



Artykuł ukazał się w języku angielskim w otwartym dostępie w czasopiśmie

Jurnal Fizik Malaysia

Szostek Roman (2022)

The original method of deriving transformations for kinematics with a universal reference system
Jurnal Fizik Malaysia, Vol. 43 (1), 2022, 10244-10263, ISSN 0128-0333

<https://ifm.org.my/viewpublication/637edcf8ef0a867aa5a22b39>

W języku polskim

<https://vixra.org/abs/1710.0103>

Oryginalna metoda wyprowadzania transformacji dla kinematyk z uniwersalnym układem odniesienia

Roman Szostek

Politechnika Rzeszowska, Katedra Metod Ilościowych, Rzeszów, Polska
rszostek@prz.edu.pl

Streszczenie:

Artykuł przedstawia oryginalną metodę wyprowadzania transformacji dla kinematyk z uniwersalnym układem odniesienia. Metoda ta pozwala na wyprowadzenie transformacji, które spełniają wyniki eksperymentów Michelsona-Morleya oraz Kennedy'ego-Thorndike'a tylko w niektórych układach odniesienia, np. w laboratoriach poruszających się względem uniwersalnego układu odniesienia z niedużymi prędkościami.

Uzyskane transformacje są podstawą wyprowadzenia nowej teorii fizycznej, która została nazwana Szczególną Teorią Eteru (STE).

Na podstawie wniosków wynikających z eksperymentu Michelsona-Morleya oraz Kennedy'ego-Thorndike'a wyznaczony został parametr $\delta(v)$. Uogólnione transformacje można wyrazić od prędkości względnych (26)-(27) lub od parametru $\delta(v)$ (37)-(38). Dzięki temu transformacje przyjmują szczególną postać (81)-(82). Transformacje te są zgodne z eksperymentami, w których mierzono prędkość światła.

Na podstawie otrzymanych transformacji wyznaczone zostały wzory na sumowanie prędkości oraz prędkość względną.

Cały artykuł zawiera tylko oryginalne badania prowadzone przez jego autora.

Słowa kluczowe: kinematyka, uniwersalny układ odniesienia, prędkość światła w jedną stronę, sumowanie prędkości, prędkość względna, transformacja czasu i położenia

1. Wprowadzenie

W artykule zaprezentowano wyjaśnienie wyników eksperymentów Michelsona-Morleya [11] oraz Kennedy'ego-Thorndike'a [6], przy założeniu, że istnieje uniwersalny układ odniesienia (eter), w którym jednokierunkowa prędkość światła ma stałą wartość. W poruszających się w eterze inercjalnych układach odniesienia, jednokierunkowa prędkość światła może być inna. W ten sposób wykazane zostało, że nieprawdą jest, że z eksperymentów Michelsona-Morleya oraz Kennedy'ego-Thorndike'a wynika, że nie istnieje uniwersalny układ odniesienia, w którym propaguje światło oraz, że jednokierunkowa prędkość światła w próżni jest stała.

Transformacje STE można wyprowadzić różnymi metodami. Wyprowadzenie przedstawione, w tym artykule jest inne niż pokazane w artykułach [18] oraz [22-24]. Wyprowadzona transformacja jest uogólnieniem transformacji Galileusza i sprowadza się do niej w szczególnym przypadku.

Rozumowanie przedstawione w artykule opiera się na spostrzeżeniu, że nigdy nie zmierzono dokładnie prędkości światła w jedną stronę. We wszystkich dokładnych eksperymentach laboratoryjnych mierzono jedynie, podobnie jak w eksperymencie Michelsona-Morleya oraz Kennedy'ego-Thorndike'a, średnią prędkość światła przebywającego drogę po trajektorii zamkniętej, które powraca do punktu wyjścia. Dlatego założenie o stałej prędkości światła w próżni (prędkości chwilowej) przyjęte w Szczególnej Teorii Względności (STW) nie ma ścisłego uzasadnienia eksperymentalnego. W pracach [17]-[21] wykazane zostało, że eksperymenty Michelsona-Morleya oraz Kennedy'ego-Thorndike'a można wyjaśnić przy pomocy teorii z uniwersalnym układem odniesienia. W pracy [22] pokazane zostało, że takich teorii jest nieskończenie wiele. Czyli, nie jest prawdą, że te eksperymenty wykazały, że nie istnieje eter, w którym propaguje światło. Wyprowadzenie przedstawione w tym artykule oparte jest na tych ustaleniach, czyli założeniu, że dla każdego obserwatora stała jest średnia prędkość światła przebywającego drogę tam i z powrotem oraz dopuszczeniu, że istnieje uniwersalny układ odniesienia, w którym propaguje światło.

2. Przyjęte założenia

W przedstawionej analizie przyjmujemy następujące założenia:

- I. Istnieje układ odniesienia względem którego prędkość światła w próżni ma tę samą wartość w każdym kierunku. Ten uniwersalny układ odniesienia nazywamy eterem.
- II. Średnia prędkość światła na drodze tam i z powrotem jest dla każdego obserwatora niezależna od kierunku propagacji światła. Wynika to z eksperymentu Michelsona-Morleya.
- III. Średnia prędkość światła na drodze tam i z powrotem nie zależy od prędkości obserwatora względem uniwersalnego układu odniesienia. Wynika to z eksperymentu Kennedy'ego-Thorndike'a.
- IV. Transformacja «układ inercjalny - układ inercjalny» jest liniowa.
- V. Pomiary obserwatorów z różnych układów inercjalnych są zgodne. To znaczy wszyscy obserwatorzy otrzymują na podstawie pomiarów takie same wnioski. Z założenia tego wynika naturalny sposób ustalenie współczynników w transformacji odwrotnej wykorzystany do wyznaczenia wzoru (3).
- VI. W kierunku prostopadłym do kierunku prędkości ciała, poruszającego się względem eteru, nie następuje jego skrócenie ani wydłużenie.
- VII. Pomiędzy układami inercjalnymi istnieje symetria o następującej postaci (gdy układy inercjalne U_1 oraz U_2 poruszają się względem uniwersalnego układu odniesienia wzdłuż swoich osi x_1 oraz x_2 , które są do siebie równoległe)

$$\left. \frac{dx_1}{dt_2} \right|_{dx_2=0} = - \left. \frac{dx_2}{dt_1} \right|_{dx_1=0} \quad (1)$$

Założenie VII oznacza, że w transformacji współrzędnej położenia moduł współczynnika przy t jest taki sam w transformacji pierwotnej i transformacji odwrotnej (współczynnik b w transformacjach (15)). Jest to założenie techniczne przyjęte po to, aby uprościć rozważania. Z artykułów [22]-[24] wiadomo, że istnieje nieskończenie wiele różnych transformacji z uniwersalnym układem odniesienia, opisujących różne właściwości fizyczne. Dzięki założeniu VII ograniczamy się tylko do jednej z tych transformacji, tej bez skrócenia poprzecznego. Wynika z tego, że wyprowadzenie przedstawione w tym artykule można uogólnić, jeżeli zrezygnuje się z założenia VII. Wtedy powinno być możliwe wyprowadzenie wszystkich pozostałych transformacji dla teorii z uniwersalnym układem odniesienia. Jest to temat do dalszych teoretycznych badań.

