

A fénysebesség hatalmas változásai az Univerzumban

Jamal S. Shrair, January 17, 2013*

E-mail: jamalshrair@yahoo.com

Összefoglalás

Noha a jelenkor fizikája a speciális relativitás elméletét csak egy teóriának tekinti, ennek a nézetnek az alapelve, amely kimondja, hogy a fénysebesség állandó és a természetben a határsebesség szerepét tölti be, mégis elfogadott, mint a fizika egy alaptörvénye. A valóságban azonban a speciális relativitás elmélete (röviden: SRE) és annak alapelve csupán egy fizikai mítosz, amelyet kicsavart matematikai kifejezések és téves feltevések segítségével fogalmaztak meg. Az elmélet a fizikai állandók helyére dimenziótalan matematikai változókat vezetett be. Meg kell említeni továbbá, hogy a Lorentz-transzformációk levezetése arra a feltételezésre alapult, hogy a c fénysebesség ugyanaz az összes, egymáshoz képest viszonylagos mozgásban lévő koordináta-rendszerben, nem pedig arra a feltevésre, hogy a fény sebessége csak abban a koordináta-rendszerben c , amelyben az *étert* nyugvónak gondoljuk.

A fenti feltevést valójában a levezetésből kapott eredményként kellett volna levonnunk, nem pedig a levezetés során használt kezdeti feltevésként alkalmaznunk. Einstein fő célja nyilvánvalóan az volt, hogy képletek révén megmutassa, miszerint minden megfigyelő ugyanazt a c fénysebességet méri, függetlenül attól, hogy a forrás mozgásban van-e avagy sem ahhoz a vonatkoztatási rendszerhez képest, amelyben a megfigyelő észlelte és megmérte a fénysugár sebességét.

A relativisztikus effektusok eredményének beállított úgynevezett paradoxonok racionális értelemben véve nem igazi paradoxonok, inkább a fizikai valóságnak ellentmondó hatások. Ezek az ellentmondások tovább öröklődtek a Henri Poincarétól kölcsönzött relativitási elvből, illetve a Lorentz-transzformációk fizikai interpretációiból.

A speciális relativitáselmélet már jó ideje a fizika haladásának egyik gátja volt – és ma is az.

Bevezetés

A 19. század végén a fizikusok között elfogadott állításnak számított, hogy az *éter* stacionárius a Világegyetemben, amelynek középpontjában a Nap áll. Több tudós is megpróbált valamilyen kísérleti módszert találni ennek a hiedelemnek a vizsgálatára. 1887-ben *Albert Michelson* és *Edward Morley* egy olyan kísérleti koncepcióval rukkolt elő, amely később a Michelson - Morley kísérletként (MME) vált ismertté. Egy olyan kísérletet állítottak össze, amelyben a Földön kijelölt két pont: az első pontban egy fényforrás, illetve a második pontban egy tükör szerepelt, amelyet úgy állítottak fel, hogy köztük a fény a Föld mozgásiránya mentén haladva elérje a tükröt, majd az ellenkező irányban terjedve

visszajusson a kiindulási helyhez, remélve, hogy ez vagy bizonyítja, vagy megdönti az éter hipotézist. A kísérleti elrendezés matematikai nyelven az alábbiak szerint fejezhető ki:

$$t(v) = \frac{l}{c-v} + \frac{l}{c+v}, \text{ vagy } t(v) = \frac{2lc}{c^2 - v^2}, \text{ és } t(0) = \frac{2l}{c}, \text{ ahol } v = \text{a Föld pálya menti}$$

sebessége, $l = \text{a tükör és a forrás közti távolság}$; amiből az adódik, hogy $t(v)/t(0) = \frac{c^2}{c^2 - v^2}$.

Az MME-kísérlet kimenetele inspirálta *Jules Henri Poincaré*-t a relativitás elve elméleti elgondolásának kidolgozására. Poincaré már 1895-ben kimondta, hogy az abszolút mozgást nem lehet észlelni.

1900-ban közzé tette a relatív mozgás elvét, vagy, ahogy néha hivatkozott rá, a *relativitás törvényét*. Ám 1902-ben, könyve megjelenésekor a korábban használt kifejezéseket - relatív mozgás elve, a relativitás törvénye – megváltoztatta a „*relativitás elvére*”.

Poincaré könyvében hangsúlyozta, hogy az abszolút idő fogalma nem létezik, illetve „*Nincs intuitív elképzelésünk két különböző helyen megtörténő esemény egyidejűségéről*”. 1904-ben egy hosszúra nyúló előadásban fejtette ki az órák fényjelekkel történő szinkronizálásának ötletét. A fizikus társadalmat a mozgó testek elektrodinamikája új, a Lorentz-invariancia elvének eleget tevő elméletének kidolgozására hívta fel. Poincaré előre látta, hogy a fénysebesség átlépésének lehetetlenségére - mint alapszabályra - alapozva egy újfajta mechanika fog színre lépni. Azt írta, hogy „*A fizikai jelenségek törvényszerűségeinek ugyanannak kell mutatkoznia egy helyhez kötött, illetve egy az előzőhöz képest egyenletes viszonylagos mozgást végző megfigyelő számára, így számunkra nincs, és nem is létezhet olyan módszer, amely eldönti, hogy mi magunk ilyen mozgásban veszünk-e részt vagy sem. Következésképpen talán egy egészen új mechanika színre léptét várhatjuk, amelyben a tehetetlenség nő a sebességgel, azaz a fény sebessége olyan határsebességgé válhat, amelyet nem lehet túllépni.*” (Poincaré, 1904).¹

1905. június 5-én Poincaré egy matematikai tárgyú cikket publikált „*Sur la dynamique de l'électron*” (az elektron dinamikája) címmel, ahol rámutatott az általa kimondott elv és a Lorentz-transzformáció egyenletei közötti kapcsolatra. Így tehát Poincaré nem csak az első volt, aki bevezette a relativitás elvét és kimondta az abszolút mozgás észlelésének lehetetlenségét, hanem az elsőnek is bizonyult, aki megértette a Lorentz-egyenletek fontosságát a relativitás elvének szemszögéből.

1905. június 30-án *Albert Einstein* megjelentette híres dolgozatát a speciális relativitáselméletéről (SRE). Einstein publikációjában nem hivatkozott Poincaré munkájára, sőt, leírta, hogy előzetesen nem ismerte a Michelson-Morley kísérlet eredményeit sem, mivel nem követte közelről figyelemmel a méréseket. Ugyanakkor az egyedüli eltérés a SRE-elmélet és a Poincaré által bevezetett relativitás elve között az a plusz kikötés, hogy a fénysebesség független a kibocsátó forrás sebességétől.

¹ Gondos kereséssel, ésszerű utánjárással sem tudtam megállapítani, hogy a szövegben szereplő idézeteknek léteznek-e már hivatalos magyar fordításai. Ha Ön tud ilyenről, kérem, értesítsen róla a fenti címen – A Szerző.

