TOVÁBBI ÉSZREVÉTELEK A TÉRIDŐRŐL

Úgy tűnik igazán remek vita alakul ki, megfontolt válaszok érkeznek. Én legalábbis folyamatosan okulok belőle. Természetesen nem hagyhatom észrevételek nélkül a további fejleményeket.

1. Matematika és fizika

Szerintem egyáltalán nem platonisztikus a világlátásom legalábbis, ahogy én a platonisztikusságot képzelem. Azt viszont egyáltalán nem értem, Székely Laci hogyan is gondolja ezt. Egyrészt nem értem, mit kell azon érteni, hogy "fizikailag reális", meg azt sem, akármilyen értelemben miért nem reális a Minkowski téridő.

Idézet: "E fogalmak segítségével bevezethető ... a rendszerfüggetlen leírás. Csakhogy .... e leírás matematikai objektumokkal operál: ilyen már a 'négyessebesség', s ilyenek a Minkowski-féle világvonalak is." ... "Látnunk kell azonban, hogy e fogalomrendszerrel egy matematikai jellegű világot tekintünk 'fizikainak', illetve fizikailag valóságosabbnak, mint azokat a térben és időben – tehát nem a Minkowski-téridőben! – tapasztalt testeket, ..." ..."A 'valóságos' Minkowski-téridőt még senki sem 'látta', amiképpen nem látott senki még 'valóságos' világvonalakat sem. Ugyanakkor a 'fizikai' klasszikus fogalma valamely mégiscsak a látható, tapintható, érzékelhető – vagy fizikai kisérletek segítségével legalább elvben valamiképpen ilyenné tehető – világhoz kapcsolódik. (Legalábbis annyiban, hogy ... helyzete a térben és egy adott időpontban közelítőleg lokalizálható és megmutatható...)"

Az elektromágneses mező a fenti értelemben nem lokalizálható, arra valami mást kell mondani, hogy 'fizikainak' fogadjuk el. Aztán: ki látott már entrópiát? Erre megint mást kell mondani, hogy 'fizikainak' tekinthessük. A Lamé-állandók 'fizikai' voltát megint másképp kell megmagyarázni. Lehetne még sorolni egyebeket, ahol mindig más és más érv kell a 'fizikaisághoz'. Két lehetőség van: vagy nagyon sok mindent – majdnem mindent – ki kell zárnunk a 'fizikai' fogalmából, vagy elfogadjuk ezeket az egyedi érveket. Ahogy gondolom, senki sem kételkedik az elektromágneses mező, az entrópia, a Lamé-állandók stb. 'fizikai' voltát illetően.

Teljesen hasonló alapon a téridő 'fizikai' voltát is könnyű megindokolni. Ugyanúgy, ahogy neutrinót se látott még senki (és buborékkamrában sem mutathatunk rá, hogy íme itt egy neutrinó rohant át), csak bizonyos hatásaiból következtetünk rá, de azért 'fizikainak' fogadjuk el, ugyanúgy téridőt se látott még senki, de hatásaiból következtethetünk rá – például abból, hogy teret és időt érzékelünk, és a különféle megfigyelők tér- és időérzékelése jól meghatározott kapcsolatban áll egymással –, ezért 'fizikainak' fogadhatjuk el. Egy test létezése is fizikai valóság, amit különféle megfigyelők különféle mozgásnak észlelnek a saját terükben és idejükben; a létezés mint fizikai valóság a világvonal.

A régi elgondolásban a tér és az idő csak háttér, a jelenségek színtere; az általános relativitáselmélet (persze azt is lehet pusztán matematikaivá degradálni, de melyik elméletet nem?) azt mondja, hogy a téridő aktív fizikai tényező. Szerintem az óraparadoxonban az nyilvánul meg, hogy a speciális relativitáselmélet térideje is aktív fizikai tényező, amely hatással van az anyagi objektumokra (órákra): az egyik óra másképp áll kapcsolatban a téridővel, mint a másik (más jellegű a világvonala), ezért más időt mutatnak. Ez nem metafizika, nem matematikai jellegű platóni idea.