Przedstawione w tym artykule wyprowadzenie transformacji różni się od wyprowadzenia transformacji Lorentza, na której opiera się STW. W STW, przy wyprowadzeniu transformacji Lorentza zakłada się, że każda transformacja czasu i współrzędnych położenia ma współczynniki o dokładnie takich samych wartościach liczbowych jak transformacja odwrotna (z dokładnością do znaku wynikającego z kierunku prędkości pomiędzy układami). Takie założenie wynika z przekonania, że wszystkie układy inercjalne są równoważne (czyli eksperymentalnie nierozróżnialne). W przedstawionym w tym artykule wyprowadzeniu nie przyjmujemy założenia o równoważności układów inercjalnych, tylko założenie V, z którego wynikają wartości dwóch współczynników w transformacji odwrotnej. Aby uprościć wyprowadzenie przyjmujemy dodatkowo założenie VII na temat wartości kolejnego, trzeciego współczynnika w transformacji odwrotnej.

Przyjęte w tym artykule założenia na temat prędkości światła są słabsze od tych przyjętych w STW. W STW zakłada się, że jednokierunkowa prędkość światła jest absolutnie stała, pomimo tego, że nie dowiódł tego żaden eksperyment. W tym artykule przyjęte zostało założenie wynikające z eksperymentów, czyli, że stała jest średnia prędkość światła na drodze do zwierciadła oraz z powrotem (założenie II oraz III). W przedstawionych rozważaniach prędkość światła jest z założenia stała jedynie w jednym wyróżnionym układzie odniesienia - eterze (założenie I).

Założenia IV oraz VI są identyczne jak te, na których opiera się STW.

W pracach [17]-[22] została wyprowadzona identyczna transformacja jak (83)-(84), ale w inny sposób, metodą geometryczną.

3. Wyprowadzenie transformacji pomiędzy układami inercjalnymi

Celem niniejszego punktu jest wyznaczenie transformacji położenia i czasu pomiędzy inercjalnymi układami U_1 oraz U_2 , rysunek 1. Układy poruszają się względem siebie równolegle do osi x . Układ U_1 porusza się względem układu U_2 z prędkością $v_{1/2}$. Układ U_2 porusza się względem układu U_1 z prędkością $v_{2/1}$ ($v_{1/2} \cdot v_{2/1} \leq 0$).

Uogólnienie transformacji polega na dopuszczeniu możliwości, że moduły wartości prędkości $v_{1/2}$ oraz $v_{2/1}$ mogą być różne.

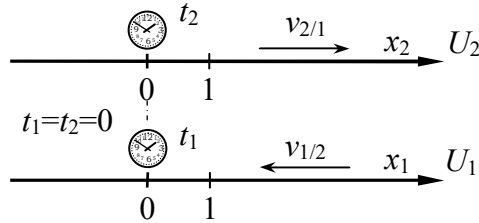
W rozważanych układach inercjalnych zegary są zsynchronizowane. Na razie ustalamy tylko, że w chwili, gdy początki układów pokrywają się (współrzędna $x_1 = 0$ z układu U_1 znajduje się obok współrzędnej $x_2 = 0$ z układu U_2), wtedy zegary znajdujące się przy tych współrzędnych są zerowane. Dzięki takiemu ustaleniu w transformacjach (2) oraz (3) nie występują wyrazy wolne.

Przyjęcie założenia IV gwarantuje, że I zasada Dynamiki Newtona obowiązuje w każdym inercjalnym układzie odniesienia, czyli jeśli jakieś ciało porusza się ruchem jednostajnym w jednym inercjalnym układzie odniesienia, to jego ruch obserwowany z innego inercjalnego

układu odniesienia także będzie jednostajny. Czyli transformacja czasu i współrzędnych położenia pomiędzy układami inercjalnymi U_1 oraz U_2 ma postać

$$\begin{aligned}x_1 &= a \cdot x_2 + b' \cdot t_2 \\t_1 &= e' \cdot x_2 + f \cdot t_2\end{aligned}\quad (2)$$

Współczynnik $f > 0$, ponieważ zakładamy, że czas nie może płynąć wstecz w żadnym z układów.



Rys. 1. Dwa układy inercjalne U_1 oraz U_2 poruszają się względem siebie z prędkościami względnymi $v_{1/2}$ oraz $v_{2/1}$.

Zapiszemy teraz transformację odwrotną. W tym celu opieramy się na założeniu V. Jeśli w układzie U_2 czas biegnie szybciej, to w U_1 wolniej. Stąd w transformacji odwrotnej współczynnik f trzeba zastąpić przez $1/f$. Podobnie, jeśli w jednym układzie następuje skrócenie długości, to w drugim następuje jej wydłużenie. Stąd w transformacji odwrotnej współczynnik a trzeba zastąpić przez $1/a$. Ten sposób ustalenia wartości dwóch współczynników w transformacji odwrotnej na $1/f$ oraz $1/a$ wynika z założenia V i nazywamy go naturalnym sposobem ustalenie współczynników w transformacji odwrotnej.

Dla współczynnika e' nie ma żadnych założeń, dlatego w transformacji odwrotnej przyjęto dowolny współczynnik e'' .

Transformacja odwrotna ma postać

$$\begin{aligned}x_2 &= \frac{1}{a}x_1 - b'' \cdot t_1 \\t_2 &= -e'' \cdot x_1 + \frac{1}{f}t_1\end{aligned}\quad (3)$$

Jeśli prędkość układu U_2 względem U_1 jest dodatnia, to prędkość układu U_1 względem U_2 jest ujemna. Stąd współczynniki b' oraz $-b''$ są przeciwnych znaków. Założenie VII dotyczy wartości tych współczynników. Różniczki występujące w tym założeniu można obliczyć z (2) oraz (3). Mają one postać

$$dx_1 = a dx_2 + b' dt_2 \Rightarrow \frac{dx_1}{dt_2} = a \frac{dx_2}{dt_2} + b' \quad (4)$$

$$dx_2 = \frac{1}{a} dx_1 - b'' dt_1 \Rightarrow \frac{dx_2}{dt_1} = \frac{1}{a} \frac{dx_1}{dt_1} - b'' \quad (5)$$

czyli

$$\frac{dx_2}{dt_2} = 0 \Rightarrow b' = \frac{dx_1}{dt_2} \quad (6)$$

$$\frac{dx_1}{dt_1} = 0 \Rightarrow b'' = -\frac{dx_2}{dt_1} \quad (7)$$

Ze względu na założenie VII otrzymujemy, że

$$b' = b'' = b \quad (8)$$

Podstawiając t_2, x_2 z transformacji odwrotnej (3) do transformacji (2) otrzymamy

$$\begin{aligned} x_1 &= a \left(\frac{1}{a} x_1 - b t_1 \right) + b \left(-e'' x_1 + \frac{1}{f} t_1 \right) = x_1 (1 - b e'') + t_1 \left(-ab + \frac{b}{f} \right) \\ t_1 &= e' \left(\frac{1}{a} x_1 - b t_1 \right) + f \left(-e'' x_1 + \frac{1}{f} t_1 \right) = t_1 (-e' b + 1) + x_1 \left(\frac{e'}{a} - f e'' \right) \end{aligned} \quad (9)$$