A SRE-elmélet két hipotézisre épít. Az első felteszi, hogy a fizikai törvények az összes inerciarendszerben ugyanazok, függetlenül attól, hogy azok nyugalomban vannak, vagy egyenes vonalú, egyenletes mozgást végeznek (gyorsulás nélkül) egymáshoz képest. Ha egy (A) vonatkoztatási rendszer egy másik (B) vonatkoztatási rendszerhez képest állandó sebességgel mozog, akkor a természetben végbemenő folyamatok mindkét vonatkoztatási rendszerben a fizikai ugyanazon törvényeit követik. A másik feltevés szerint a fénysebesség független a kibocsátó forrás sebességétől. c a természetben a határsebesség szerepét tölti be. Semmilyen tárgy vagy részecske sem mozoghat c -nél gyorsabban. Ám a fenti két feltételezés nemcsak hibás, de egymásnak is ellentmondó.

Sok fizikus a kezdetek kezdetétől fogva egyedi, eredeti módon érvelt az SRE ellen. Mégis több mint egy évszázad telt el, és ezen állítások egyike sem volt eléggé erős ahhoz, hogy a tudósokat meggyőzze az elmélet hibáiról. Az elmélet ellen felhozott ellenvetéseket azonban nem elég csak filozófiai alapokra kell helyezni, hanem még ennél is fontosabbak a matematikai és empirikus érvelések, főleg a kísérleti fizika törvényeinek való ellentmondások megmutatása, különös tekintettel az elektromágnességre.

Az SRE-elmélet feltételezett matematikai alapja a Lorentz-transzformáció egyenletei. Ezeket az egyenleteket először Voigt vezette le és használta 1887-ben egy rugalmasságtani értekezésében, majd Lorentz felhasználta azokat az anyag elektronelméletén dolgozva. Ugyanezeket az egyenleteket vette át és alkalmazta Einstein is. El kell azonban mondani, hogy a fizikusok minden további fizikai elemzés nélkül használták ezeket az egyenleteket. Noha a Lorentz-transzformáció egyenletei algebrailag helyesek, fizikailag mégis hibásak. Fizikailag elfogadhatatlanok, hiszen egy fizikai állandót *változóvá* transzformálnak. Ez a tény önmagában is elegendő az SRE mint fizikai elmélet érvénytelenítésére. Azon felül, hogy azok fizikai értelemben alkalmatlanok, a Lorentz-transzformáció egyenleteit Einstein hibásan is vezette le, amint azt később látni fogjuk. Vagyis, ha el is fogadjuk, hogy a két alapfeltevés helyes, valamint a Lorentz-transzformáció fizikai értelmezése tartható, az még mindig nem teszi az elméletet érvényessé az Einstein által elmélete alappilléreinek nevezett levezetésben elkövetett matematikai hibák miatt.

A Lorentz-transzformáció hibás levezetése / A gamma-tényező

1905-ben publikált cikkében Einstein két koordináta-rendszert - K és k - vezetett be. A v sebességet viszont ezek egyikéhez sem rendelte hozzá. Ugyanakkor elméletének szabályai szerint mindkét koordináta-rendszernek megvoltak a saját – egymással nem ekvivalens - órái és mérőrúdjai. Ez azt jelenti, hogy mindegyik koordináta-rendszerben különböző sebességeket mérnek.

Anélkül, hogy a v sebességet hozzárendelnénk valamelyikükhöz, maga a két koordináta-rendszer ötlete értelmetlen. Sőt, a két koordináta-rendszer összevetése csak a $v=0$ esetben érvényes, vagyis a legfontosabb, felismerésre és megértésre váró kérdés az, hogy a transzformált egyenletben szereplő v sebesség egy k -ban mozgó tárgyé, nem pedig magának a k rendszernek a sebessége. Ez a Lorentz-transzformációk levezetésének az egyik olyan

tényszerű részlete, amelyet a fizikusok többsége nem értett meg, vagy talán inkább figyelmen kívül hagyott.

A másik kiinduló hiányosság ugyanazon változók hozzárendelése a két koordináta-rendszerhez. Egy a k vonatkoztatási rendszerben nyugvó pont nem ekvivalens egy a K rendszerben nyugvó ponttal. Az $x'=x-vt$ egyenlet felírása után a k rendszerben nyugvó változók egyben a K vonatkoztatási rendszerben is nyugvóak lesznek.

A levezetésben használt másik hibás feltevés a fénysugár használata volt egy a k vonatkoztatási rendszerben mozgó objektumra. Ezt a feltevést az elmélet legalapvetőbb tétele megtiltja. A feltevés szerint a fénysebesség (c) nem változik a hely vagy a mérési módszer függvényében. Továbbá a sebesség csak az X tengely mentén lép fel. Az Y és Z tengelyek irányában egyik koordináta-rendszerben sem mérünk sebességet, ennek ellenére Einstein ismételtel kijelentette, hogy a fény mindig az Y és Z tengelyek mentén terjed „*stacionárius rendszerből nézve*”, ám ezzel éppen a saját maga által kimondott szabályt sértette meg, miszerint „*Stacionárius koordináta-rendszerben minden fénysugár a meghatározott c sebességgel mozog, függetlenül attól, hogy álló vagy mozgó test bocsátja-e ki*”.

Mindezek mellett nem adott magyarázatot vagy levezetést a fenti állítás igazolására a $\sqrt{c^2 + v^2}$ kifejezést leszámítva. Ez a négyzetgyök igazi rejtély. A mögöttes szándék vélhetően az Y és Z tengelyek mentén haladó fénysugarak összehasonlítása lehetett. Viszont mindkét vonatkoztatási rendszerben csak egy, az X irányban terjedő fénysugár szerepel.

Ezt követően bevezetésre került a $\tau = a[t - vx'/(c^2 - v^2)]$ egyenlet, majd a $\xi = c\tau$ vagy az $x' = ct'$ helyettesítés után azt kaptuk, hogy $\xi = ac[t - vx'/(c^2 - v^2)]$; emlékeztetünk rá, hogy itt a v -nek valamilyen ismeretlen függvénye. Utána következett a $t = x'/(c-v)$ tag behelyettesítése a fenti egyenletbe. Itt is láthatjuk, hogy a sebesség kivonásra került c -ből !!!

