezetét föltárva javítást is ajánl, Daniel Z. Korman (2019 June) *Philosophy and Phenomenological Research* Vol. XCIX No. 1 szimpatizál a könyv számos tézisével, bár a metaontológiai megfontolásokat kritikával illeti, Hanoch Ben Yami (2008) *Croatian Journal of Philosophy* (Croatian Journal of Philosophy), issue: 2 (23) / 2008, pages: 267-279 részben dicséri, részben bírálja a könyvet. Thomassonnak a fiktív létezőkről és a hétköznapi tárgyokról írt könyvei szintén sok szálon kapcsolódnak ehhez a kérdéskörhöz.

a realizmus kérdésével. Nem igennel vagy nemmel megválaszolható, hanem fokozati kérdések. A mindennapi élet legtöbb célját tekintve a dolog-nyelv rendkívül hatásosan működik szokásos formájában. Ez tapasztalataink tartalmán alapuló ténykérdés. Mégis helytelen volna így írni le a helyzetet: »A dolog-nyelv hatásosságának ténye a dologi világ valóságosságát megerősítő bizonyíték«; ehelyett inkább így kell mondanunk: »Ez a tény ajánlatossá teszi a dolog-nyelv elfogadását.«

Van azonban itt egy bökkenő. A korábbi példákban tényleg léteznek különféle keretelméletek – gondoljunk Feynman szép elemzésére – nem csak elvileg léteznek ezek a különféle keretelméletek, különféle nyelvek, hanem a valóságban is. A köznapi tárgyak esetében nem ez a helyzet, valójában nincsen alternatívája a dolog-nyelvnek. Sem események osztályaiként, sem atomok, sem anyagrészecskék, de még alkatrészek – lábak, fedlapok, csavarok – rendszereként sem tudjuk fölfogni pl. az asztalokat és székeket, nem tudnánk így beszélni, valójában nincs ilyen alternatív nyelv. Fenomenális nyelv nem létezik. Úgy tűnik, Carnap túllő a célon, a köznapi tárgyak, almák, körték, székek, asztalok léte nem redukálható a dolog-nyelv választására. Szerintem a dolog-nyelv választása szükségszerű, nincs más választásunk, mert mi magunk is fizikai tárgyak vagyunk, így működik az elménk, ezt hozta létre az evolúció.¹⁷

Carnap felfogásában gondot okoz a csodás lények és jelenségek létében való hit is.

Ha valaki számára a Biblia nagyobb tekintély, mint a fizika, akkor ha hisz abban, hogy valaki egyszer valamikor tudott járni a vízen, akkor neki ez a keretelmélete, és én kívülről nem cáfolhatom őt a fizikára való hivatkozással. Ha egy teológus hisz az angyalok létében, akkor én milyen alapon vitatom az ő hitét egy másik keretelmélet alapján, amelyik teljesen más alapon nyugszik, más benne a bizonyíték és más a cáfolat? Carnap talán azt mondaná, hogy mind Jézus vízen járása, mind az angyali üdvözlés dolog-nyelvet használ, és ez alapján érvényesek rá a dolog-nyelv használatának közönséges szabályai. Ezen az alapon tudnak vitatkozni vallásban hívők és fizikában hívők. Nekem azonban úgy tűnik, hogy a teológusok dolog-nyelve, nyelvhasználatuk lényeges pontokon különbözik az én ateista/fizikalista nyelvhasználatomtól, ezért

¹⁷Szerintem folyamat ontológia sem lehetséges, úgy ahogy pl. Alfred North Whitehead elképzelte.

ezek a viták elcsúsznak egymás mellett, értelmetlenek. Úgy tűnik Carnap nyomán egyfajta veritas duplexben kell hinnem, egymás cáfolata lehetetlen, mert más nyelven beszélünk, Isten léte a teológia belső állítása, a szkeptikus (és a naiv hívő) viszont külső állításként érti.

6. Természeti törvények filozófiai nézőpontból – egy megközelítés

Tegyük fel, hogy van a jelenségeknek egy jól meghatározott W_1 köre melyet szeretnénk megérteni, szeretnénk előre látni, szeretnénk bizonyos kiinduló adatok alapján előre kiszámítani, hogy mi fog történni a jelenségek W_1 világában. Nem célunk a végtelen pontos előre látás, de elvárjuk egy elmélettől, hogy nagy valószínűséggel és h hibahatáron belül helyes jóslásokat adjon. Tételezzük fel, hogy van két keretelméletünk (két nyelvünk), mondjuk L_1 és L_2 , melyek ki-elégítik a fenti követelményeket. Mindkettő jól működő, használható elmélet, melyek jóslásai teljesülnek az adott hibahatáron belül. Ekkor több kérdéssel, filozófainak is tekinthető kérdéssel szembesülünk:

