Norman Károly

*Relativitáselmélet gyerekeknek*

(Sokrészes sorozat következik, de nem biztos, hogy csak gyerekeknek)

**Expozíció az irdatlan görögdinnyéhez,**  
avagy: nem hisz a mérnök a relativitáselméletben

Húsz kilós görögdinnye a relativitáselmélet és a szociális fogadtatása. Föltenni alig bírom az asztalra. Kerülgetem, vágnék bele, akármivel nem is lehet, akárhogyan nem is lehet. Nekikezdek így, úgy; épp csak megkarcolom, és máris karakterek százezre gyűlik össze. Túl a képzavaros metaforákon: mit kell ilyenkor tenni? Addig rendben van, hogy esszék születnek; ha a szakszerű tartalom mellett lesz bennük ingerültség, humor, oldott mondatok, vitatható okoskodás és megföllebbezhetetlen szentenciák, dogmák és lelkesedés: más fórum nincs, amely elfogadja, csak az irodalmi. Erre találták ki a skatulyát. Bele vele.

Ha nem bír a szerző másként az expozíciójával, olvasson kis Tractatust Wittgensteintől. Majd tanul szikár fegyelmet. A további dolgozatokig megveheti vele a türelmet, ma még; bezzeg ha közelítene a kisbolygó-ütközés, kapna páros lábbal.

Egy mérnök barátom talán azért nem hisz a relativitáselméletben, mert ami ehhez az elemekből kell, azt pedagógiai fejletlenség - esetenként szabotázs - miatt nem építhette alul a tudása tornyába. Másként: emésztetlen tétel a lelki gyomrában. Bezzeg ő nem szabadulhatott meg ettől természetes úton, mint a lakosság nagyobbik, nemmérnöki része. Ezer év múlva bízvást nem itt tart majd a közoktatás. Ráadásul ma a fogyasztói népszórakoztatásnak nem érdeke a tiszta gondolat, inkább az áltudományos bulvárszédelgés. Hogy igazodjon el laikus a tohuvabohuban? Még a mérnök sem!

Hogy megjelent egy könyv is, amely szerint a Lorentz-kontrakció valóságos fizikai összehúzódás. A testeknek az éterrel való kölcsönhatása okozza. Olyan nincs, hogy valami csak úgy rezgés, anélkül, hogy valaminek a rezgése lenne. Igazi akadémikus írta.

Hogy nem igaz a fénysebesség felső korlát volta, itt van az entanglement, Schrödinger macskája azzal kel és fekszik. Hogy a tömeg nem is növekszik. Az időnek semmi köze a térbeli dimenziókhoz. Pláne 26 dimenziós húrokból áll a világ. Hogy Einstein maga is bevezetett egy kozmológiai konstanst, és ugyan élete legnagyobb tévedésének nevezte, mégis most a sötét energia igazolja.  
Különben sem tudjuk kvantálni a gravitációt, márpedig a gravitáció kvantálása nélkül az ember félkarú óriás. És bárki bármit mond, mindig ott van a Gödel-tétel.  
Uhh.

Tehát mennél tőbbek a mondatok, annál tractátusabb; persze a feröeri szárított birkahúst is szájba vesszük, de aztán alaposan megrágjuk. Aki tehát e bevezetőben lila, relativitáselméleti szépprózát vár, annak egyelőre csak ígéretet teszek. Vágok az aszalt dinnye közepébe, kiperegnek magok, amelyek egyszer tán kis, hangulatos esszécskékké kelnek ki. Ezekben haladok majd féregről féregre, amelyek a mérnök lelkét rágják.

Lássuk tehát a megértendők aggasztó leltárát! Azokat a tételeket, amelyekről állítom: megfelelő oktatással még a kisgyermek is megértheti.  
A vonatkoztatási rendszerek, ezen belül a tehetetlenségi vonatkoztatási rendszerek megértése nélkül nem lehetséges szilárd fizikai ismeret, mert már a hétköznapi alapfogalmak sem értelmezhetők: a helyek, az időpontok, a sebességekről, változó mennyiségekről, változási gyorsaságokról, erőkről és hasonlókról nem is szólva.

