Megjegyzések Székely László előadásához

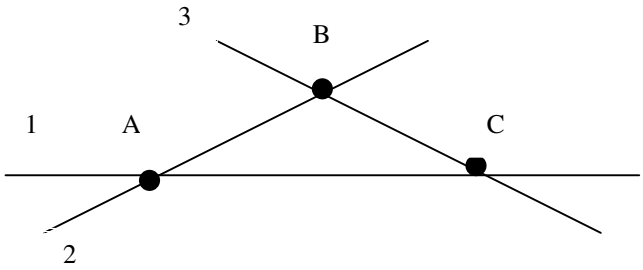
A január 10-én tartott előadáshoz, illetve konkrétan az utána megjelent rövid összefoglalóhoz (Székely László 1 néven a vita rovatban) tennék néhány megjegyzést.

A elhangzottak, különösen az összefoglalóban letisztázott formájukban, érdekes és átgondolandó szempontból világítják meg a speciális relativitás elméletét. Két ponton vitatkoznék az álláspontoddal:

1. Az eredetileg a speciális relativitás elméletéhez interpretációs szinten tartozó 'relatívság' és 'abszolútság' (megfigyelőtől függőség, és függetlenség) kérdése már beépült az elmélet kemény részébe, ezért nem tárgyalható interpretációs, azaz fogalmi szinten.
2. Az óra (iker) paradoxonban és a hasonlókban fellépő időeltérések esetén értelmetlen 'okot' keresni az általad említett értelemben.

A paradoxon látszólagos ellentmondás, ami az általam ismert esetekben abból származik, hogy egy jelenséget (valódit vagy elgondoltat) egyszerre több fogalmi keretben értelmezünk. Akkor oldható fel, ha a jelenség magyarázatát adó fogalmi keret (elmélet) megvan, és elég tiszta a jelenség önálló tárgyalásához. Ez ebben az esetben is világosan látszik.

Az ikerparadoxont talán valóban a legtisztább a gyorsulás mentes, Szabó Laci által is említett (Szabó László 1) formában említeni; egyrészt elkerülendő a gyorsuló megfigyelővel kapcsolatos egyéb (interpretációs) zavarokat, másrészt, ahogy igen találóan hangsúlyozod is, nincs szerepe a gyorsulásnak az időeltérés fellépésénél (ugyanolyan gyorsításokkal is más lesz az időeltérés a megtett téridő távolságoktól függően). Tehát tekintsük a következő, ha jól tudom a irodalomban Lord Halsbury 3 testvér paradoxona néven ismert, gondolatkísérletet :



Először is megfogalmazom a feltevéseket és a kérdéseket a szükségesnek látszó pontossággal, hogy világos legyen, hogy én miről beszélek:

- A 2 és 3 megfigyelők (inerciális mozgást végző órák) 1 megfigyelőre vonatkoztatott relatív sebességének abszolút értéke v.

- A négyes sebességük 1 megfigyelő szerinti térszerű komponense ellentétes irányú.

Ez a két előírás 1 és 2 (négyes)sebességének ismeretében egyértelműen megadja 2 (négyes)sebességét, ha feltételezzük, hogy 'A' téridő pont (esemény), ahol 1 és 2 óráját szinkronizáljuk és 'B' téridő pont (esemény), ahol 2 és 3 óráját szinkronizáljuk 2 szerint t_0 (saját)idő múlva. Nincs szinkronizációs probléma (vagy önkény), mert ugyanabban a téridőpontban vagyunk. 1 és 3 megfigyelő $2t_0$ idő múlva találkoznak 3 megfigyelő (B-ben szinkronizált) sajátideje szerint. Viszont ekkor az 1 megfigyelő sajátideje ettől eltérő lesz, éppen

$$t_1 = \frac{2t_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

Az eredmény szerinted két ponton is paradox. Egyrészt a relativitáselmélet szerint problematikus a valóság, a megfigyelőtől való függetlenség tekintetében, másrész pedig meg kéne adnunk valamiféle 'fizikai okát' az időeltérésnek.

Világosan kell látni, hogy a speciális (és semelyik) relativitáselmélet nem állítja azt, hogy csak relatív történetek vannak. A téridő és a benne történő események megfigyelőtől függetlenek, éppen ezt állítja a relativitás elve. Az más kérdés, hogy ezeket az eseményeket csak az egyes megfigyelőkön keresztül tapasztalhatjuk. A szokásos tárgyalásmódban a megfigyelők közti transzformációs szabályokkal próbáljuk figyelembe venni az események abszolút voltát, ezt tartalmazza az általad említett 'matematikai mag'. Ekkor gondosan könyvelnünk kell éppen melyik megfigyelő teréről és idejéről van szó, és esetenként fizikai megfontolásokat téve szem előtt tartani az előbbi interpretációt (pl. ilyen eset, ha meg akarjuk fontolni mit is jelent egy speciális relativisztikusan merev test). Ebben az esetben elvileg lehetséges, hogy gondolatban elvetjük a fenti informális 'érzést', a téridő abszolút voltát és a transzformációs szabályrendszerhez más interpretációt kapcsolunk. Sokan próbálkoztak is vele.