1. Vajon ha $\langle W_1, h, L_1 \rangle$ és $\langle W_1, h, L_2 \rangle$ elmélet egyformán jó, egyformán helyes előrelátásokkal szolgál, akkor szükségszerűen átalakítható-e matematikailag egymásba a két elmélet? Előfordulhat-e hogy nem találtuk meg a két elmélet matematikai ekvivalenciájának bizonyítását, és később az is kiderül, hogy ilyen átalakítás nem is létezik?
2. Mondhatjuk-e, hogy mind $\langle W_1, h, L_1 \rangle$, mind $\langle W_1, h, L_2 \rangle$ elmélet egyaránt igaz? Ha ez így van, akkor hinnünk kell abban, hogy van az elme-független valóságban valami, egyvalami, ami mindkét elméletet igazzá teszi. Ez hogyan lehetséges?
3. Nagyon sok filozófus félreérti ezt a példát. Úgy véli, a tudomány realista értelmezésével összeegyeztethetetlen, hogy mind $\langle W_1, h, L_1 \rangle$ elméletet, mind $\langle W_1, h, L_2 \rangle$ elméletet egyenrangúként elfogadjuk, valamelyiknek nyerőnek kell lennie. Szerintük éppen ezt jelenti a tudomány realista felfogása.¹⁸ Ezek a filozófusok a létezési állítások keretelmélet függését, azt, hogy a létezési kérdések értelmesen csak egy adott, interpretált nyelv, keretelmélet belső kérdéseiként tehetőek föl úgy értelmezik, hogy akkor, ebben a felfogásban,

¹⁸pl. Bixin Bell Guo (University of Pittsburgh Phd hallgatója), *Can Humeans be Scientific Realist?* (2023) University of Pittsburgh, History and Philosophy of Science Department. Jó írás, érdemes elolvasni. <https://philsci-archive.pitt.edu/21738/1/Humean%20221220.pdf>

egy elmélet (egy fizikai teória, magyarázat) elmefüggő, azaz nem objektív. Nem veszük észre, a létezési állítások nem elme-függőek, hanem nyelv-függőek, a nyelvnek, mint, időtlen, absztrakt rendszernek az értelmében. Egy formális nyelv absztrakt létező, kategória hiba a mindennapi lét szereplőjeként tekinteni rá. Egy interpretált formális nyelv, melyen fizikailag értelmezhető állításokat teszünk, igaz, vagy hamis állításokat generál, és ez az igazság időtlen, nem pszichológiai természetű, és független az elmék állapotától.

Két hasonlatot mondok, hogy mi a gondom a realizmus ilyen felfogásával. Olyan ez, mint ha így érvelnénk: a hangversenyen elhangzó zene egyformán függ a zeneszerzőtől, a zenészekről és a hangszerkészítőktől. A hangszerkészítők is szerepelnek az előadáson. Vagy ezt gondolnánk: a színházi előadás egyformán függ a drámaírótól, a színészekről és rendezőtől, valamint a díszlet-munkásoktól és egyéb technikai személyzettől, ők is szereplői az előadásnak. Szerintem ez tévedés, a nyelv, a keretelmélet választása bármilyen fontos, nem egyenrangú szereplője, játékos a műsornak. A valóságnak a drámaíró és a zeneszerző felel meg, a nyelvnek a zenész és a színész. A főszereplő a valóság, a valóság dönt, a kísérlet választja ki a végtelen sok lehetséges elmélet közül a használhatóakat, ha esetleg több is van. Az interpretált nyelv előfeltétele annak, hogy igazságról beszélhessünk egy adott nyelven belül, de nem meghatározója az igazságnak. Az a mondat, hogy „A hó fehér.” a valóság, a tények következtében igaz, és nem a magyar nyelv szabályai következtében. Szerintem félrevezető relativizmusról beszélni a tudományfilozófiában, mert ténykérdés, hogy nincsen nyelv nélküli, attól független igazság, nem léteznek a tudomány elméleti objektumai keretelméleten kívül, attól függetlenül. Atomok, elektronok léteznek, és ezt határozottan állíthatjuk, de vele együtt állítjuk az atomelméletet is, és mindazokat a kísérleteket, melyeket ebben a felfogásban elvégeztünk. Ehhez a kérdéskörhöz tartozik több tudományfilozófiai, matematikafilozófiai és filozófiai ontológiai elmélet. Ezekről alább csak jelzésszerűen:

- ESR = Epistemic Structural realism

Az ismeretelméleti strukturális realizmust többnyire úgy jellemzik, hogy ebben a felfogásban a tudományos elméletek csak a nem megfigyelhető világ formájáról vagy szerkezetéről, nem pedig annak természetéről árulkodnak.

- OSR= Ontic Structural Realism
- MUH = Mathematical universe hypothesis

- NOA = Natural ontological attitude

Részletes ismertető található a témáról a Stanford Encyclopedia of Philosophy megfelelő bejegyzéseiben.¹⁹

¹⁹Ladyman, James, „Structural Realism”, The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Winter 2020 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL=<https://plato.stanford.edu/archives/win2020/entries/structural-realism/>