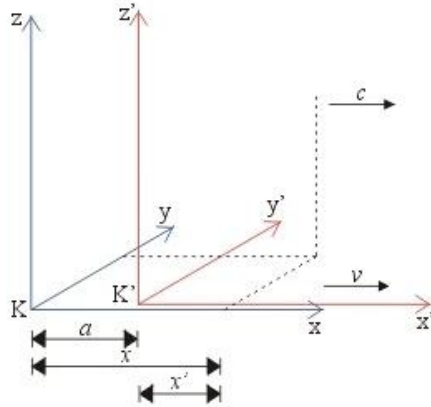
Beírva $x' = x - vt$ -t, $\xi = ac^2(x - vt)/(c^2 - v^2)$. Az $x' = x - vt$ behelyettesítés nyilvánvalóan matematikai kétértelműséget eredményezett. A végeredményt viszont Einstein a $c^2/(c^2 - v^2)$ alakban adta meg, azt a korábban használt γ helyett β -val jelölve, a $c^2/(c^2 - v^2)$ tag pedig

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

-re egyszerűsödött, nem pedig az $\frac{1}{\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)}$ kifejezésre.

Honnan jött a négyzetgyök? Onnan, hogy az X irányú sebességet befolyásolják az Y és Z tengelyek? Ez a négyzetgyök jel a relativitáselmélet egyik alapvető problémája. Változóként vezet be egy valójában fizikai állandót.

A gamma-tényező levezetésének hibájára további fényt vethet az alábbi szemléletes példa. Az ábra két, egymáshoz képest egyenletesen mozgó vonatkoztatási rendszert tüntet fel. Így a K rendszerhez képesti fényjelet vehetjük $x = ct$ -nek, míg ugyanezt a jelet a K' rendszerben az $x' = ct'$ alakba írhatjuk.



A legtöbb egyetemi tankönyv tartalmazza a Lorentz-transzformáció alább közölt levezetését.

$$x' = a_1x + a_2y + a_3z + a_4t \quad (1)$$

$$y' = a_5x + a_6y + a_7z + a_8t \quad (2)$$

$$z' = a_9x + a_{10}y + a_{11}z + a_{12}t \quad (3)$$

$$t' = a_{13}x + a_{14}y + a_{15}z + a_{16}t \quad (4)$$

K' lineárisan mozog K X tengelye mentén, ezért $y'=y$ és $z'=z$. Ebből következik, hogy

$$a_5=a_7=a_8=a_9=a_{10}=a_{12}=0.$$

A probléma szimmetriájából következően t' csak $x=vt$ -től függhet, ennél fogva $a_{14}=a_{15}=0$. Felhasználva a K' -ben $x'=0$, illetve K -ban $x=vt$ feltevést, kapjuk, hogy $a_2=a_3=0$, $a_4=-va_1$. A fenti (1)-(4) egyenletekbe visszaírva ezeket a következő eredményt kapjuk:

$$x'=0, \quad x=vt$$

$$x'=a_1(x-vt)$$

$$y'=y, \quad z'=z$$

$$t'=a_{13}x+a_{16}t, \quad x'=0, \quad x-vt=0, \quad x'=a_1(x-vt).$$

Itt látjuk, hogy a feltételezés eredményeként $a_1=0/0$ -t kaptunk, ami nem oldható meg az eredeti szándék alapján – csak azt feltéve, hogy $0/0=0$, de valójában persze $0/0 \neq 0$!

Miért hibásak az $x'=0$ és az $x=vt$ feltevések? Azért, mert csak a K' origójával egybeeső eseményre érvényesek, nem pedig magára a K' vonatkoztatási rendszerre nézve. Másképp mondván csak azt tudjuk biztosan, hogy a vonatkoztatási rendszerek közti távolság vt azok origójánál véve. Azt viszont nem tudhatjuk, hogy egy K -ban egy bizonyos x koordinátánál

észlelet esemény K' -ben megfigyelve $x'=0$ -ra transzformálódik-e egy olyan megfigyelt t koordinátára nézve, amelyet x -szel az $x/t=v$ kapcsolat köt össze.

A levezetés elején tett feltételezéseket valójában annak eredményeként kellett volna megkapni, feltételezve a két hipotézis helyességét, de persze a levezetések úgy lettek alakítva, hogy azt a következtetést vonjuk le belőlük, miszerint a fény sebessége az összes egymáshoz képest viszonylagos mozgást végző rendszerben ugyanaz. Másképpen szólva, a cél annak képletek révén való megmutatása volt, hogy tetszőleges megfigyelő ugyanazt a fénysebességet méri, függetlenül attól, hogy a forrás viszonylagos mozgást végzett-e ahhoz a koordináta-rendszerhez képest, amelyben a megfigyelő észlelte a fénysugarat és megmérte annak sebességét. A levezetés további részleteit mellőzve kimondható, hogy az így eredményül kapott transzformációs egyenletek, azaz

$$x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \quad y' = y, \quad z' = z, \quad \text{és} \quad t' = \frac{t - \frac{xv}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad \text{nem az SRE-elmélet két hipotézisére építő}$$

érvényes kifejezések.

A sebességek relativisztikus összeadásának levezetése

A sebességek összeadására – vagy a cikkében alkalmazott szóhasználatot véve 'kompozíciójára' – szolgáló kifejezés levezetése során Einstein ugyanazokat a hibákat követte el, mint a gamma tényezőnél. A szerző azt állította, hogy „*a K rendszer X tengelye mentén v sebességgel mozgó k rendszerben mozogjon egy pont az alábbi egyenletek szerint:*

$$\zeta = w_\zeta \tau, \quad \eta = w_\eta \tau, \quad \zeta = 0, \quad \text{ahol } w_\zeta \text{ és } w_\eta \text{ konstansokat jelöl}''.$$

Függetlenül attól a ténytől, hogy k -ban most egy pont mozog *fénysugár* helyett, a sebességet mégsem rendeljük hozzá egyik koordináta-rendszerhez sem. Akárhogy is legyen, az eredő sebességet az alábbi feltevések és behelyettesítések révén lehet megkapni.

$$w\tau = \gamma(x - vt)$$

$$w\gamma = (t - vx/c^2) = \gamma(x - vt)$$

$$wt - \omega vx/c^2 = x - vt$$

$$x + wvx/c^2 = wt + vt, \quad x(1 + wv/c^2) = (w + v)t.$$

$$\text{Ezt követően feltesszük, hogy } V = \frac{x}{t}. \text{ Így } x = \frac{(w + v)t}{1 + \frac{wv}{c^2}}, \rightarrow V = \frac{w + v}{1 + \frac{wv}{c^2}}.$$

„Ebből az egyenletből következik, hogy két c -nél kisebb sebesség eredője mindig egy c -nél kisebb sebességet eredményez. Hiszen a $v = c - \kappa$, $w = c - \lambda$ választással élve, ahol κ és λ pozitív és c -nél kisebb, az adódik, hogy

$$V = c \frac{2c - \kappa - \lambda}{2c - \kappa - \lambda + \kappa\lambda/c} < c.$$

Az előző egyenletet helyesen így kellett volna felírni:

$$V = c \frac{(c - \kappa) + (c - \lambda)}{(c - \kappa) + (c - \lambda)/c} < c.$$

Végső soron a levezetés eredményétől azt várjuk, hogy méri a mozgó pont és k sebességeit a k és a K vonatkoztatási rendszerekhez viszonyítva. A valóságban azonban k sebessége K -hoz képest, illetve a mozgó pont sebessége k -hoz képest még mindig határozatlan.