Minden logikus gondolati rendszer alapzatában tautológiák vannak, önmagukat (vagy keresztben egymást) igazoló alapállítások. Ezektől nem viszolyogni kell, hanem megérteni a használatukat.

Először a Newton-törvények alapfogalmi definíciók; csak a második használatukban a mozgást leíró törvények. Ezekhez a fizika nem egyedül Newton által jutott, de az egyszerűség kedvéért az ő személyével allegorizáljuk a modern fizika nyitányát, amiként néhány névvel szokás jegyezni a reneszánszot is, holott a kultúrvilág nagy testű, közös produkciója. Akit ez nem elégít ki, kalandozzék a tudomány kultúrtörténetében, élvezetes terület, nem kell ehhez szaktudósnak lenni.

Nem azonos háromféle dolog: a térbeliség általában; a tér mint a térbeliség matematikai-fizikai benépesítése oly módon, ami lehetővé teszi egymáshoz viszonyított helyek megadását, távolságok és időtartamok mérését; illetve a térben elhelyezkedő fizikai mezők, amilyen például egy folyadék sebességmezeje, a gravitációs vagy az elektromágneses mező. Egyszerű lakosok e fogalmak megemésztése nélkül nem feltétlenül értik meg világosan, micsoda görbe, amikor görbül a tér, és féreg a lyuk. A megértés nem azonos a hátszőrzet misztikus performanszok keltette borzongásával.

Egyenrangúak azok a tehetetlenségi vonatkoztatási rendszerek, amelyek egymáshoz képest állandó sebességgel mozognak; nem lehetséges közülük bármelyiket kitüntetni, méréssel kiválasztani. A természeti törvények formája nem változhat, amikor az egyikről a másikra áttérünk. A speciális relativitáselmélet alapgondolata, hogy a fizika kötelessége úgy megfogalmazni a törvényeit, hogy ezt a változatlanságot biztosítsa. Ehhez természetesen megfelelően kell kiválasztani és összefoglalni a törvényekben szereplő fizikai mennyiségeket. Először az elektromágnesség Maxwell által matematikai formába öntött törvényei teljesítették ezt, és derült ki például, hogy egy-ugyanazon fényhullám bármely tehetetlenségi rendszerből mérve ugyanakkora sebességgel halad. Ebből következik a haladási irányba eső hosszméretek és az időtartamok azonos arányú, a viszonylagos sebességtől függő rövidülése: a Lorentz-kontrakció. Nem az történik, hogy a testek fizikailag megrövidülnek, vagy az órák szerkezete késésbe fog, hanem az, hogy másik, viszonylagos mozgásban lévő rendszerből korrekten megmérve őket, rövidebbek.

Ez volt az, amit Einstein elsőként megértett. A tehetetlenségi rendszerek egyenértékűsége éppen azt jelenti: a fizikai alaptörvények azonos alakúak bármelyikből szemlélve, és ezt az elektromágnesség leírása szinte diktálja. Azonnal átvizsgálta a newtoni mechanikát is ebből a szempontból. Kiderült, hogy azt át kell alakítani ehhez, mert a hagyományos formájában pontatlan, bár kis viszonylagos sebességek esetén azért jól közelíti ezt a követelményt. Ám a fény sebességét alulról indulva nem lépheti túl semmilyen test, mert a viszonylagos sebességgel megnő a viszonylagos tömege is. Ha valamit gyorsítunk, az éppen azt jelenti, hogy áttérünk a vele együtt mozgóból egy másik vonatkoztatási rendszerre, abból szemléljük, a mennyiségeit abból mérjük. Ha vele mozognánk, mi sem történne; de mert hozzánk képest gyorsan mozog, hosszirányban rövidebbnek mérjük, az órája késik, a tömege nagyobb. Ha azt szeretnénk, hogy hozzánk képest elérje a fénysebességet, ehhez végtelen nagyságú energia kellene, mert a tömege végtelen naggyá kellene váljon. Nagy sebességek összeadását nem lehet úgy egyszerűsíteni, amilyen a kis sebességek szokásos összeadása.