Ponieważ wzory (9) powinny być prawdziwe dla wszystkich t_1, x_1 , więc muszą być spełnione równania

$$1 - b e'' = 1 \quad (10)$$

$$\frac{b}{f} = ab \quad (11)$$

$$1 - e' b = 1 \quad (12)$$

$$\frac{e'}{a} = f e'' \quad (13)$$

Ponieważ z założenia układy poruszają się względem siebie, dlatego $b \neq 0$. Na tej podstawie z (10) wynika, że $e'' = 0$. Analogicznie z (13) wynika, że $e' = 0$. Z (11) wynika

$$a = \frac{1}{f} \quad (14)$$

Szukane transformacje można zapisać w postaci

$$\begin{cases} x_1 = \frac{1}{f} x_2 + b t_2 \\ t_1 = f t_2 \end{cases} \quad \begin{cases} x_2 = f x_1 - b t_1 \\ t_2 = \frac{1}{f} t_1 \end{cases} \quad (15)$$

Wyznamy różniczki z tych transformacji

$$\begin{cases} dx_1 = \frac{1}{f} dx_2 + b dt_2 \\ dt_1 = f dt_2 \end{cases} \quad \begin{cases} dx_2 = f dx_1 - b dt_1 \\ dt_2 = \frac{1}{f} dt_1 \end{cases} \quad (16)$$

Na podstawie tych różniczek można wyznaczyć prędkości względne układów U_1 oraz U_2 . Jeżeli rozważymy dowolny punkt o stałym położeniu w układzie U_2 , wtedy z pierwszej transformacji (16) otrzymujemy prędkość $v_{2/1}$ układu U_2 względem układu U_1

$$\frac{dx_2}{dt_2} = 0 \Rightarrow v_{2/1} = \frac{dx_1}{dt_1} = \frac{\frac{1}{f} dx_2 + b dt_2}{f dt_2} = \frac{1}{f^2} \frac{dx_2}{dt_2} + \frac{b}{f} = \frac{b}{f} \quad (17)$$

Jeżeli rozważymy dowolny punkt o stałym położeniu w układzie U_1 , wtedy z drugiej transformacji (16) otrzymujemy prędkość $v_{1/2}$ układu U_1 względem układu U_2

$$\frac{dx_1}{dt_1} = 0 \Rightarrow v_{1/2} = \frac{dx_2}{dt_2} = \frac{f dx_1 - b dt_1}{\frac{1}{f} dt_1} = f^2 \frac{dx_1}{dt_1} - b f = -b f \quad (18)$$

Dzielimy stronami równanie (18) przez równanie (17) i otrzymamy

$$\frac{v_{1/2}}{v_{2/1}} = -f^2 \quad (19)$$

Z zależności (19) oraz na podstawie (17) oraz (18) można wyznaczyć nieznane współczynniki ($f > 0$)

$$f = \sqrt{-\frac{v_{1/2}}{v_{2/1}}} \quad (20)$$

$$b = -v_{1/2} / f = -v_{1/2} \sqrt{-\frac{v_{2/1}}{v_{1/2}}} \quad (21)$$

$$b = v_{2/1} \cdot f = v_{2/1} \sqrt{-\frac{v_{1/2}}{v_{2/1}}} \quad (22)$$

Ponieważ prędkości $v_{1/2}$ oraz $v_{2/1}$ mają różne znaki, dlatego można wykazać, że zależności (21) oraz (22) są równoważne (poniżej w oznaczeniu ‘ \pm ’, znak ‘+’ występuje wtedy, gdy $v_{1/2} < 0$, natomiast znak ‘-’ występuje wtedy, gdy $v_{1/2} > 0$)

$$\begin{aligned} b &= -v_{1/2} \sqrt{-\frac{v_{2/1}}{v_{1/2}}} = \pm \sqrt{v_{1/2}^2} \sqrt{-\frac{v_{2/1}}{v_{1/2}}} = \pm \sqrt{-v_{1/2}^2 \frac{v_{2/1}}{v_{1/2}}} = \\ &= \pm \sqrt{-v_{1/2} \cdot v_{2/1}} = \pm \sqrt{-\frac{v_{1/2}}{v_{2/1}} v_{2/1}^2} = \pm \sqrt{v_{2/1}^2} \sqrt{-\frac{v_{1/2}}{v_{2/1}}} = v_{2/1} \sqrt{-\frac{v_{1/2}}{v_{2/1}}} = b \end{aligned} \quad (23)$$

Jeżeli pomnożymy stronami (21) oraz (22) otrzymamy

$$b^2 = -v_{1/2} v_{2/1} \quad (24)$$

a stąd identycznie jak z (23) otrzymamy

$$b = +\sqrt{-v_{1/2} v_{2/1}} \quad \vee \quad b = -\sqrt{-v_{1/2} v_{2/1}} \quad (25)$$

Współczynnik b może mieć różny znak. Z (23) wynika, że współczynnik $b > 0$, gdy prędkość $v_{2/1} > 0$, natomiast $b < 0$, gdy prędkość $v_{2/1} < 0$.

Na podstawie (20), (21) oraz (22) transformacje (15) można wyrazić od prędkości względnych i zapisać w postaci

$$\begin{cases} t_1 = \sqrt{-\frac{v_{1/2}}{v_{2/1}}} \cdot t_2 \\ x_1 = v_{2/1} \sqrt{-\frac{v_{1/2}}{v_{2/1}}} \cdot t_2 + \sqrt{-\frac{v_{2/1}}{v_{1/2}}} \cdot x_2 \end{cases} \quad (26)$$

$$\begin{cases} t_2 = \sqrt{-\frac{v_{2/1}}{v_{1/2}}} \cdot t_1 \\ x_2 = v_{1/2} \sqrt{-\frac{v_{2/1}}{v_{1/2}}} \cdot t_1 + \sqrt{-\frac{v_{1/2}}{v_{2/1}}} \cdot x_1 \end{cases} \quad (27)$$

Uzyskaliśmy transformacje całkowicie symetryczne. Wystarczy w transformacji (26) zamienić indeksy 1 na 2 oraz 2 na 1, aby otrzymać transformację (27). Jest tak pomimo tego, że pozornie w wyprowadzeniu transformacji (wzory (2) oraz (3)) wprowadzona została niesymetria.

Do otrzymania transformacji (26)-(27) wystarczyły założenia IV, V oraz VII.

Transformacja (26)-(27) jest uogólnioną transformacją Galileusza, wyrażoną od prędkości względnych. Jeżeli dla układów U_2 oraz U_1 zachodzi $v_{2/1} \approx -v_{1/2}$, wówczas transformacje te sprowadzają się do transformacji Galileusza.

Z transformacji czasu (26)-(27) wynika, że jeżeli w jakimś układzie inercjalnym zegar wskazuje czas $t_2 = 0$, to w każdym układzie inercjalnym zegar znajdujący się obok tego zegara także wskazuje czas $t_1 = 0$. Czyli zegary w układach inercjalnych są synchronizowane metodą zewnętrzną, zaproponowaną w artykule [9]. Wynika z tego, że ta metoda synchronizacji zegarów jest konsekwencją założeń, na podstawie których została wyprowadzona transformacja (26)-(27) (założenia IV, V oraz VII).

Synchronizacja zegarów metodą zewnętrzną polega na ustawieniu wskazań wszystkich zegarów na podstawie wskazań zegarów jednego, wyróżnionego układu inercjalnego (niech to będzie układ U_1). Zegary w układzie U_2 są zerowane w chwili, gdy początki układów U_1 oraz U_2 pokrywają się. Jeżeli zegar układu U_1 wskazuje czas $t_1 = 0$, wtedy znajdujący się obok niego zegar układu U_2 także jest zerowany, czyli $t_2 = 0$. Taki sposób synchronizacji zegarów pozwala na zsynchronizowanie zegarów we wszystkich układach inercjalnych jeżeli tylko istnieje możliwość zsynchronizowania zegarów w jakimś pierwszym układzie inercjalnym. Na tym etapie nie rozstrzygamy w jaki sposób zostały zsynchronizowane zegary w układzie U_1 . Problem synchronizacji zegarów w tym pierwszym układzie zostanie rozwiązany w rozdziale 5.