Ha még el is fogadnám a 'matematikai jellegű platonista' és a 'fizikailag reális' fogalmak megkülönböztetését, akkor sem tiszta előttem hol húzódna a határ a kettő között. Például ha a nem-relativisztikus 'teret' három dimenziós Euklidészi térrel reprezentálom, akkor már platonista vagyok és vissza kell lépnem $\mathbb{R}^3$-ra vagy még nem? Használjuk lépten nyomon a Newton egyenletből eredő "erő" fogalmat. Ez most platóni vagy nem platóni (hisz egy differenciálegyenlet határozza meg)? Newton idejében mi volt? Vagy vehetünk egy problémásabb példát is: mi a helyzet az elektromágneses vektorpotenciállal?

2. Lorentz téridő

Ez volt a másik téma, ami felvetődött még az előadáson és most a vita rovatban is. Szerintem nem egészen csak tudományszociológiai oka van annak, hogy nem mindenki Lorentziánus. De ez egy más kérdés, és még a szemináriumba betervezetten is fogunk róla vitatkozni, úgyhogy inkább maradjunk Lorentz elmélet és a speciális relativitáselmélet viszonyánál. A dolog ugyanis nem intézhető el annyival, hogy

Lorentz elmélet + newtoni téridő = empirikus tények

ahogy Szabó Laci gondolja. Vagy legalábbis nem 'minden további feltevés nélkül'. Ugyanis vagy nem newtoni a téridő, vagy további feltevéseket kell tennünk.

Például "a Lorentz-féle empirikusan ismert tömegnövekedési formulát" kell alkalmazni, hogy megkapjuk az elektron pályájának deformációját. Az külön kérdés, hogyan lehet az éterhez (amit nem tudunk kimutatni, hol van) viszonyított mozgásra (mert arról van szó) nézve empirikus tényt ismerni.

Továbbá Lorentz ugyan az egész mechanikát az elektromágnességre akarta viszszavezetni (ha jól tudom) és feltételezte hogy a szilárd testeken belül is minden erő elektromágneses eredetű, de ma már tudjuk, hogy (pl. kristályrácsok) molekuláit öszetartó erők nem elektromágnesesek; milyen elméletből jön ki, hogy a molekulák is közelebb kerülnek egymáshoz (mert ez a kontrakció)? Ez ugye az a kérdés, amit Székely Laci vetett fel: a Maxwell egyenletek nem elegendőek az óra leírására. Szóval van még itt néhány további feltevés.

Aztán meg ahhoz, hogy érteni lehessen mit jelent az mondjuk:

"A két óra ugyanannyit öregedett,"

definiálni kellene az öregedést. Szerintem, ha az órák nem ugyanannyit fordultak, akkor nem ugyanannyit öregedtek; amelyik kevesebbet fordult, az kevésbé öregedett, mert kevesebbet kopott. Ez egyébként tükröződik a Bell-idézetben is ("lelassult a saját gondolkodásának a ritmusa", ami attól van, hogy lelassult az életritmusa).

Na de igazán nem kötözködni akarok (vagyis dehogynem, de főleg nem ebben), úgyhogy nézzük meg a legfontosabb implicit feltevést:

2.1. Szinkronizáció és newtoni téridő.

Idézet (Szabó László 3 I/2):

"Ezek az új változók, egyébként, nem mások, mint az az "idő" és "tér" (...) koordináta, amit ... mozgó és így deformált - órákkal és méterrudakkal mérnénk."

Ez a kijelentés a koordinátákat illetően nem pontos. Ugyanis a koordináták meghatározásához nem elegek a mérőrudak és az órák: az órák szinkronizálása is múlhatatlanul fontos (amint az jól ismert Reichenbach óta). Tehát így lenne helyes:

"Ezek az új változók, egyébként nem mások, mint az az 'idő' és 'tér' (...) koordináta, amit a mozgó objektumhoz rögzített ... órákkal és méterrudakkal mérnénk **az ilyen és ilyen szinkronizáció mellett**."