Továbbá a következő kifejezés, amely a sebességek nagyságát szándékozik kiszámítani a szöveket is figyelembe véve:

$$V = \frac{\sqrt{(v^2 + w^2 + 2vw \cos a) - (v \sin a / c)^2}}{1 + vw \cos a / c^2},$$

és amely megtalálható Einstein cikkében a 12. oldal tetején, nem működik 90° -os szög esetén.

A sebességek összeadásának klasszikus formulája mindig érvényes, ellentétben az SRE képlettel, amely kimondja, hogy két c -nél kisebb sebesség eredője mindig c -nél kisebb sebességet eredményez. Az SRE elfogadhatatlan logikája, amely megtiltja a sebességek összegzése klasszikus képletének alkalmazását, még jobban bemutatható a következő példán.

Tegyük fel, hogy egy űrhajó elhagyta a Földet, és (úgy egy évnyi gyorsulást követően) elérte a $v=0,9 c$ végsebességét. Ekkor, amíg az űrhajó ezzel az utazósebességgel közlekedik, haladási iránya mentén kilő egy lézersugarat szintén $0,9 c$ sebességgel. A kérdés az: mekkora a lézersugár sebessége a Földhöz képest? Nyilvánvaló, hogy a kapott eredő sebesség $1,8 c$, azonban ez az eredmény a relativitás logikája számára elfogadhatatlan.

Idődilatáció

Vizsgáljuk meg most az idődilatació matematikai megfogalmazását. Az SRE-elmélet két idődilataciós törvényt tartalmaz. Az egyiket, név szerint a $t' = \beta^{-1} t$ alakút (1), 1905-ben vezették le, míg a másik, $t = \beta t'$ (2), 1907-ben bukkant fel. Ha az (1) és (2) egyenleteket frekvenciák nyelvére transzformáljuk, akkor (1) az $\frac{1}{f} = \beta^{-1} \frac{1}{f'}$, $\rightarrow f' = \beta f$ alakot ölti, míg (2)-re

$\frac{1}{f} = \beta \frac{1}{f'}$, azaz $f' = \beta f$ adódik. Láthatjuk, hogy a mozgó vonatkoztatási rendszerben lévő óra oszcillációi nagyobbak a nyugvó vonatkoztatási rendszerben lévő óráénál. Hogyan is kaptuk meg a transzformált egyenletet ($t' = \beta^{-1} t$)?

Einstein úgy fogalmazott, hogy „képzeld el, hogy az idő múlását jelezni hivatott órák közül az egyik K koordinátáinak origójában elhelyezve t időt jelez a stacionárius rendszerhez képest nyugalomban, illetve τ időt a mozgó rendszerhez képest nyugvó állapotban, és úgy van

beállítva, hogy τ időt mér”. A két rendszer időkoordinátáit a $\tau = \beta \left(t - \frac{vx}{c^2} \right)$ Lorentz-transzformáció kifejezéssel tette egyenlővé, majd az $x=vt$ helyettesítéssel élt, arra hivatkozva, hogy „nyilvánvalóan $x=vt$ ”.

A behelyettesítést, majd τ és t' cseréjét követően a $t'=\beta^{-1}t$ eredményt kapjuk. De amint azt már említettük, az $x=vt$ helyettesítés matematikailag nem igazolható. A feltevés, miszerint egy stacionárius vonatkoztatási rendszerben kalibrált óra ugyanazon frekvenciával működhet egy mozgó rendszerben szintén hibás, nem csak a fizikai interpretáció hiánya miatt, hanem mert a kísérleti adatoknak is ellentmond.

A relativitáselméletben az idődilatációnak két transzformációs törvénye (azaz két óraparadoxon) van. Az egyik óra frekvenciák, azaz oszcillációk összehasonlítására, a másik pedig óra számlapok leolvasásának összevetésére alapul. 1905 után Einstein nyilván felismerte, hogy idődilatációs törvénye megkérdőjelezhető, ezért próbált bevezetni egy új verziót 1907-ben. Az új változatban a fizikai értelmezés is eltérő. Korábban úgy említették, hogy a mozgó óra lelassul a térben való tényleges mozgása miatt, ám az új verzióban a mozgó vonatkoztatási rendszerben lévő óra csak akkor látszik lelassulni, ha azt egy hozzá képest relativ mozgást végző megfigyelő szemléli. A kérdés tehát: melyik a relativitáselmélet korrekt idődilatációs törvénye? Az, amelyik egy mozgó óra frekvenciáját írja le egy mozgó rendszerből nézve, vagy az, amelyik egy mozgó rendszerben lévő óra járását (frekvenciáját) viszonyítja egy álló rendszerben járó óráéhoz?

A két idődilatációs törvény használatát (bázis-, ill. koordináta-transzformáció) ellentmondásként kell kezelni. Így nem csupán a helytelen levezetés problémája merül fel, hanem az is, hogy ugyanazon transzformációs törvény érvényét veszti frekvenciaértékek és leolvasott kijelzők transzformálásakor. Meg kell említeni, hogy 1916 után Einstein egy másik módon is levezette elméletét a tenzoranalízisre építve. A matematikai reprezentáció eme változata hibás feltevéseket használt. Az ellentmondásokra nehéz felfigyelni, főleg olyanoknak, akik nem ismerik a tenzoranalízist, de attól azok még ott vannak.

A két idődilatációs törvény megléte mellett azonban még fontosabb az, hogy magának az időlassulásnak a koncepciója eleve ellentmond az első alaptörvénynek. Miben áll ez az ellentmondás? Induljunk ki egy jól ismert példából, az ikerparadoxonból, amelyet oly sokszor vezetnek elő az idődilatáció bemutatására.

Két egypetéjű ikret – nevezzük őket Mohamednek és Mahmoudnak – olyan képzésre jelöltek ki, amely után csak az egyiküket fogják kiválasztani, hogy egy űrhajón elutazzon egy másik naprendszer egy bolygójára. Hívjuk ezt a bolygónktól körülbelül 10 fényévnnyire lévő objektumot a 7. Fényes Csillag (Bright Star 7 =BS7) sárga bolygójának. A teljes út (oda-vissza) így tehát 20 évig tartana, beleértve a gyorsulási és lassulási időket is. Tegyük fel, hogy Mohamed léphet az űrhajó fedélzetére, míg Mahmoud otthon marad. Nagyjából egy évnnyi (vagy egy kicsit több) gyorsítást követően az űrhajó eléri végsebességét, ami 0,9999 c. Ugyanakkor fontos itt észben tartani azt is, hogy a gyorsítási és a lassítási időt leszámítva az űrhajó állandó sebességgel halad.