4. Wprowadzenie uniwersalnego układu odniesienia

Do transformacji (26) oraz (27) wprowadzimy uniwersalny układ odniesienia (eter). Przez v_1, v_2 zostały oznaczone prędkości układu U_1 oraz U_2 względem uniwersalnego układu odniesienia (prędkości bezwzględne). Skoro istnieje uniwersalny układ odniesienia, to każdy ruch w przestrzeni może być opisany przy pomocy prędkości w stosunku do tego układu. Te prędkości będziemy nazywali bezwzględnymi. Dlatego też prędkości względne $v_{1/2}$ oraz $v_{2/1}$ zależą jednoznacznie od prędkości bezwzględnych v_1, v_2 . Przyjmujemy, że funkcja F wiąże ze sobą względne prędkości układów oraz ich prędkości bezwzględne w następujący sposób

$$\begin{cases} v_{1/2} = -v_{2/1} F(v_1, v_2) \\ v_{2/1} = -v_{1/2} F(v_2, v_1) \end{cases} \quad (28)$$

Z równań (28), po pomnożeniu ich stronami wynika, że funkcja F ma własność

$$F(v_1, v_2) = \frac{1}{F(v_2, v_1)} \quad (29)$$

Rozwiązaniami trywialnymi tego równania funkcyjnego są

$$F(v_1, v_2) = 1 \quad (30)$$

oraz

$$F(v_1, v_2) = -1 \quad (31)$$

Pierwsze z tych rozwiązań daje transformację Galileusza. Drugie prowadzi do sprzeczności. Rozwiązaniem nie trywialnym tego równania funkcyjnego jest funkcja F o postaci

$$F(v_1, v_2) = \frac{G(v_1, v_2)}{G(v_2, v_1)} = \frac{1}{\frac{G(v_2, v_1)}{G(v_1, v_2)}} = \frac{1}{F(v_2, v_1)} \quad (32)$$

Zakładamy, że dla naszych potrzeb wystarczająca jest funkcja F o zmiennych rozdzielonych, wówczas można ją zapisać za pomocą ilorazu pewnych funkcji M oraz N

$$F(v_1, v_2) = \frac{G'(v_1) \cdot G''(v_2)}{G'(v_2) \cdot G''(v_1)} = \frac{G'(v_1)/G''(v_1)}{G'(v_2)/G''(v_2)} = \frac{M(v_1)}{N(v_2)} = \frac{1}{\frac{M(v_2)}{N(v_1)}} = \frac{N(v_1)}{M(v_2)} \quad (33)$$

Z równania (33) wynika, że $M(v) = N(v)$. Można teraz zapisać

$$F(v_1, v_2) = \frac{M(v_1)}{M(v_2)} = \frac{M(0)}{M(v_2)} = \frac{\delta(v_1)}{\delta(v_2)} \quad (34)$$

Funkcja $\delta(v)$ jest na tym etapie nieznana. Na podstawie (34) wiadomo, że jest bezwymiarowa. Bez utraty ogólności można przyjąć, że jest funkcją dodatnią oraz w zerze przyjmuje wartość jeden, gdyż

$$\delta(0) = \frac{M(0)}{M(0)} = 1 \quad (35)$$

Na podstawie (28) oraz (34) otrzymamy

$$\frac{v_{2/1}}{v_{1/2}} = \frac{\delta(v_2)}{\delta(v_1)} \quad (36)$$

Na tej podstawie transformację (26)-(27) można zapisać w postaci wyrażonej od parametru $\delta(v)$

$$\begin{cases} t_1 = \sqrt{\frac{\delta(v_1)}{\delta(v_2)}} \cdot t_2 \\ x_1 = v_{2/1} \sqrt{\frac{\delta(v_1)}{\delta(v_2)}} \cdot t_2 + \sqrt{\frac{\delta(v_2)}{\delta(v_1)}} \cdot x_2 \end{cases} \quad (37)$$

$$\begin{cases} t_2 = \sqrt{\frac{\delta(v_2)}{\delta(v_1)}} \cdot t_1 \\ x_2 = v_{1/2} \sqrt{\frac{\delta(v_2)}{\delta(v_1)}} \cdot t_1 + \sqrt{\frac{\delta(v_1)}{\delta(v_2)}} \cdot x_1 \end{cases} \quad (38)$$

Ta postać transformacji wymagała przyjęcie jednego dodatkowego założenia w stosunku do założeń, na których opierają się transformacje (26) oraz (27). Jest to założenie o istnieniu uniwersalnego układu odniesienia.

Teraz możemy uzyskać ważną własność funkcji $\delta(v)$.

Jeżeli $v_1 = -v_2 = v$, wtedy dla obserwatora związanego z eterem pomiędzy układami U_1 oraz U_2 istnieje pełna symetria. Jeżeli przestrzeń ma być izotropowa, czyli wszystkie kierunki w eterze mają być równoważne, to musi zachodzić $v_{2/1} = -v_{1/2}$. Na podstawie (37) oraz (38) otrzymamy

$$x_1 = v_{2/1} \sqrt{\frac{\delta(v_1)}{\delta(v_2)}} \cdot \left(\sqrt{\frac{\delta(v_2)}{\delta(v_1)}} \cdot t_1 \right) + \sqrt{\frac{\delta(v_2)}{\delta(v_1)}} \cdot \left(-v_{2/1} \sqrt{\frac{\delta(v_2)}{\delta(v_1)}} \cdot t_1 + \sqrt{\frac{\delta(v_1)}{\delta(v_2)}} \cdot x_1 \right) \quad (39)$$

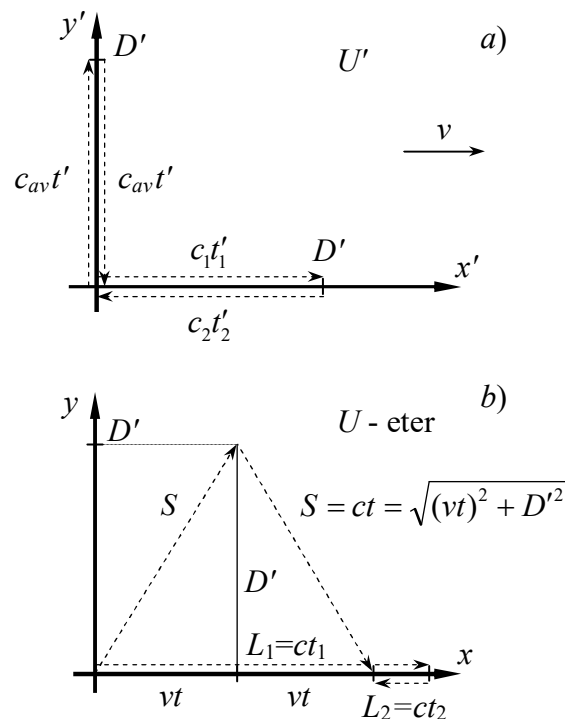
$$0 = v_{2/1} \cdot t_1 - v_{2/1} \frac{\delta(-v)}{\delta(v)} \cdot t_1 \quad (40)$$

Na tej podstawie otrzymamy kolejną, po (35), uniwersalną własność funkcji $\delta(v)$

$$\delta(v) = \delta(-v) \quad (41)$$

5. Wyznaczenie funkcji $\delta(v)$ na podstawie eksperymentu Michelsona-Morleya

W podrozdziale wyznaczono funkcję $\delta(v)$ zakładając, że w każdym układzie inercyjnym spełnione są zerowe wyniki eksperymentów Michelsona-Morleya i Kennedy'ego-Thorndike'a. Z eksperymentów tych wynika, że średnia prędkość światła c_{sr} , na drodze tam i z powrotem, jest stała w każdym inercyjnym układzie odniesienia U' (założenie II oraz III). Zakładamy, że w układzie U , to jest eterze, prędkość światła c jest stała w każdym kierunku (założenie I).