Ez egyébként tükröződik a Bell-idézetben is: "... Alice helytelenül szinkronizálja az egymástól távoli órákat ....."

A Bell-idézet szerint minden az éterhez képest mozgó megfigyelő 'természetes módon helyesnek gondolt változókat' vezethet be úgy, hogy "a fizika törvényei ezekben a változókban kifejezve pontosan úgy festenek," mint az éterben. Ezek a változók a relativitáselmélet változói, és ezeket használva bármely megfigyelő szerint a másik térkontrakciót és idődilatációt szenved (Bob szerint Alice szenved, Alice szerint Bob). Ez azt sugallja, hogy az Einstein-elmélet és a Lorentz-elmélet között mindössze az a különbség, hogy az előbbiben minden kontrakció és dilatáció látszólagos, az utóbbiban van egy megfigyelő, az éter, amely szerint a kontrakció és dilatáció valóságos, a többi szerint pedig látszólagos; viszont az éter megfoghatatlan.

A Bell-idézet alapján (ha tényleg csak a fent említett különbség van e két elmélet között), "látjuk tehát, hogy a Lorentz-elmélet és a relativitáselmélet kísérletileg meg nem különböztethető módon ekvivalens".

Ezzel viszont szöges ellentétben áll a rögtön ezután levő kijelentés: "A két elmélet azonban radikálisan különbözik abban, amit ... egyidejűségről stb. állít. A Lorentz-elmélet ugyanis semmi újat nem tételez fel a newtoni téridő-képhez képest." Ugyanis, ha ez igaz, akkor a relativitáselmélet és a Lorentz-elmélet – elvben – kísérletileg is megkülönböztethető, éppen az egyidejűség, azaz szinkronizáció kapcsán, amit nem lehet figyelmen kívül hagyni.

Nevezetesen: **a kontrakció és a dilatáció függ a szinkronizációtól**, amint azt egyszerű gondolatmenettel beláthatjuk.

Egy u megfigyelő a hozzá képest mozgó u' megfigyelő terében nyugvó h' rúd hosszát úgy határozza meg, mint a saját terében annak a h rúdnak a hosszát, amely a h' rúddal **adott pillanatban** egybeesik. Minthogy a h rúd pontjainak (az u különböző térpontjainak) azonos pillanatáról van szó, ez a művelet nyilvánvalóan feltételez egy u szerinti szinkronizációt. Hasonlóan, az u' megfigyelő a hozzá képest mozgó h rúd hosszát úgy határozza meg, mint a terében annak a h'' rúdnak a hosszát, amely a h rúddal **adott pillanatban** egybeesik; ehhez pedig egy u' szerinti szinkronizáció szükségeltetik.

Ha a megfigyelők mindegyike alkalmas szinkronizációt használ (a relativitáselmélet standard szinkronizációját), akkor van olyan $1 > \alpha > 0$, hogy – indexszel jelölve, mely megfigyelőre vonatkozó hosszról van szó –

$$|h|_u = \alpha|h'|_{u'}, \quad \text{és} \quad |h''|_{u'} = \alpha|h|_u,$$

tehát a kontrakciók tekintetében tökéletes reciprocitás áll fenn a két megfigyelő között.

Ha azonban a megfigyelők más szinkronizációt vezetnek be, nem feltétlenül teljesülnek a fenti relációk; például, ha **közös szinkronizációt** alkalmaznak, akkor mindkettő szerint adott pillanatban a h', a h és a h'' rudak egybeesnek, tehát $h'' = h'$, így ha $|h|_u = \alpha|h'|_{u'}$, akkor $|h|_u = \alpha|h''|_{u'}$ szintén; szó sincs a kontrakciók reciprocitásáról.

Kanyarodjunk vissza ahhoz, hogy "a Lorentz-elmélet és a relativitáselmélet kísérletileg meg nem különböztethető módon ekvivalens" és "A két elmélet azonban radikálisan különbözik abban, amit ... egyidejűségről stb. állít. A Lorentz-elmélet ugyanis semmi újat nem tételez fel a newtoni téridő-képhez képest."