Amikor Einstein eljutott odáig, hogy az egyenrangú tehetetlenségi rendszerek közötti áttérés során ne változzék a klasszikus fizikai törvények alakja, logikusan következett, hogy el kell és el lehet ezt érni bármiféle vonatkoztatási rendszerek közötti váltás esetén is. Ez az általános relativitáselmélet: választhassunk bármiféle vonatkoztatási rendszert, mérhessük meg abból nézve megbízhatóan valami bármely fizikai mennyiségét, és például legyünk képesek ezáltal eljutni a vele együtt mozgó rendszerbeni értékéhez. Az ehhez tartozó matematikai fegyvertár ugyan bonyolultabb, mint a speciálisé, de végső rokonságban vannak. Hamis kultúrközhely, hogy míg a speciális elméletet szinte diktálta a fizika XIX. századi fejlődése, az általános a zsenialitás váratlan teremtménye volna, amely a semmiből bukkant elő.

Newtonnak csak a nehézkedés állt a rendelkezésére próbapadként a fizikai elmélet számára. A huszadik század elejére már két kölcsönhatásfajta szolgálhatott hasonló módon: a gravitáció és az elektromágnesség. Mára négy kölcsönhatást ismerünk megbízhatóan, az újabb kettő a "gyenge" és az "erős" kölcsönhatás, amelyek leírásával a kvantummechanika szolgál. Nehézsúlyú feladat egyrészt ezekre kiterjeszteni a relativitáselmélet nevű mérési módszertant; másrészt visszamenőleg érvényesíteni a kvantummechanikai eredményeket a relativitáselméletben. Az elektromágnességgel ezt már kielégítően elérte a tudomány. Ennek a feladatnak a megértéséhez szükség van a "térelmélet", pontosabban szólva "mezőelmélet" fogalmára is: mint a többit, ezt is simán megemésztheti a tizenkét éves kisgyerek. Persze ez sem jön magától.

Megrakhattam volna a fenti, vaskos passzus minden mondatát kérdőszókkal. (Példa: "mert a viszonylagos sebességgel megnő a viszonylagos tömege is - miért?") Ha az foglalkoztatna, hogy korrekt népszerűsítés tárgyává tegyem mindezt, egyszerűen megválaszolgatnám, s talán nem gondolkodnék irodalmi műfajokban. De az én problémám nem ez, hanem az, hogy nem hisz a mérnök a relativitáselméletben, miközben az az egész életét - ahogy mindannyiunkét - keresztül-kasul áthatja. Meg tudna lenni így is, mint oly sokan? Nem mondaná.

1. fejezet

  Nahát, mondta ismerősöm, mikor efféle dolgokat vezettem elébe. Persze, szokásosan megviselik a soksejtű entitást a vesszős és vesszőtlen koordináták, amelyek esetleges történelmi fejlemények, más bolygókon másféle lehet a megközelítés.

Művelt nép, ha még emlékszünk efféle célképzetekhez kapcsolt értékelő fogalmakra. No, de olyan sem volt, hogy "reneszánsz ember", aki egyfelől megalkotta a helikoptert és az ejtőernyőt, másfelől szabad pillanataiban Vénusz születése címmel pornót festett, nem annyira szakrális indulatában, inkább belső és külső, hormonális, egzisztenciális, financiális, kommerciális, indusztriális, ideológiai és hierarchikus kényszerektől és motívumoktól vezetve. Ezt akkoriban nem tette mindenki, viszont a fogápolás híján büdös száj általánosnak volt mondható. Richard Dawkins mégis azt mondja, hogy sikeresek a génjeink, mert a legkülönbözőbb műszaki megoldású élő egyedekben, az archaeáktól és cianobaktériumoktól a vízirendőrökig, folytonosan másolódnak; ha nem így volna, csodának kellene történnie, hiszen akkor egy ponton a semmiből kellene létrejönniük. Olyan volna ez, mint a kötélmászás egy kötélen, amelynek 100 méteréből 42 méternél fél méter hiányzik. Ugye milyen találó hasonlat? (Amúgy a semmiből való létrejövést és egyéb csodákat illetően gazdagon artikulált és barokkosan dekorált okfejtéseink vannak.)