Rys. 2. Drogi przepływu światła w dwóch układach poruszających się względem siebie:

a) układ inercyjny U' przepływ równoległy do osi x' oraz y' ,

b) przepływ światła widziany z układu U (eter).

Z założenia II oraz III wynika, że średnia prędkość światła c_{sr} w inercyjnym układzie odniesienia jest taka sama jak prędkość światła c w eterze. Wystarczy zauważyć, że sygnał świetlny ma w układzie U' taką samą prędkość średnią c_{sr} także wtedy, gdy układ U' nie porusza się

względem układu U (czyli $v = 0$). Ponieważ wtedy prędkość c_{sr} jest dokładnie tym samym, co prędkość c , dlatego dla każdej prędkości v zachodzi $c_{sr} = c$.

Drogi przeływu światła zostały przedstawione na rysunku 2. Układ U spoczywa w eterze, natomiast układ U' porusza się względem eteru ze stałą prędkością v . Osie x oraz x' leżą na jednej prostej.

Odległość D' , która jest prostopadła do prędkości v , jest taka sama z punktu widzenia obydwu układów odniesienia (założenie VI). Dlatego na rysunku występuje ta sama długość D' w części a) oraz części b).

Ze względu na izotropowość przestrzeni jednokierunkowa prędkość światła poruszającego się wzdłuż osi y' ma w układzie U' wartość c . Wynika to z tego, że żaden z kierunków prostopadłych do prędkości v nie jest wyróżniony oraz średnia prędkość światła wynosi c . Dlatego dla układu U' możemy zapisać, że

$$c_{sr} = c = \frac{D'}{t'} = \frac{2D'}{2t'} = \frac{2D'}{t'_1 + t'_2} \quad (42)$$

Podobne zależności można zapisać dla układu U (eter)

$$c = \frac{2S}{2t} = \frac{2\sqrt{(vt)^2 + D'^2}}{2t} = \frac{L_1 + L_2}{t_1 + t_2} \quad (43)$$

Jeśli dla transformacji (37) przyjmie się następujące, nowe oznaczenia: $U_2 \equiv U'$ oraz $U_1 \equiv U$ (eter), wtedy zgodnie z (35)

$$\begin{aligned} v_1 &= 0 \\ v_{2/1} &= v_2 = v \\ \delta(v_1) &= \delta(0) = 1 \end{aligned} \quad (44)$$

Wówczas transformacja czasu (37) uzyska postać

$$t = \frac{1}{\sqrt{\delta(v)}} \cdot t' \quad (45)$$

Na podstawie równania (42) oraz równania (43) otrzymamy zależność

$$\frac{2D'}{2t'} = \frac{2\sqrt{(vt)^2 + D'^2}}{2t} \quad (46)$$

Po skróceniu przez 2 i zastosowaniu wyznaczonej transformacji czasu (45) otrzymamy

$$\frac{D'}{t'} = \frac{\sqrt{\left(v \frac{t'}{\sqrt{\delta(v)}}\right)^2 + D'^2}}{\frac{1}{\sqrt{\delta(v)}} \cdot t'} \quad (47)$$

czyli

$$D' \frac{1}{\sqrt{\delta(v)}} = \sqrt{v^2 \frac{t'^2}{\delta(v)} + D'^2} \quad (48)$$

$$D'^2 \frac{1}{\delta(v)} = \frac{v^2 t'^2}{\delta(v)} + D'^2 \quad (49)$$

$$D'^2 \left(\frac{1}{\delta(v)} - 1 \right) = \frac{v^2 t'^2}{\delta(v)} \quad (50)$$

$$\frac{1 - \delta(v)}{\delta(v)} = \frac{v^2}{\delta(v)} \left(\frac{t'}{D'} \right)^2 \quad (51)$$

$$1 - \delta(v) = v^2 \left(\frac{t'}{D'} \right)^2 \quad (52)$$

Na podstawie (42) otrzymamy

$$1 - \delta(v) = v^2 \left(\frac{1}{c} \right)^2 \quad (53)$$

Ostatecznie funkcja $\delta(v)$, dla której transformacja spełnia warunki eksperymentu Michelsona-Morleya przyjmuje postać

$$\delta(v) = 1 - (v/c)^2 = \frac{c^2 - v^2}{c^2} \quad (54)$$

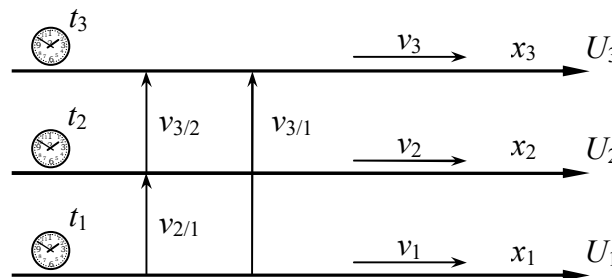
Transformacje (37) oraz (38) z funkcją (54) wymagały dodatkowo założeń I, II, III oraz VI.

Dzięki wprowadzeniu do teorii uniwersalnego układu odniesienia, w którym jednokierunkowa prędkość światła jest stała, możliwe jest rozstrzygnięcie problemu synchronizacji zegarów, o którym była mowa wcześniej. W uniwersalnym układzie odniesienia można zsynchronizować zegary przy pomocy światła (metodą wewnętrzną). Będzie to układ, do którego będą zsynchronizowane zegary we wszystkich układach inercjalnych (metodą zewnętrzną).

6. Sumowanie prędkości oraz prędkość względna

6.1. Wyprowadzenie na podstawie transformacji z funkcją $\delta(v)$

Rozważamy sytuację przedstawioną na rysunku 3. Wszystkie rozważane prędkości są do siebie równoległe.



Rys. 3. Układy inercjalne U_1, U_2, U_3 poruszające się względem eteru z prędkościami v_1, v_2, v_3 .