Csakhogy, kicsit tovább gondolva az einsteini gondolatokat a Minkowski által adott matematikai keret finomítható annyira, hogy megfigyelőktől mentes leírását kapjuk a speciális relativisztikus téridőnek. Tehát a fenti értelemben vett megfigyelőktől független téridő valóban abszolút módon, 'fizikai valóságként' építhető be az elméletbe! Ekkor az előbbi fogalmi szint része lesz az elmélet kemény magjának, és világosan látszik, hogy mik azok a fizikai elvárások, amiket el kell vetnünk, ha meg akarjuk őrizni a más interpretációkat, például azt, hogy csak a vonatkoztatási rendszerek viszonylatában akarunk beszélni térről és időről. (Megjegyzésre érdemes, hogy ennek az álláspontnak vannak markáns és tekintélyes képviselői, igaz elsősorban a nem-relativisztikus téridővel kapcsolatban. Logikailag kifogástalan ez a megközelítés is, az a baja, hogy posztulálni kell a transzformációs szabályokat minden egyes megfigyelőtípusra. A fogalmi zavar aztán csúnya fizikai hibákra vezet, például képviselői eljutnak arra a következtetésre, hogy a kinetikus gázelmélet (!) mint olyan függ a vonatkoztatási rendszertől.) Egy ilyen képet szem előtt tartva határozottan állítható, hogy nemcsak „végtelen sok rendszerfüggő történet van", hanem van egyetlen rendszer-független, aminek az előbbiek csak pontosan számítható 'vetületei'. Továbbá minden történés esetén van egyetlen kitüntetett megfigyelő: amelyikkel az események megtörténnek, a 'saját rendszer'. Vagy például a fenti ábrán a helyzet egyáltalán nem szimmetrikus, AC nem olyan, mint ABC, a távolságok is mások. Vagy: teljesen értelmes azt mondani, hogy a C pontban a két óra mást fog mutatni, anélkül, hogy előtte egyik vagy másik lassabban vagy gyorsabban járt volna, hiszen különböző rendszerekben eltelt idők abszolút módón nem összehasonlíthatók, az idő függ a megfigyelőtől. Stb…

Fontos látni egyébként, hogy ellentétben azzal, amit a 4 pontban megfogalmazol, ez nem matematikai kérdés. Azzal függ össze, mi a modell és valóság viszonya, illetve a matematika szerepe a fizikai elméletekben. Valóban, ahogy állítod a matematika eszköz, amivel tapasztalatainkat tömören és ellentmondásmentesen meg tudjuk fogalmazni, például a fent említett transzformációs interpretációnak a matematikai megfogalmazása kifogástalan. Ha valamit kiszámolunk egy matematikai apparátus felhasználásával annak az okai a modellbe beépített tapasztalatokban (előfeltevésekben) rejlik. Tehát igenis lehet oka, ebben az értelemben, a világvonalak eltérése az órák késésének. Kérdés, hogy miféle fizikai feltevések vannak e mögött.

Egyébként nagyon jó és elgondolkoztató a felvetés: miféle fizikai, tapasztalati oka van az ikerparadoxonnak? A csapda és amiért hiányolunk valami okot az véleményem szerint egy önkéntelen asszociáció egy másik elmélethez. Bennünk élnek olyanféle kijelentések, hogy "a mozgásállapot megváltozásának az oka az erő". Az órák más időt mutatnak, "lassabban járnak" változik a mozgásállapotuk, kell lennie valami erő jellegű oknak. Ilyen itt pedig nincs, jól mutatja ezt a finomított gondolatkísérlet, ahol csak inerciális megfigyelők vannak.

Honnan ered azonban maga a téridő modell, a tér és az idő fogalma? Röviden és lényegében az mondható, hogy az egyszerű mozgásokra, elsősorban a periodikus és az egyenes vonalú egyenletes mozgásokra vonatkozó tapasztalataink összegződnek benne. Ezekhez a tapasztalatokhoz tesszük hozzá a relativitás elvét, tehát hogy a mozgás a mozgó objektum tulajdonsága illetve egyéb feltételeket, például a speciális relativitás elméletében a fénysebesség határsebesség szerepét. Ez utóbbiból viszont az adódik, hogy az eltelt sajátidő a megtett téridőbeli

távolsággal arányos (persze önmagában nem sokat mutat, viszont más távolságokkal megfelelő körülmények között összehasonlítható). Szemléletesebben (de pongyolábban), ahhoz, hogy soha ne közelíthessük meg a fény sebességét az adott mozgó objektum szempontjából mért időnek le kell lassulnia. Ilyeneket viszont már hallottunk, ez a megfogalmazás nem teszi érthetőbbé abszolút időn edzett értelmünknek az egészet. A matematikai eszközök pontos megértésével együtt viszont igen.

Tehát tételesen válaszolva; az eltérő időknek a fenti gondolatkísérletben van fizikai oka - a speciális relativitás elméletébe beépítve. Értelmetlen azt mondani, hogy akármelyik óra eközben lassabban vagy gyorsabban járt volna – hiszen menet közben nem tudjuk összehasonlítani őket (választhatunk ugyan valamely szinkronizációt, egyidejűséget, de az önkényes). Tehát, ha úgy tetszik a világvonalakra hivatkozom, de ugyanakkor éppen "lényegében" nem fogadtam el a 4/2 pontot.

Ván Péter

Még egy utolsó megjegyzés:

Az említett megfigyelőmentes leírás szerepe hasonló, mint mikor a koordinátarendszer függő számhármasok és mátrixok helyett vektorokról és tenzorokról beszélünk a fizikában: számos kérdés tárgyalása jelentősen egyszerűsödik, és áttekinthetővé válik ennek hatására.