Az utazás magyarázata a relativisztikus idődilatacióra támaszkodva a következő: Mohamed visszatérve azt látja, hogy a Földön minden húsz évet mozgott előre az időben, noha ő maga csak egy évet vagy még egy keveset öregedett a Földiekhez képest. Miért? Mert Mohamed az idődilatació hatása alá került. Ahogy közeledett a fénysebességhez, biológiai órája és a hajó időmérő eszközei (órái) egyre inkább lelassultak addig, amíg végül megálltak, amint a hajó elérte c 99,99%-át.

Az első kérdés, amit fel kell tenni: ki is távolodott el kitől? Mohamed távolodott el Mahmoudtól, vagy Mahmoud Mohamedtől? Mind a newtoni mechanika, mind pedig az SRE szerint a sebességnek nincs abszolút mércéje, az csak valamilyen vonatkoztatási rendszerhez képest mérhető, akkor viszont miért nem megfordítható a relativisztikus effektus? Mahmoud fiatal marad, Mohamed megöregszik! Nos, az átlagos fizikus erre azt mondja, hogy ez nem lehetséges, tekintve, hogy Mahmoud vonatkoztatási rendszere nem változott meg, Mohamedé igen. A magyarázatok kerülnek a 'gyorsulás' szó használatát, annak ellenére, hogy 1918-ban maga Einstein is beismerte, hogy az ikerparadoxon ellentmond a relativitás elvének, hiszen oka a gyorsulásban rejlik. Hogyan is lehetne átlépni egy vonatkoztatási rendszerből egy másikba a sebesség megváltoztatása nélkül? Kétség nem fér hozzá, ehhez gyorsulásra van szükség.

Nos, álljunk meg egy pillanatra, relativisztikus barátom! Az idődilatació elviekben csak a sebesség(ek)ről szól. Ha a gyorsulás szerepet játszana az idődilatacióban, akkor az megjelenne a Lorentz-transzformációban is. Az utóbbi viszont nem foglalkozik gyorsulással, csak sebességekkel. De hogyan is lehet az ok a gyorsulás? A gyorsítási (gyorsulásra fordított) idő az utazás teljes idejéhez képest nagyon rövid, azaz ha a megtett távolság 20 vagy 30 fényév, akkor a gyorsulás hatása összességében *elhanyagolható* az állandó sebességen vett idődilatacióhoz képest, amely az utazás *időtartamával* arányos.

Másrészt a gyorsulás hatására alapozó érvelés sem igazán érthető, mert a gyorsulás mértéke nem meghatározott. A '*nulla gyorsulás*' nem változtatja meg a vonatkoztatási rendszert, ám a '*nem nulla gyorsulás*' hatalmas mértékben megváltoztathatja azt. Például a Mohamed által utazása alatt átélt gyorsulás kevéske volt, és a teljes utazási időhöz képest rövid időtartamon belül történt meg, mégis elég volt ahhoz, hogy 20 évet elvegyen az életéből. A vonatkoztatási rendszer váltására alapozott elgondolás már csak azért sem állja meg a helyét, mert a Föld nem tekinthető stacionárius rendszernek, lévén Nap körüli keringése során gyorsulást mutat, ahogy a két égitest közötti távolság az év során változik.

Az idődilatació egy másik érvelés szerint is ellentmond az első alapelvnek. Jól ismert az, hogy az általunk használt összes óra(rendszer) valamely önmagát egyenletesen ismétlő természeti folyamatból eredeztethető. Az első alapelv kimondja, hogy egy óra inerciarendszerében az óra mindig ugyanúgy üzemel vagy működik, mint azt bármely más vonatkoztatási rendszerben tenné. Tehát ezen logika szerint a relativisztikus időlassulás nem lehet valóságos fizikai jelenség! Az egész probléma nem annyira paradoxon, mint inkább egy valódi ellentmondás, amely örökletes a relativitás elvében és a Lorentz-transzformáció fizikai értelmezésében.

A fentiek mellett a hosszúságkontrakció és az idődilatáció összekapcsolódik a hosszúság (tér) és az idő között fennálló reláción keresztül. Mindkettőre úgy tekintünk, mint a relativitás elveinek következményeire. Ennek értelmében:

$L=L_0/\gamma$, $t=t_0/\gamma$, ahol L_0 a hossz $v=0$ esetén, t_0 az idő $v=0$ -nál, γ pedig a gamma-tényező:

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \text{ ahol a hosszúság lerövidülése a feltevések szerint } \Delta L_0 = L_0 \left(1 - \frac{1}{\gamma} \right).$$

A hosszrövidülés ötlete a 19. század második felében uralkodó éter elméletéből származott. Az elképzelés szerint a Föld maga, és az összes rajta lévő tárgy a Nap körüli mozgás iránya mentén hosszában megrövidül, miközben a bolygó a Nap körül egy a feltételezések alapján nyugalomban lévőnek gondolt közegben halad előre. *G. F. Fitzgerald* felvetette, hogy Lorentz elmélete a 'makrovilágra' is érvényes lehet. Azonban mivel az MME-kísérlet a vélemények szerint az éter nemlétét bizonyította be, és az SRE szintén elvetette annak létezését, felmerül, hogy miként marad vissza a hosszrövidülés? Továbbá a hosszrövidülést bevezetése óta azt *egyetlen* kísérlet sem igazolta. Az összes eddig elvégzett csillagászati kísérlet nulla hosszúságrövidülést mutatott ki, ami azt jelenti, hogy a hosszúság relativisztikus megrövidülése nem létezik.

Az idődilatációt tekintve a probléma gyökere annak fizikai interpretációban rejlik. Nem lehet kétséges, hogy a nagy sebességgel mozgó időmérő eszközök lelassulnak, amint azt több kísérlet is kimutatta. Ez azonban csupán ezen időmérő eszközök egy belső effektusa. Az összes önmagát egyenletesen ismétlő természetes oszcilláció forrása, mint pl. a digitális órák, a cézium órák, a radioaktív bomlási sebességek, stb. változást mutatnak, ha azokat gyorsítják, lassítják, vagy mágneses téren át történő lineáris mozgásra kényszerítik. Az idő maga azonban nem lassul le. Az idő az összes vonatkoztatási rendszerben ugyanúgy telik.