Na podstawie (37) i (38) transformacje z układu U_2 do układu U_3 oraz z układu U_1 do układu U_2 będą miały postać

$$\begin{cases} t_3 = \sqrt{\frac{\delta(v_3)}{\delta(v_2)}} \cdot t_2 \\ x_3 = v_{2/3} \sqrt{\frac{\delta(v_3)}{\delta(v_2)}} \cdot t_2 + \sqrt{\frac{\delta(v_2)}{\delta(v_3)}} \cdot x_2 \end{cases} \quad \begin{cases} t_2 = \sqrt{\frac{\delta(v_2)}{\delta(v_1)}} \cdot t_1 \\ x_2 = v_{1/2} \sqrt{\frac{\delta(v_2)}{\delta(v_1)}} \cdot t_1 + \sqrt{\frac{\delta(v_1)}{\delta(v_2)}} \cdot x_1 \end{cases} \quad (55)$$

Składając te transformacje przez wstawienie t_2 , x_2 z drugiej do pierwszej, uzyskamy transformację z układu U_1 do układu U_3

$$\begin{cases} t_3 = \sqrt{\frac{\delta(v_3)}{\delta(v_2)}} \sqrt{\frac{\delta(v_2)}{\delta(v_1)}} \cdot t_1 \\ x_3 = v_{2/3} \sqrt{\frac{\delta(v_3)}{\delta(v_2)}} \sqrt{\frac{\delta(v_2)}{\delta(v_1)}} \cdot t_1 + \sqrt{\frac{\delta(v_2)}{\delta(v_3)}} \cdot \left[v_{1/2} \sqrt{\frac{\delta(v_2)}{\delta(v_1)}} \cdot t_1 + \sqrt{\frac{\delta(v_1)}{\delta(v_2)}} \cdot x_1 \right] \end{cases} \quad (56)$$

Po skróceniu otrzymamy

$$\begin{cases} t_3 = \sqrt{\frac{\delta(v_3)}{\delta(v_1)}} \cdot t_1 \\ x_3 = \left[v_{2/3} \sqrt{\frac{\delta(v_3)}{\delta(v_1)}} + v_{1/2} \frac{\delta(v_2)}{\sqrt{\delta(v_1)\delta(v_3)}} \right] \cdot t_1 + \sqrt{\frac{\delta(v_1)}{\delta(v_3)}} \cdot x_1 \end{cases} \quad (57)$$

Transformację z układu U_1 do układu U_3 można uzyskać także bezpośrednio z (38)

$$\begin{cases} t_3 = \sqrt{\frac{\delta(v_3)}{\delta(v_1)}} \cdot t_1 \\ x_3 = v_{1/3} \sqrt{\frac{\delta(v_3)}{\delta(v_1)}} \cdot t_1 + \sqrt{\frac{\delta(v_1)}{\delta(v_3)}} \cdot x_1 \end{cases} \quad (58)$$

Złożenie transformacji przedstawione w (57) musi mieć taką samą postać jak transformacja (58). Stąd otrzymamy

$$v_{1/3} \sqrt{\frac{\delta(v_3)}{\delta(v_1)}} = v_{2/3} \sqrt{\frac{\delta(v_3)}{\delta(v_1)}} + v_{1/2} \frac{\delta(v_2)}{\sqrt{\delta(v_1)\delta(v_3)}} \quad (59)$$

Po skróceniu, równanie przyjmuje postać

$$v_{1/3} \delta(v_3) = v_{2/3} \delta(v_3) + v_{1/2} \delta(v_2) \quad (60)$$

Na tej podstawie otrzymujemy wzór na sumowanie równoległych prędkości względnych

$$v_{1/3} = v_{1/2} \frac{\delta(v_2)}{\delta(v_3)} + v_{2/3} \quad (61)$$

Analogiczne równanie jak (60) można zapisać pomiędzy innymi układami zmieniając w (60) indeksy. Dla trzech układów istnieje sześć takich równań. Np. po zamianie indeksów $2 \rightarrow 1$ oraz $1 \rightarrow 2$ otrzymamy

$$v_{2/3} \delta(v_3) = v_{1/3} \delta(v_3) + v_{2/1} \delta(v_1) \quad (62)$$

Jeśli przyjmiemy, że układ U_3 jest eterem (uniwersalnym układem odniesienia), wtedy prędkość $v_3 = 0$. Na tej podstawie mamy $v_{2/3} = v_2$, $v_{1/3} = v_1$ oraz $\delta(v_3) = \delta(0) = 1$. Z równań (60) oraz (62) uzyskamy równania

$$\begin{aligned}v_1 &= v_2 + v_{1/2} \cdot \delta(v_2) \\v_2 &= v_1 + v_{2/1} \cdot \delta(v_1)\end{aligned}\quad (63)$$

Po przekształceniu otrzymamy zależności

$$\begin{aligned}v_{2/1} &= (v_2 - v_1) / \delta(v_1) \\v_{1/2} &= (v_1 - v_2) / \delta(v_2)\end{aligned}\quad (64)$$

Po uwzględnieniu (54), wzory (63) na sumowanie prędkości równoległych przyjmują postać

$$\begin{aligned}v_1 &= v_2 + v_{1/2} \cdot (1 - (v_2/c)^2) \\v_2 &= v_1 + v_{2/1} \cdot (1 - (v_1/c)^2)\end{aligned}\quad (65)$$

Natomiast po uwzględnieniu (54), wzory (64) na prędkości względne przyjmują postać

$$\begin{aligned}v_{2/1} &= \frac{v_2 - v_1}{1 - (v_1/c)^2} \\v_{1/2} &= \frac{v_1 - v_2}{1 - (v_2/c)^2}\end{aligned}\quad (66)$$

6.2. Wyprowadzenie na podstawie transformacji z prędkościami względnymi

W analogiczny sposób można złożyć transformacje pomiędzy układami, wyrażone przy pomocy prędkości względnych (26) i (27). Transformacje z układu U_2 do układu U_1 oraz z układu U_3 do układu U_2 mają postać

$$\begin{cases} t_1 = \sqrt{-\frac{v_{1/2}}{v_{2/1}}} \cdot t_2 \\ x_1 = v_{2/1} \sqrt{-\frac{v_{1/2}}{v_{2/1}}} \cdot t_2 + \sqrt{-\frac{v_{2/1}}{v_{1/2}}} \cdot x_2 \end{cases} \quad \begin{cases} t_2 = \sqrt{-\frac{v_{2/3}}{v_{3/2}}} \cdot t_3 \\ x_2 = v_{3/2} \sqrt{-\frac{v_{2/3}}{v_{3/2}}} \cdot t_3 + \sqrt{-\frac{v_{3/2}}{v_{2/3}}} \cdot x_3 \end{cases} \quad (67)$$

Składając te transformacje przez wstawienie t_2 , x_2 z drugiej do pierwszej, uzyskamy transformację z układu U_3 do układu U_1

$$\begin{cases} t_1 = \sqrt{-\frac{v_{1/2}}{v_{2/1}}} \cdot \sqrt{-\frac{v_{2/3}}{v_{3/2}}} \cdot t_3 \\ x_1 = v_{2/1} \sqrt{-\frac{v_{1/2}}{v_{2/1}}} \cdot \sqrt{-\frac{v_{2/3}}{v_{3/2}}} \cdot t_3 + \sqrt{-\frac{v_{2/1}}{v_{1/2}}} \cdot \left[v_{3/2} \sqrt{-\frac{v_{2/3}}{v_{3/2}}} \cdot t_3 + \sqrt{-\frac{v_{3/2}}{v_{2/3}}} \cdot x_3 \right] \end{cases} \quad (68)$$

Na tej podstawie otrzymamy

$$\begin{cases} t_1 = \sqrt{-\frac{v_{1/2}}{v_{2/1}}} \cdot \sqrt{-\frac{v_{2/3}}{v_{3/2}}} \cdot t_3 \\ x_1 = \left[v_{3/2} \sqrt{-\frac{v_{2/1}}{v_{1/2}}} \cdot \sqrt{-\frac{v_{2/3}}{v_{3/2}}} + v_{2/1} \sqrt{-\frac{v_{1/2}}{v_{2/1}}} \cdot \sqrt{-\frac{v_{2/3}}{v_{3/2}}} \right] t_3 + \sqrt{-\frac{v_{2/1}}{v_{1/2}}} \sqrt{-\frac{v_{3/2}}{v_{2/3}}} x_3 \end{cases} \quad (69)$$