Vissza a művelt néphez, amely annyira van, mint a reneszánsz ember: semennyire. Van egy ismerősöm, tudja a magfizikát, de mit sem konyít az eukarióták sejttanához, még hogy művelt nép. Van pedagógus ismerősöm, aki a balneológiáról azt hiszi, hogy bálnaisme. (Fenét, elszólás volt; mások viszont azt hiszik, hogy ő azt hiszi, hogy róla azt hiszik. De hiszen Néró sem gyújtotta föl Rómát, azt csak úgy mondják róla.) Itt állunk, az atom(bomba)korszakban, az általános génmanipuláció küszöbén, a mesterséges intelligencia kibontakozásakor, valamint a relativitáselmélet megszületése után; az utóbbit is hét milliárd emberből jó ha 100 ezer ugatja, 10 ezer tényleg érti, ezer dolgozik rajta, pedig több mint évszázados. A többiek között ott vannak a laposföld-hívők. Ismeretterjesztő késztetés rosszul viseli őket, holott köztük sztahanovista esztergályosok, marxista hegedűművészek, mazochista harcművészek és nemzetiszocialista vegyészek is lehetnek. Azzal senki ne jöjjön, hogy ő nem laposföld-hívő, hova gondolok; de azt tutira el fogja mondani nekem, ha akarom, ha sem, hogy a Szeretet hogy képes úrrá lenni a nukleáris fizikán egy hat nap alatt teremtett világegyetemben, és higgyem el, ha így folytatom, a Pokolba fogok kerülni. Mondom, azzal senki ne jöjjön, mert van átadó beutalóm a Pokolba.

Vagy a másik, bocsánatkérőn mosolygó barátom, aki szerint neki rossz volt a fizikatanárja, ennélfogva a Newton-törvényekről annyit tud, mint a halmazelméletről, amúgy humanióra-akadémikusként jól megvolt nélkülük az elmúlt háromnegyed évszázadban. Sőt már Arisztotelész is megvolt relativitáselmélet nélkül távgyaloglás közben. Ha én megértetem vele a relativitáselméletet, az olyan teljesítmény lesz, mint ha megtanítom úszni, amihez szintén nem tudott eljutni, egyrészt nem volt a közelben uszoda, másrészt erre ő alkatilag is képtelen. Mindkettőről pedig végképp szó sem lehet: fegyveres meggyőzéssel sem fogom tudni elcsalni az uszodába. (Mosolya kikezdhetetlen, mert belső meggyőződésen alapszik, amely a Hitre épül, ez utóbbi pedig hegyeket mozgat meg, ha akar.)

Az úgy van, hogy amíg egyetlen petesejt az ember, mit sem tud nemzeti morálról, egészséges és teljes életről, valamelyikéről a – ki tudja hánv – világvallásnak, vagy a relativitáselméletről. Aztán ugyebár elkezd osztódni ez a sejt, és már baromi sok van belőle, mire processzorrá, memóriává és ezeket kiszolgáló (vagy fordítva) üzemvitellé szakosodtak, és az egyszeregyre történő beprogramozás a kezdetét veheti. Szinte még meg sem állapodott az entitásban szorosabban-lazábban együttműködő (esetleg ellene működő diverzáns) pár billiónyi sejt száma, amikor a tenzorkalkulus kerül terítékre, és nem is mindegyikünknél, pedig anélkül a relativitáselmélet félkarú óriás. Szerintem ezzel érdemileg összefoglaltam a személyiségfejlődést. Ami viszont a társadalomfejlődést illeti, nem is lehet mindent tudni, aminek az a fő oka, hogy az Ember baromi okos és ügyes, és nagyon sok van belőle, egy ember számára reménytelen részleteiben követni, hogy ezek mi mindent csinálnak. Még a legpenetránsabb fejleményekről sem tudnánk semmit, ha nem volnának a bulvárlapok, különben is többnyire hadititkok.

Egyelőre ennyit a relativitáselméletről, nem rohanhatunk ajtóstul a házba.

2. fejezet

Ott tartottunk, hogy százéves elméletről esetleg valamivel többet kellene tudni, mint a neve szavainak permutálása és kiforgatása ("minden relatív", mondotta egy neofita, kezdő keresztény hittérítő a Moszkva/Széll Kálmán-téren). Esetleg tanítani kellene az Elemekben. Alkalmas-e erre az emberi agy? Többféle álláspont van ezzel kapcsolatban.

Az egyik szerint nem mindenkié, erre születni kell.

