Kedves Tamás!

Nagyon örültem a hozzászólásodnak, mert ezzel egy újabb vitarovatunk indulhat el. Szinte biztos vagyok abban, hogy álláspontjaink tisztázása majd több ilyen levélváltást igényel, és ez a gondolat meg is nyugtat, ugyanis nyomaszt annak tudata, hogy idő hiányában nem fogok tudni mindenre kitérni ebben a levélben.

Akkor kezdjük sorban:

1. A "mozgó-álló" ügy nem olyan problematikus, mint amilyennek te beállítod. Nekem semmi kifogásom az éter ellen, de semmiféle "árukapcsolás" nincs! Ha valaki étert akar arra a relativitáselmélet keretei között éppúgy lehetősége van, mint a Lorentz-elméletben, de ez egy külön fejezet. A "mi mozog mihez képest kérdést" szeretném itt tisztázni.

Az persze úgy van, ahogyan mondod, hogy kinematikailag úgy is leírhatom a dolgokat, hogy ha a Városligetben a troli sofőrje rálép a gázpedálra akkor a liget fái szaladni kezdenek. Ha nem csak kinematikailag akarom a világot lírni, akkor a helyzet már egy kicsit bonyolultabb. De ekkor is elvben megtehető, hogy egy "gyorsuló" vonatkoztatási rendszerből írom le, hogy mi történik, csak a fizika törvényeit kell "módosítanom", pl. pszeudo-erőket bekapcsolnom, meg ilyesmik. Bár pl. nem tudom hirtelen hogyan festenének az elektrodinamika törvényei egy gyorsuló vonatkoztatási rendszerben. (És persze a jelenlegi energia-árak mellett az sem elhanyagolható kérdés, hogy a BKV hova küldje a pénzt, az Elektromos Műveknek az áramfogyasztásért, vagy a Kertészeti Vállalatnak a fák folyamatos átültetéséért?) Lényeg, ha eldöntjük melyik vonatkoztatási rendszerben írjuk le a dolgokat, akkor a kísérleteket ebben a rendszerben kell elvégezni, ebben a rendszerben megfigyelt jelenségekből kell kiolvasni a fizika törvényeit és ebben a rendszerben érvényes elméleteink lesznek. De, ha rögzítettük a vonatkoztatási rendszert, amiben a világ leírását szolgáltatjuk, akkor már a továbbiakban nem kérdéses, hogy ha valami egyszer áll ebben a vonatkoztatási rendszerben és aztán meg (ugyanebben a vonatkoztatási rendszerben) mozog, akkor az egy tényleges fizikai változást takar, amennyire csak ebben a "Ding für uns" világban bármit is valóságosnak nevezhetünk.

Vagyis, éppen a te érvelésed mellőzi annak szüntelen tiszteletben tartását, hogy az olyan szavak, mint ÁLL, MOZOG, MEGRÖVIDÜL, KITÁGUL, stb. mind csak valamely vonatkoztatási rendszerre vonatkoztatva bír jelentéssel. Tehát jobb volna e szavakat indexelnünk, és a te 1. pont harmadik bekezdésében vázolt abszurdod, helyesen így szólna:

> Vegyünk egy L_A hosszúságú$_A$ rudat az A-ban, gyorsítsuk$_A$ fel v_A sebességre$_A$. Ekkor összehúzódik$_A$ $L_A^{'} = \sqrt{1-v^2}$ hosszúságúra$_A$. Ez a rúd most áll$_B$ B-ben és a hossza$_B$ $L_B(=L_A)$.[1] Ezután most az "állónak$_B$" tekintett B-ből gyorsítsuk$_B$ fel ezt a már összehúzódott$_A$ rudat $-v$ sebességre$_B$. A rúd összehúzódik$_B$ $L_B^{'} = L_B\sqrt{1-v^2}$ hosszúságúra$_B$.

Hol van itt szó arról, hogy a rúd, miután újra áll A-ban, rövidebb lenne, mint eredetileg vot? Ha arra vagyunk kiváncsiak, hogy hogyan változik a hosszúság$_A$, akkor azt is kiszámolhatjuk:

> Az A-ban mozgó$_A$ rudat lelassítva$_A$, kitágul$_A$ $L_A^{''} = \frac{L_A^{'}}{\sqrt{1-v^2}} = L_A$ hosszúságúra$_A$.