Transformację z układu U_3 do układu U_1 można zapisać także bezpośrednio z (37)

$$\begin{cases} t_1 = \sqrt{-\frac{v_{1/3}}{v_{3/1}}} \cdot t_3 \\ x_1 = v_{3/1} \sqrt{-\frac{v_{1/3}}{v_{3/1}}} \cdot t_3 + \sqrt{-\frac{v_{3/1}}{v_{1/3}}} \cdot x_3 \end{cases} \quad (70)$$

Złożenie transformacji przedstawione w (69) musi mieć taką samą postać jak transformacja (70). Stąd otrzymamy

$$\sqrt{-\frac{v_{1/3}}{v_{3/1}}} = \sqrt{-\frac{v_{1/2}}{v_{2/1}}} \cdot \sqrt{-\frac{v_{2/3}}{v_{3/2}}} \quad (71)$$

$$\sqrt{-\frac{v_{3/1}}{v_{1/3}}} = \sqrt{-\frac{v_{2/1}}{v_{1/2}}} \sqrt{-\frac{v_{3/2}}{v_{2/3}}} \quad (72)$$

$$v_{3/1} \sqrt{-\frac{v_{1/3}}{v_{3/1}}} = v_{3/2} \sqrt{-\frac{v_{2/1}}{v_{1/2}}} \cdot \sqrt{-\frac{v_{2/3}}{v_{3/2}}} + v_{2/1} \sqrt{-\frac{v_{1/2}}{v_{2/1}}} \cdot \sqrt{-\frac{v_{2/3}}{v_{3/2}}} \quad (73)$$

Z zależności (71) oraz (72) po podniesieniu ich stronami do kwadratu otrzymuje się identyczne równanie

$$-\frac{v_{1/2}}{v_{2/1}} \frac{v_{2/3}}{v_{3/2}} \frac{v_{3/1}}{v_{1/3}} = 1 \quad (74)$$

Z zależności (73) po przekształceniu otrzymamy

$$v_{3/1} = v_{3/2} \sqrt{-\frac{v_{2/1}}{v_{1/2}}} \sqrt{-\frac{v_{2/3}}{v_{3/2}}} \sqrt{-\frac{v_{3/1}}{v_{1/3}}} + v_{2/1} \sqrt{-\frac{v_{1/2}}{v_{2/1}}} \sqrt{-\frac{v_{2/3}}{v_{3/2}}} \sqrt{-\frac{v_{3/1}}{v_{1/3}}} \quad (75)$$

Z równania (74) wiadomo, że czynnik przy $v_{2/1}$ jest równy 1, stąd

$$v_{3/1} = v_{3/2} \sqrt{-\frac{v_{2/1}}{v_{1/2}}} \sqrt{-\frac{v_{2/3}}{v_{3/2}}} \sqrt{-\frac{v_{3/1}}{v_{1/3}}} + v_{2/1} \quad (76)$$

czyli

$$v_{3/1} = v_{3/2} \sqrt{-\frac{v_{1/2}}{v_{2/1}}} \sqrt{-\frac{v_{2/3}}{v_{3/2}}} \sqrt{-\frac{v_{3/1}}{v_{1/3}}} \cdot \left(-\frac{v_{2/1}}{v_{1/2}} \right) + v_{2/1} \quad (77)$$

Wykorzystując (74) otrzymamy wzór na sumowanie prędkości względnych ($v_{1/2} \cdot v_{2/1} \leq 0$)

$$v_{3/1} = -v_{3/2} \frac{v_{2/1}}{v_{1/2}} + v_{2/1} \quad (78)$$

Biorąc za podstawę (36) oraz (54) otrzymamy

$$-\frac{v_{2/1}}{v_{1/2}} = \frac{\delta(v_2)}{\delta(v_1)} = \frac{1 - (v_2/c)^2}{1 - (v_1/c)^2} = \frac{c^2 - v_2^2}{c^2 - v_1^2} \quad (79)$$

Teraz wzór (78) na sumowanie prędkości względnych ma postać

$$v_{3/1} = v_{3/2} \frac{1 - (v_2/c)^2}{1 - (v_1/c)^2} + v_{2/1} = v_{3/2} \frac{c^2 - v_2^2}{c^2 - v_1^2} + v_{2/1} \quad (80)$$

7. Transformacja wyrażona od prędkość bezwzględnych

Na podstawie (54) oraz (66) transformację (37)-(38) można wyrazić od prędkość bezwzględnych v_1 oraz v_2 . Traci się wtedy ogólną postać (26)-(27) oraz (37)-(38), ale otrzymujemy specjalną jej postać, która jest zgodna z eksperymentami, w których mierzono prędkość światła.

$$\begin{cases} t_1 = \sqrt{\frac{1 - (v_1/c)^2}{1 - (v_2/c)^2}} \cdot t_2 \\ x_1 = \frac{v_2 - v_1}{\sqrt{1 - (v_1/c)^2} \sqrt{1 - (v_2/c)^2}} \cdot t_2 + \sqrt{\frac{1 - (v_2/c)^2}{1 - (v_1/c)^2}} \cdot x_2 \end{cases} \quad (81)$$

$$\begin{cases} t_2 = \sqrt{\frac{1 - (v_2/c)^2}{1 - (v_1/c)^2}} \cdot t_1 \\ x_2 = \frac{v_1 - v_2}{\sqrt{1 - (v_1/c)^2} \sqrt{1 - (v_2/c)^2}} \cdot t_1 + \sqrt{\frac{1 - (v_1/c)^2}{1 - (v_2/c)^2}} \cdot x_1 \end{cases} \quad (82)$$

8. Transformacja pomiędzy eterem oraz układem inercjalnym

Przyjmujemy oznaczenia: $U_2 \equiv U'$ oraz $U_1 \equiv U$ (eter). Wtedy zachodzą zależności (44). Przyjmujemy także oznaczenia: $x = x_1$, $t = t_1$, $x' = x_2$ oraz $t' = t_2$. Przy takich oznaczeniach, na podstawie (81) oraz (82), otrzymujemy transformacje z układu inercjalnego U' do eteru U oraz z eteru U do układu inercjalnego U' w postaci

$$\begin{cases} t = \frac{1}{\sqrt{1 - (v/c)^2}} \cdot t' \\ x = \frac{v}{\sqrt{1 - (v/c)^2}} \cdot t' + \sqrt{1 - (v/c)^2} \cdot x' \end{cases} \quad (83)$$

$$\begin{cases} t' = \sqrt{1 - (v/c)^2} \cdot t \\ x' = \frac{-v}{\sqrt{1 - (v/c)^2}} \cdot t + \frac{1}{\sqrt{1 - (v/c)^2}} \cdot x \end{cases} \quad (84)$$

Transformacja ta jest identyczna jak transformacja wyprowadzona w pracach [17]-[22], w których wyprowadzono ją inną metodą na podstawie geometrycznej analizy eksperymentu Michelsona-Morleya i Kennedy'ego-Thorndike'a. W monografii [17] na podstawie tej transformacji wyprowadzono została nowa teoria kinematyki i dynamiki ciał nazwana Szczególną Teorią Eteru.