A világűr észlelései és alapvető kísérleti tények ellentmondanak az SRE-nek

A világűrből (a naprendszeren innen és túl) kapott megfigyelési adatok és képek nem támasztják alá a relativitás elméletét. *Ole Rømer* például már 1676-ban észrevette, hogy a Jupiter *Io* nevű holdja fogyatkozásának feljegyzett időzítése 1,003 másodpercet késik. A késést az *Io* fogyatkozásainak adataiból és -táblázataiból nyerték. Rømernek a fénysebesség mérésére a Jupiter holdjának fogyatkozási idejét felhasználó módszere kimutatta, hogy az időintervallumok növekedtek, ha a Föld távolodott a Jupitertől, illetve csökkentek, ha feléje haladt. A módszer Rømer korát tekintve figyelemre méltó volt, még akkor is, ha a kapott érték az adott évszázad technológiáját tekintve nem volt túlzottan pontos. A módszer viszont határozottan kimutatta a fénysebesség változását. A fénysebességet a fogyatkozások alatt megtett távolságokból és a Föld pályájának méretéből számította ki. Az utóbbi években néhány kutató modern berendezéseket használva megismételte a mérést és a számítást, és megint csak kimutatta a fénysebesség változásait. Egyikük (*Larry Phillips*) például megállapította, hogy $c=346,120$ km/sec.

Ez a megfigyelési adat egy újabb bizonyíték, amely a fénysebesség változását tanúsítja a bolygóközi térben az égitestek mozgásához képest. Ha az SRE helytálló lenne, akkor az *Io* periódusának észlelt időzítése nem változna a Földnek a Jupiterhez képest vett longitudinális sebességének függvényében.

Emellett a Pioneer 10 és 11 űrszondáktól vett rádiójelek úgynevezett '*Pioneer-anomáliája* vagy *Pioneer-effektusa*' csak a newtoni mechanikai talaján magyarázható, a relativitáselmélet hibás eredményeket ad rájuk. Ez újabb bizonyíték arra, hogy a bolygóközi térben a fénysebesség nem lehet állandó.

Egy másik, a naprendszeren kívül megfigyelt jelenség, amely megmutatja a relativitás hibáit, a *Doppler-effektus*. Ha a fény sebessége nem függ a forrás mozgásától, akkor a Doppler-effektus az érzékelőnek a kibocsátótól való távolodása miatt lép fel, nem pedig magának a forrásnak a mozgása miatt. Tény, hogy annyi meg annyi extrém vöröseltolódást észlelünk mindenféle irányból. Ez azt jelentené, hogy ezzel egy időben egyszerre távolodunk az összes ilyen extrém vöröseltolódás minden egyes forrásától? A Doppler-effektusért a forrás a felelős, de ezzel együtt – véleményem szerint – az nem bizonyítja a Világegyetem tágulását, hanem inkább a sok másik mellett újabb tanújelét adja az Univerzum forgásának.

Bárhogy is legyen, ha félretesszük is a külső csillagközi térből nyerhető észlelési tapasztalatokat, és csupán egy olyan valamit tekintünk, amely modern tudományunk és technológiánk alapja, akkor is találhatunk szigorú ellenvetést a speciális relativitáselmélet ellen. A mágneses erő(tér) léte önmagában elegendő és döntő bizonyíték az SRE elvetésére. Két töltés hat egymásra mágneses tér jelenlétében. A tér intenzitását a két töltés sebessége határozza meg. Minél kisebb a távolság és nagyobb a sebesség, annál erősebb a mágneses erő.

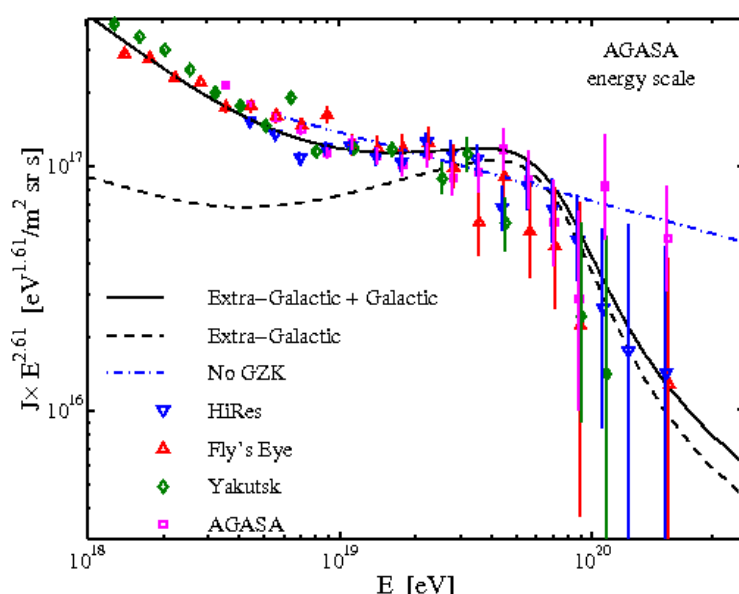
Azaz: ha az SRE helyes lenne, akkor képesek lennénk a töltések két különböző sebességét detektálni két különböző rendszerhez képest. Másképpen fogalmazva, egyazon időben képesek lennénk a két mozgó töltés között a mágneses erő két eltérő értékét mérni. Persze bárki középiskolai tudással felszerelve tudja, hogy nem erről van szó. Két mozgó töltés között ugyanazon időpillanatban a mágneses erő nem vehet fel egynél több értéket. Ez az egyszerű tény csak azt jelentheti, hogy a töltések sebességének egyetlen értéke lehet egy abszolút vonatkoztatási rendszerhez képest.

A fenti bizonyosságok ellenére a keményvonalas, hagyományörző tudósok mindig készen állnak megvédeni elméletüket, többnyire felháborító állításokkal. A következő kijelentés állítólag a Washington Egyetem tanárának, Dr. Cliffordnak tulajdonítható. „*A speciális relativitás elméletét a kísérletek már oly sokszor igazolták, hogy bárgyúsággal határos azt állítani, hogy valami hiba lenne benne. Az SRE-t kifejezetten e célra összeállított kísérletekkel tesztelték. A világ részecskegyorsítói nem működhetnének az SRE hiányában. A globális pozicionáló rendszer nem működne, ha a speciális relativitás elmélete nem az lenne, aminek hisszük*”. Ezt a véleményt nem osztja Ronald R. Hatch, a Navigation Systems, NavCom Technology, Inc. vállalat igazgatója, az Institute of Navigation korábbi elnöke. „*A GPS egyszerűen ellentmond Einstein relativitáselméletének*”, jelentette ki Hatch.

A nagyenergiájú kozmikus részecskék detektálása ellentmond az SRE-nek

Nagyenergiájú kozmikus részecskéket (sugarakat) már több mint egy évszázada észlelünk. Ezek a részecskék tényleges bizonyítékai a jelenlegi elméleteink magvaiban jelenlévő hibáknak. Először is, nem szabadna használni a ‘sugár’ szót. Ezek a részecskék a térben (űrben) egyedi részecskeként terjednek és érik el a Földet, nem nyalábként vagy részecskesugárként. Kozmikus részecskéknek kellene neveznünk őket, vagy pl. a ‘ kozmikus sugárzás’ (*radiation*) még mindig értelmesebb elnevezés a kozmikus sugaraknál (*rays*). Ugyanakkor az ilyen nagyenergiájú részecskék forrását, keletkezésük módját, és azt, hogy miképp érnek el ilyen energiaszinteket, a mai fizikában még mindig rejtélyesnek tartják.