Az étert tehát *nem kell* bevezettnünk. Csupán annyit kell tennünk, hogy mindig pontosan rögzítjük, hogy milyen vonatkoztatási rendszerben kell érteni a szavakat, a fizikai mennyiségeket és a fizikai törvényeket.

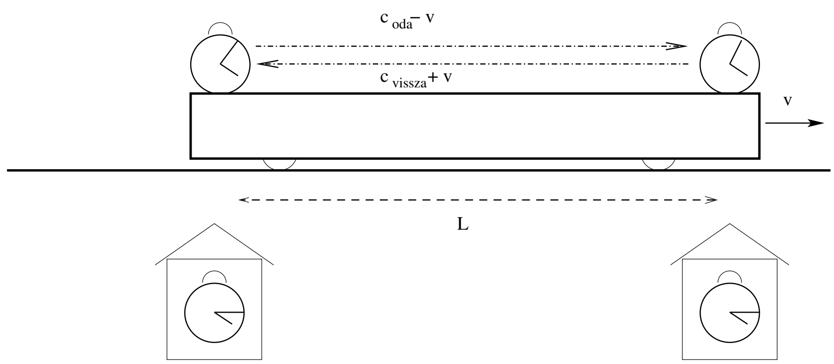
2. Itt meg kel állnom egy pillanatra megünnepelni azt az egyetértésünket, hogy a tömegformula – szemben jeles tankönyveink sugallatával – empirikus imput és nem jön ki a relativitástan alaptételeiből.

Tulajdonképpen abban is egyetértünk, mint ez a szóbeli hozzászólásod alkalmával is kiderült, hogy folyamatosan a szinkronizációról is beszélni kell, és sajnálom, hogy az előadásomban az időhiánnyal küzdve ezt nem sikerült eleggé hangsúlyoznom. Ám ez nem változtat a lényegen. A szinkronizáció probléma két részből áll. Az egyik "a fény oda-vissza futásának sebessége egyforma-e" kezdetű probléma. A másik, hogy a szinkronizálást a különböző vonatkoztatási rendszerekben másképpen végzik el, mert azt hiszik, hogy a fény sebessége az ő rendszerükben (mindkét irányban) c. Ez két különböző probléma! Ezt érzékeltetendő, tegyük fel, hogy van éter és ahhoz képest terjed a fény c-vel, és mi nyugszunk ebben a rendszerben. Ekkor sem tudunk olyan mérést elvégezni, amely kimutatná a fény oda- és visszairányú sebességének arányát. (A Reichenbach-féle ε-probléma.) Ez egyaránt probléma a relativitáselmélet és a Lorentz-elmélet számára! Konvencionálisan feltesszük (minden empirikus kényszerítő ok nélkül), hogy az

[1] Ha elfogadjuk a Lorentz-kovariancia elvét, vagy ha tetszik, a Lorentz-elvet.

$\varepsilon = \frac{c_{oda}}{c_{oda}+c_{vissza}} = \frac{1}{2}$. A továbbiakban, hogy ez a két probléma egymás mellet jól látható legyen, a formulákban meg fogom különböztetni az *oda* és *vissza* fénysebességeket.

A másik probléma, hogy a különböző, egymáshoz képest mozgó megfigyelők, hogyan szinkronizálnak. A szinkronizáció alapelve minden esetben ugyanaz: elküldök egy fényjelet és visszajön. Tudom, hogy mennyi idő alatt tette meg az utat oda és vissza, és ebből meghatározom az egyidejűséget. Na itt eltérnek a dolgok a relativitáselmélet és a Lorentz-elmélet szerint.