Ha ez így volna, akkor a molekuláris genetika előbb-utóbb megtalálja azokat a géneket, amelyek a relativitáselmélet megértésének képességéért felelősek. (Volt olyan történelmi mozgalom, amely ennek alapján fölvetné az összes többi génhordozók kiirtását.) Ha viszont valamely általános, örökletes képességbe ágyazódik a relativitáselmélet megértésének képessége, akkor felvetődik, mi specializálná annak alapján állva a relativitáselmélet ismeretét, hiszen lehet, hogy e tágabb képesség tehet nagyon sokféle teljesítményünkről, a szellemiektől a pszichoszomatikusokig, vagyis például az angol spárga nevű terpesz vezérléséről is. (Igazán kár volna mindazokért, akik nem tudnak angol spárgázni, felszámolásuk csapást mérne az élelmiszer-kereskedelmi láncok üzletvitelére.)

Másik álláspont szerint a relativitáselméletet meg lehet tanítani és tanulni, sőt ha az embert békén hagyják, egyesek maguktól is megtanulják, puszta kíváncsiságból. Lányom szerint ennek az az egyik jele, hogy ha az órán hagyják a barátnőivel beszélgetni, könnyen lehet, hogy tényleg a relativitáselméletről fognak csevegni; mielőtt hátratétetik a kezüket, előbb meg kellene hallgatni, miről folyik a szó. (Ilyen tanár nincs, a kéz hátratétetése pedig a "kezeket fel!" utasításra való fiziológiai felkészítés módszertani lépcsője.)

Ez a megközelítés úgy tartja, hogy az ember nem a születésétől hülye, például nem elvi akadályai vannak a relativitáselmélet megértésének, sőt már a Newton-törvényekéinek sem, hanem gyakorlatiak, és nem is a célszemélyben leledzenek, hanem azon kívül. Ahhoz, hogy tömegek legyenek tiszta hülyék, komoly külső akciókra van szükség. (Egyesek odáig elmennek, hogy ezt földönkívüli civilizációk rovására írják.) E megközelítés szerint, ha Arisztotelész beleszületik egy mai fizikusfamíliába, szeme sem rebben attól a gondolattól, hogy a bolygók akkor is folyamatosan róják a pályájukat, ha nem lökdösik őket, sőt.

Azért korábban kétségbe vontam, hogy van "reneszánsz ember", vagy "általánosan művelt ember"; legyek következetes: "hülyének látszó ember" sincs, ezek összefoglaló szimbólumok, amelyek az Emberi Képességek és produkciók adott szegmensét jelenítik meg.

Az a kérdés, hogy az emberi agy általánosan alkalmas-e a relativitáselmélet megértésére, ahhoz hasonlítható, hogy van-e olyan ember, aki véglegesen alkalmatlan az úszásra. Ez utóbbira az a válasz, hogy erősen elnagyolt a Halotti Beszéd azon állítása, miszerint "Isa pur es chomuw wogmuc": nem tekinti az emberi test ama több mint 90%-át, amely megerősíti, hogy "Isa légbül lettünk, s léggé leszünk". Vagyis az élet mint olyan kondenzált levegő: szene a légköri széndioxidból ered növényi közvetítéssel, nitrogénje ugyancsak, vize ugyanonnan s. í. t. Ezért a jellemző átlagos sűrűsége a kondenzált levegő prototípusáéval egyezik meg: a vízével. Ez az alapoka annak, hogy a vízben általánosan lebegni képes. Arról nem is szólva, hogy úgy néz ki: a törzsfejlődés a vízben kezdődött, legalábbis ezen a bolygón. Az embert például többnyire úgy kell a víz alá tuszkolni, hogy belefulladjon, még akkor is ez a helyzet, ha ezt önmaga teszi. Még hogy alkalmas-e mindenki az úszásra. Hasonlóan: nem kérdés, hogy az emberi agy alkalmas-e a relativitáselmélet befogadására, pláne egyeseké a megalkotására is; inkább az a - jövőbe mutató - kérdés, hogy a főemlősöké mellett a madarak és a rovarok agya is alkalmas-e. Többek szerint, akik már tanulmányozták az emberi intellektus működését, ez nem kétséges.

Erősen közeledünk a relativitáselmélethez!