Nincs olyan folyamat, amely megmagyarázná ezen részecskék ilyen energiaszintekre való jutását. Még a proton teljes megsemmisülése is csak jóval kevesebb energiát szolgáltatna. Sőt, az ilyen részecskék energiatartományai sértik a relativitás elvét is, mert az elmélet kimondja, hogy a Földet egy galaxisunkon kívüli régióból elérő összes kozmikus részecskének olyan sok ütközésen kéne keresztülmennie, hogy energiája végül disszipálódna. A kölcsönhatás az úgynevezett kéeltolódásos kozmikus mikrohullámú háttérsugárzással korlátot szab az ilyen részecskék által bejárható távolságra. Maximális energiájuk így nem haladhatja meg az 5×10^{19} eV-ot. Ez az ún. *Greisen–Zatsepin–Kuzmin* (GZK) határként ismert. Ennél fogva a mai fizikában az ilyen részecskéket rejtély lengi körül, mert ott a sebességet a fénysebesség korlátozza, a lokális mágneses tér pedig gyenge, így nem képes magában tartani ezeket a részecskéket.



Greisen-Zatsepin-Kuzmin korlát. Forrás: wdickt.net

Ez az elméleti elképzelés ismét és ismét csak helytelennek bizonyult. Az elmúlt két évtizedben Ázsiában, Észak- és Dél-Amerikában óriás detektorok 10^{20} eV vagy még annál is nagyobb energiájú részecskéket észleltek. 1991. október 15-én például az Egyesült Államok Utah államában Dugway Proving Ground felett egy a becslések szerint kb. 3×10^{20} eV energiájú részecskét detektáltak. Ennek a részecskének az észlelése megrázta az asztrofizikusokat. A részecske mozgási energiája mintegy 50 joule volt, azaz egy szubatomi

részecske makroszkopikus kinetikus energiával rendelkezett. Az utóbbi két évtized során több részecskét is detektáltak ebben az energiatartományban. Az ilyen részecskék energiaszintje a forrásuknál megdöbbentő lehet, ha még a Föld felszínére eljutva is képesek megőrizni ekkora mozgási energiát. Ugyanakkor az ilyen nagyenergiájú részecskék helikális trajektóriája igen széles, és ennél az oknál fogva a csillagok és –halmazok mágneses terei nem képesek azokat elég hatásosan nyálábbá összeszűkíteni, mielőtt minden irányból elérik a Naprendszeret.

Nincs semmi rejtélyes az ilyen részecskékben. A galaxisok forró és sűrű régióiból származnak. Ezeket a régiókat erős mágneses terek jellemzik. Az ilyen részecskék energiatartományai és sebessége a kiindulópontjuknál fellépő mágneses tér intenzitásától függenek. Minél erősebb a mágneses tér, annál nagyobb a részecskék energiája és sebessége – a nagy gyorsulás miatt. A gyorsulást nem korlátozza az úgynevezett fénysebesség. Az aktív galaxismagokat úgy tekinthetjük, mint a részecskéket a fényénél nagyobb sebességre gyorsító berendezéseket. A szubatomi részecskék így a makroszkopikus energiaszintek eléréséig gyorsíthatók. Az aktív galaxismagokból kilökött hatalmas részecskenyalábok számos olyan különböző részecskét tartalmaznak, amelyek a c fénysebességnél jóval gyorsabban mozognak.

Az MME-kísérletet eredetileg – és még manapság is – két hibás koncepció alapjának tekintik; ezek a fénysebesség állandósága és az éter nemlétezése. Az MME azért nem észlelte az étert, mert akkor – és ma is – arra a téves feltevésre alapozott, hogy az éter stacionárius (statikus). Az éter statikus közegként való elképzelése helytelen hipotézis. Ennél fogva az összes erre a feltevésre alapozott kísérlet és eredmény rossz, legyen az akár XIX. századi vagy kortárs. Sajnos azonban a kísérlet eredményeit olyan mérési bizonyítékként használták, amely végül a speciális relativitáselmélethez vezetett.

Az éter igenis létezik és nem statikus – hanem az összes fizikai kölcsönhatás anyagi közege. A semleges részecskék legelemibb formájából épül fel. Ennek a semleges részecskének elenyészően kis tömege van, és azonos számú mágneses töltésből áll össze. Végso soron tehát az étert úgy tekinthetjük, mint az Univerzumot kitöltő folytonos mágneses közeget. Egy alacsony energiasűrűségű régióban – mint a mi bolygóközi terünk – olyan nagyon könnyű, laza közeget képez, amely nemcsak az égitesteket és az összes szilárd struktúrát, hanem az anyag minden formáját, ide értve magát a fényt is, ellenállás nélkül átengedi magán.

Az éter ötlete egyébként divatjamúlt és elavult. Egy folytonos mágneses közeggel kell helyettesíteni. Az egész (geometriai) tér bír mágneses mezővel, hiszen teljesen ki van töltve mágneses töltésekkel, a mágneses mezők erőssége pedig a töltéssűrűséggel változik. A sűrűség mindig magas egy égitest felszínéhez és magjához közel.

A Föld saját mágneses terében, a Nap mágneses terének befolyása alatt forog, de a Föld forgása során a terek nem forognak azzal együtt. Az egész nagyjából egy hengeres rúd mágneses terére emlékeztet. Egy ilyen mágneses tere nem forog, amikor a rúd mágneset megforgatják a hosszanti Z tengelye körül.

Ugyanakkor létezik egy komoly tévhit a gyorsított, töltéssel rendelkező részecskékről. Ha a protonhoz vagy az elektronhoz hasonló részecskéket erős mágneses térben gyorsítanak, azoknak a térre adott válasza a gyorsulással csökken. Ezt a jelenséget *hibásan* a tömeg

növekedéseként értelmezték. A jelenlegi elmélet állításával szemben a gyorsulás növekedése nem eredményezné a tömeg növekedését. Másrészt viszont ahogy azt már említettük, több mint százhat éve egyetlen kísérlet sem igazolta a relativisztikus hosszrövidülést. Az összes eddig elvégzett csillagászati kísérlet mind-mind a hosszúság állandóságát igazolta. A részben a hosszúság kontrakció elgondolására alapozott Lorentz-transzformáció szintén érvénytelen. Így a Lorentz-transzformáció eme hibás egyenleteiből levezetett relativisztikus tömeg-növekedés és idődilatáció sem lehet helyes.

Ha tehát tekintetbe vesszük, hogy a hosszrövidülés nem érvényes, hiszen azt soha nem igazolták, abból az következik, hogy a tömeg tetszőleges sebesség mellett állandó, és ha a tömeg a sebességtől függetlenül állandó, akkor a nagyenergiájú részecskék sebességét a kinetikus energia klasszikus egyenletéből számíthatjuk ki. Egy részecske kinetikus energiáját a következő lépésekben kaphatjuk meg.