Induljunk ki abból, hogy a kiindulásul vett vonatkoztatási rendszerünkben (ez abból a szempontból kitüntetett csupán, hogy Párizs és Greenwich ebben nyugszik az etalon méterrúddal és az etalon órával) az elektrodinamika ma ismert törvényei kiegészülnek azzal az tudással (egy démon megsúgta), hogy egy adott irányban mekkora a $\frac{c_{oda}}{c_{vissza}}$ hányados, vagyis külön-külön tudjuk ezt a két sebességet (mégegyszer, ezt a hányadost akkor sem tudnánk, ha tudnánk a sebességünket az éterhez képest, és ebből a hányadosból nem tudjuk megmondani az éterhez képesti sebességünket!). Az ábrán látható mozgó vonat két végén lévő két óra *helyes* szinkronizálása ekkor az lesz, hogy a vonat végén álló kalauz egy fényjelet küld az elején állónak, az visszaküldi, és az órákat a $\frac{c_{vissza}+v}{c_{oda}-v}$ hányadosnak megfelelően szinkronizálják (vagyis a küldés és a visszaérkezés közötti időintervallum ennyied részénél van a fényjelnek a vonat elejéhez való megérkezésével egyidejű pillanat). Ha így szinkronizálják az óráikat, akkor nem csak a józan, newtoni és paraszti eszünk szerint járnak el helyesen, hanem az ilyen szinkronizálás összhangban van az álló rendszer órái szerinti szinkronizálással is. Pl. gondoljuk el, hogy két bakterház egymástól pontosan $L = L_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$ távolságra van, vagyis amennyi a mozgó vonat hossza. Ekkor az ő óráik szerint is és a bakterházakon lévő órák szerint is egyidőben érnek a megfelelő bakterház elé. Vagyis nincs külön egyidejüség az álló és a mozgó rendszerben. A kalauzok órái más időt mutatnak, mint a bakterházakon lévő órák, ami azért van, mert az ő mozgő óráik lassabban járnak.

Mármost mit teszünk a relativitáselmélet szerint?! Szegény kalauzokkal előbb elhitetjük azt az abszurditást, hogy a fény sebességéhez nem adódik hozzá, illetve vonódik le a vonat sebessége. Ennek megfelelően az óráikat *helytelenül* a $\frac{c_{vissza}}{c_{oda}}$ hányadosnak megfelelően szinkronizálják, aztán majd összevesznek a bakterházakban álló bakterekkel, hogy nem is egyidőben értek a bakterházakhoz. A relativitáselmélet szerint tehát minden vonatkoztatási rendszerben más és más az egyidejüség fogalma.

Természetesen semmi tétje nincs annak a fizikában, hogy mely eseményeket *nevezünk* egyidejűeknek, leszámítva a bakterek és kalauzok közötti, amúgyis kibékíthetetlen ellentéteket.

3. Végül reagálnék a befejező mondataidra. Én, Poincaré nyomdokain haladva, dicsőitem a konvencionalizmust. Világosan kell azonban látni, hogy a konvencionalitásnak vannak empírikus korlátai. Te természetesen mondhatod azt, hogy az idő egy óráig múlik aztán egy óráig nem. Ez a kijelentésed nyílván pontosan úgy értendő, hogy 1) van a triviális szemantikai konveció keretében bevezetett $idő_1$, amely a Greenwich-i óra-etalonnal definiált fizikai mennyiség, s amelyet az általános szóhasználatban "idő"-nek szokás nevezni.. Te bevezetsz egy olyan fizikai mennyiséget, jelöljük átmenetileg $idő_2$-vel, amely az $idő_1$-nek valamilyen általad javasolt függvénye. Könnyen azt a feladatot is meg tudod oldani, hogy a fizika törvényeiben elvégzed ezt a vátozó-transzformációt (Mivel a feladat vissza van neked küldve, javaslom, inkább egy monoton függvényt válassz!). És holnaptól, ha vizilovak potyognak az égből, akkor is ezt az frissen bevetetett $idő_2$-t fogod "idő"-nek nevezni. Ez idáig OK. 2) Nem teheted meg azonban, hogy e nyelvhasználati különbség előzetes említése nélkül egyszerűen azt mond, hogy az idő ezt meg ezt teszi. Az idő a fizikában éppolyan fizikai mennyiség mint a többi: empirikusan definiálva van.

Vagyis *helyes* az a tér- és időkoordináta, amit a Párizsi méterrúddal és a Grennwich-i órával mérünk. Ha te holnaptól egy olyan órával méred az időt, amelyik egy óráig jár aztán egy órára leáll, aztán megint jár, stb., akkor az ilyen óraval definiált "idő" a normális nyelvhasználatunkban *hibás*.

Éppen ez a bajom a relativitáselmélettel, hogy ebben az értelemben hibás tér- és időadatokat nevez térnek és időnek, amelyeket egy – a relativitáselmélet szerint sem vitatott – deformációt szenvedett órával és méterrúddal mérünk. Bajt azért nem okoz, amiért akár a te minden második órában leálló órádat is használhatnánk óra-etalonnak, ha alkalmasan módosítanánk hozzá a fizika törvényeit (pontosabban kifejeznénk őket ebben az új változóban, ahogyan a relativitástanban is tesszük).

Üdv, L.