Ha az utóbbi állítás igaz, akkor a Lorentz-elmélet szerint van abszolút egyidejűség, a megfigyelők egységesen alkalmazhatják ezt a (mindenkire vonatkozó) szinkronizációt, és ekkor a kontrakciók reciprocitása nem teljesül, tehát a Lorentz-elmélet és a relativitáselmélet kísérletileg is megkülönböztethető.

A Bell-féle idézetre hivatkozva az alábbiakban foglalhatjuk össze a mondottakat.

Bell azt mondja: "Alice helytelenül szinkronizálja az egymástól távoli órákat, és végül azt fogja hinni, hogy t' ... a valódi idő....". Ha a 'helytelen' szinkronizációt alkalmazza, a kontrakciók reciprocitása tapasztalható. Mi hozzátehetjük: ha nem azt, akkor nem.

Bell szavai azt sugallják: Alice szinkronizálhatna 'helyesen' is, vagyis az abszolút idő szerint. Az itt a kérdés végül: valóban szinkronizálhatna-e 'helyesen' is, **van-e fizikailag értelmes procedúra, amellyel reprodukálhatja az abszolút egyidejűséget?**

Ha van, akkor a kontrakciók mások a két elméletben, és a két elmélet fizikailag megkülönböztethető.

Ha nincs, akkor a Lorentz-elmélet elveti a newtoni téridőt, ugyanazt állítja az egyidejűségről, mint a relativitáselmélet, és a két elmélet nem különböztethető meg fizikailag: mindkettő ugyanazokat a kontrakciókat állítja, csak az utóbbi szerint ez mind látszólagos, az előbbi pedig állít egy fizikailag megfoghatatlan megfigyelőt, amelyre nézve a kontrakciók valóságosak, a többire nézve viszont látszólagosak. (Kihagytam azt a lehetőséget, hogy a Lorentz-elmélet állítja az abszolút egyidejűséget, de hozzáteszi, a fizika törvényei olyanok, hogy azt csak az éter ismeri, semmilyen más megfigyelő nem.)

2.2. **Nem 'empirikus' érvek.** Ilyeneket nem nagyon akarok mondani, de azért vannak. Hiszen ugye egyik relativitáselmélet létrejöttének motivációja sem empirikus elsősorban (legalábbis Einstein szerint), hanem inkább elvi, esztétikai. Éppen ez nagyszerű bennük; teljesen elvi megfontolásokból ennyi konkrét következmény... Csak egyet. Az éter ugyanis elég ronda dolog. Nem arra gondolok itt, hogy az még aztán csak az igazán platonisztikus Székely Laci által írt értelemben (nem tapasztalható), hanem arról, hogy az elvi alapon kitüntetett vonatkoztatási rendszerek gyanúsak, túl erős feltevést jelentenek. A földi tapasztalataink ugyanis természetes módon kötődnek egy ilyen 'abszolút' viszonyítási rendszerhez, magához a Földhöz. Miért kellene az ilyen speciális, sőt antropomorf dolgokat kozmikus viszonylatba átvinni? Ez ugyan valamivel gyengébb feltevés annál, hogy a Föld a világ középpontja, na de ...

Aztán persze világosan látni kell, hogy az eddig szóba került dolgok a Lorentz elméletről (akármilyen szinkronizációval) **nem tartalmaznak minden 'fizikát'**. Elkerülhetetlen ugyanis a fény tulajdonságainak megfogalmazása. Tudjuk, hogy mindenki azonnal komolyan venné a Lorentz elméletet, ha sikerülne fénysebesség feletti jelenségeket észlelni. Úgy értem hogy nem az EPR-féle álságos módon, vagy a Maxwell egyenletek furcsa megoldásaiként, stb.. adódóakat, hanem ami valóban információ átvitelére is használható. Ugyanis a Lorentz elmélet másképp kezeli a fénysebesség feletti mozgásokat, mint a speciális relativitás. De azért ebben kevesen hisznek komolyan manapság (okkal), és máshol szokták áskálni a kutyát.

Üdv mindenkinek.

Ván Péter