Közismert, hogy egy részecske infinitezimálisan rövid időtartam alatti gyorsításához szükséges munka az erő és a helyváltozás vektorszorzataként számítható:

$$\underline{F} \cdot d\mathbf{x} = \underline{F} \cdot \mathbf{v} dt = \frac{d\mathbf{P}}{dt} \cdot \mathbf{v} dt = \mathbf{v} \cdot d\mathbf{P} = \mathbf{v} \cdot d(m\mathbf{v}) \quad \mathbf{P} = m\mathbf{v}$$

$$\mathbf{v} \cdot d(m\mathbf{v}) = \frac{m}{2} d(\mathbf{v} \cdot \mathbf{v}) = \frac{m}{2} dv^2 = d\left(\frac{mv^2}{2}\right)$$

$$d(\mathbf{v} \cdot \mathbf{v}) = d(\mathbf{v}) \cdot \mathbf{v} + \mathbf{v} \cdot d(\mathbf{v}) = 2(\mathbf{v} \cdot d\mathbf{v})$$

$$E_k = \int \mathbf{F} \cdot d\mathbf{x} = \int \mathbf{v} \cdot d(m\mathbf{v}) = \int d\left(\frac{mv^2}{2}\right) = \frac{mv^2}{2}$$

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m_0v^2, \rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_k}{m_0}}, \text{ ahol}$$

$m_0 =$ a proton nyugalmi tömege / $1.6726231 \times 10^{-27} \text{ kg}$

$c = 2.99792 \times 10^{10} \text{ cm/s}$

A fenti képlet alapján kiszámíthatjuk, hogy a 10^{20} eV energiával rendelkező részecskék a c fénysebesség **461 653-szorosával** terjednek, míg az 1991. október 15-én az Egyesült Államok Utah államában Dugway Proving Ground felett észlelt $3 \times 10^{20} \text{ eV}$ energiájú részecske sebessége **799 134 c** volt.

Konklúziók

Az SRE sarokköve, a fénysebesség állandósága és annak függetlensége a forrástól, mind matematikailag, mind empirikus érvelések szerint megalapozatlan. Még racionális szemszögből nézve is a sebesség szó definíciójának nincs önmagában jelentése egy koordináta-hoz vagy egy olyan inerciarendszerhez való vonatkoztatás nélkül, amelyhez képest

az objektum mozog vagy nyugalomban van. Ennél fogva több mint nyilvánvaló, hogy az SRE valószínűleg relativitási effektusaival és kicsavart matematikai formulái segítségével ha csupán felületesen is, de megváltoztatja a tér és az idő változatlan tulajdonságait.

A fénysebesség állandósága valójában a hangsebességhez hasonló. Csak egy olyan homogén közeghez képest vagy arra nézve állandó, amelyben terjed. A fénysebesség nem ugyanaz az összes vonatkoztatási rendszerben a kibocsátótól és a felfogótól függetlenül. A távoli csillagfény sebessége például függ a forrásánál tapasztalható mágneses tér erejétől, illetve a közeg sűrűségétől, amiben terjed. Amikor a csillagfény (sebessége) belép a helioszférába, egy új vonatkoztatási rendszerbe transzformálódik, majd a Föld magnetoszférájánál ismét egy másikba. A távoli csillagfény sebességében az átmenet lépcsőzetes, ahogy az egyik mágneses teret annak lokális szomszédságában uralni kezdi egy másik.

Hivatkozások

1. Einstein, A. 1905. június 30. *On The Electrodynamics Of Moving Bodies*, *Ann. Phys.* **17**, 891.
2. Lorentz, H.A. 1915. *The Theory of Electrons*, 2nd ed., Dover Publ., NY, újra kiadva 1952-ben.
3. Michelson, A.A., Gale, H., Pearson, F. 1925. *The Effect of the Earth's Rotation on the Velocity of Light*, (Parts I and II), *Astrophysical Journal*, **61**, 137-145.
4. Renshaw, C. 1999. *Explanation of the Anomalous Doppler Observations in Pioneer 10 and 11*, *Proc. IEEE Aerospace Conf.*, **2**, 59-63.
5. Beckmann, P., Mandics, P. 1965. *Test of the Constancy of Electromagnetic Radiation in High Vacuum*, *Radio Science*, **69-D**, 623-628.
6. Häfele, J.C., Keating, R.E. 1972. *Around-the-world Atomic Clock: Measured Relativistic Time Gains*, *Science*, **177**, 168-170.
7. Bergmann, P. G. 1942. *Introduction to the Theory of Relativity* (New York, Prentice-Hall), előszó.
8. G. Burniston Brown, *What is wrong with relativity?* Bulletin of the Institute of Physics and Physical Society, Vol. **18** (March, 1967) pp.71-77.
9. Whittaker, Sir E. T. 1953. *History of the Theories of Aether and Electricity*, Vol. II (Glasgow, London, Nelson).
10. Einstein, A. 1905. *Does the inertia of a body depend on its energy content?*, *Ann. Phys.* **18**, 639-641.

11. Hamdann. 2003. *Abandoning the Ideas of Length Contraction and Time Dilation, Galilean Electrodynamics* **14**, 83-88.
12. Bakhoun, E. 2002. *Fundamental Disagreement of Wave Mechanics with Relativity, Physics Essays* **15**, 87-100.
13. Falla, D. F.; Floyd, M. J. 2002. *Superluminal motion in astronomy. European Journal of Physics* **23**, 69–81.
14. Stachel, J., et al. (Eds.) 1989. *The collected papers of Albert Einstein*, Vol. 2. The Swiss years. Writing, 1900 – 1902. Princeton: Princeton University Press (Papers, Vol. 2).
15. Irons, F. E. 2004. *Reappraising Einstein's 1905 application of thermodynamics and statistics to radiation. European Journal of Physics* **25**, 269–277.
16. A. Einstein, *Investigations on the Theory of Brownian Movement*, lefordította A. D. Cowper (Dover, New York, 1956).
17. Cramer, J. G. 2009. *Faster-than-Light Implications of Quantum Entanglement and Nonlocality*. Millis, M. G. et al. *Frontiers of Propulsion Science. American Institute of Aeronautics and Astronautics*. pp. 509–529. [ISBN 1-56347-956-7](#).
18. D. Perkins, *Particle Astrophysics*, Oxford University Press, 2003. [ISBN 0-19-850951-0](#).
19. P. K. F. Grieder, *Cosmic Rays at Earth*, Researcher's Reference Manual and Data Book, Elsevier, 2001. [ISBN 0-444-50710-8](#).
20. V. Berezhinsky, M. Kachelrie, A. Vilenkin, *Ultra-high Energy Cosmic Rays without GZK Cutoff*, Phys. Rev. Lett. **79**, 4302 (1997).