Transformacja (83)-(84) była także wyprowadzona, ale inną metodą, w artykułach [9] oraz [27]. W pracy [9] autor otrzymał tą transformację z transformacji Lorentza dzięki synchronizacji zegarów w inercjalnych układach metodą zewnętrzną. Transformacja uzyskana w pracy [9] jest inaczej zapisaną transformacją Lorentza po zmianie sposobu mierzenia czasu w inercjalnym

układzie odniesienia, dlatego autorzy przypisali jej własności transformacji Lorentza. Transformacja wyprowadzona w tym artykule ma inne fizyczne znaczenie niż transformacja Lorentza, ponieważ według przedstawionej tutaj teorii możliwe jest wyznaczenie prędkości względem uniwersalnego układu odniesienia przy pomocy lokalnego pomiaru. Czyli uniwersalny układ odniesienia jest realny, i nie jest dowolnie wybranym układem inercyjnym.

9. Prędkość światła w jednym kierunku

W pracach [17] oraz [22] na podstawie transformacji (83)-(84) został wyprowadzony wzór na jednokierunkową prędkość światła w próżni, jaką mierzy obserwator z inercyjnego układu odniesienia

$$c'_{\alpha'} = \frac{c^2}{c + v \cos \alpha'} \quad (85)$$

W pracy [17] wyprowadzony został wzór na jednokierunkową prędkość światła w ośrodku materialnym s , jaką mierzy obserwator z inercyjnego układu odniesienia

$$c'_{s\alpha'} = \frac{c^2 c_s}{c^2 + c_s v \cos \alpha'} \quad (86)$$

W tych dwóch zależnościach kąt α' jest, mierzonym przez obserwatora, kątem pomiędzy wektorem jego prędkości względem eteru oraz wektorem prędkości światła. Prędkość c_s jest prędkością światła w ośrodku materialnym nieruchomym względem eteru widzianą przez nieruchomego względem eteru obserwatora.

Pomimo tego, że prędkość światła wyrażona wzorem (86) zależy od kąta α' oraz prędkości v , to średnia prędkość światła na drodze do zwierciadła i z powrotem zawsze jest stała. Wystarczy sprawdzić, że dla prędkości światła wyrażonej wzorem (86), średnia prędkość na drodze L' do zwierciadła oraz z powrotem wynosi

$$c'_{sr} = \frac{2L'}{t'_{s\alpha'} + t'_{s(\pi+\alpha')}} = \frac{2L'}{\frac{L'}{\frac{c^2 c_s}{c^2 + c_s v \cos \alpha'}} + \frac{L'}{\frac{c^2 c_s}{c^2 + c_s v \cos(\pi + \alpha')}}} \quad (87)$$

$$c'_{sr} = \frac{2}{\frac{c^2 + c_s v \cos \alpha'}{c^2 c_s} + \frac{c^2 - c_s v \cos \alpha'}{c^2 c_s}} = \frac{2}{\frac{2c^2}{c^2 c_s}} = c_s \quad (88)$$

Z zależności (88) wynika, że c_s jest także prędkością średnią światła na drodze do zwierciadła oraz z powrotem w ośrodku materialnym nieruchomym względem obserwatora.

10. Podsumowanie

Wyznaczone transformacje (81)-(82) oraz (83)-(84) są zgodne z zerowym wynikiem doświadczenia Michelsona-Morleya oraz Kennedy'ego-Thorndike'a. Z powyższych transformacji wynika, iż pomiar prędkości światła w próżni, przy pomocy stosowanych dotychczas metod, zawsze będzie dawał średnią wartość równą c . Średnia prędkość światła jest stała i niezależna od prędkości inercyjnego układu odniesienia, w którym jest mierzona. Tak się dzieje pomimo tego, że dla ruchomego obserwatora prędkość światła ma różną wartość w różnych kierunkach. Z powodu tej własności prędkości światła eksperymenty Michelsona-Morleya oraz Kennedy'ego-Thorndike'a nie mogły wykryć eteru.

Z przeprowadzonej analizy wynika, że jest możliwe wyjaśnienie zerowego wyniku eksperymentu Michelsona-Morleya na bazie eteru. Nieprawdziwe jest twierdzenie, że eksperyment Michelsona-Morleya dowiódł, że jednokierunkowa prędkość światła jest bezwzględnie stała. Nieprawdziwe jest także twierdzenie, że eksperyment Michelsona-Morleya dowiódł, że nie ma eteru, w którym rozchodzi się światło.

Dopuszczenie, że prędkość światła może zależeć od kierunku jego emisji nie wyróżnia żadnego kierunku w przestrzeni. Chodzi bowiem o prędkość światła jaką mierzy ruchomy obserwator. To prędkość, z jaką obserwator porusza się względem uniwersalnego układu odniesienia (eteru) wyróżnia w przestrzeni charakterystyczny kierunek, ale tylko dla tego obserwatora. Dla obserwatora nieruchomego względem uniwersalnego układu odniesienia jednokierunkowa prędkość światła zawsze jest stała i nie zależy od kierunku jego emisji. Jeżeli obserwator porusza się względem uniwersalnego układu odniesienia, wtedy dla niego przestrzeń nie jest symetryczna. W jego przypadku będzie podobnie jak dla obserwatora płynącego po wodzie i mierzącego prędkość fali na wodzie. Pomimo tego, że fala rozchodzi się po wodzie ze stałą prędkością w każdym kierunku, dla płynącego obserwatora prędkość fali będzie różna w różnych kierunkach.

Obecnie uważa się, że STW jest jedyną teorią wyjaśniającą eksperymenty Michelsona-Morleya oraz Kennedy'ego-Thorndike'a. W tym artykule wykazane zostało, że możliwe są inne teorie zgodnie z tymi eksperymentami. W pracach [17] oraz [22] w oparciu o wyznaczoną tutaj transformację została wyprowadzona nowa teoria fizyczna kinematyki i dynamiki ciał, nazwana przez autorów Szczególną Teorią Eteru. W pracy [22] wykazane zostało, że istnieje nieskończenie wiele teorii z eterem, które prawidłowo tłumaczą zerowy wynik eksperymentów Michelsona-Morleya oraz Kennedy'ego-Thorndike'a. Możliwa jest nawet teoria z eterem, w której czas jest absolutny.

W pracach [17] oraz [25] pokazane zostało, że w ramach każdej takiej kinematyki można wyprowadzić nieskończenie wiele dynamik. Aby wyprowadzić dynamikę, konieczne jest przyjęcie dodatkowego założenia, które pozwala wprowadzić do teorii pojęcia: masy, energii kinetycznej oraz pędu.

Wszystkie eksperymenty przeprowadzone przez człowieka, były obserwowane w laboratoriach poruszających się z niedużymi prędkościami względem uniwersalnego układu odniesienia (około $0,0012 c$) [22]. Eksperymenty takie nie udzielają odpowiedzi na temat tego, jak wyglądają prawa przyrody dla obserwatorów znajdujących się w układach inercjalnych poruszających się z dużymi prędkościami względem uniwersalnego układu odniesienia. Nie wiadomo na przykład, jakie będą wyniki eksperymentów Michelsona-Morleya oraz Kennedy'ego-Thorndike'a w laboratoriach poruszających się względem uniwersalnego układu odniesienia z dużymi prędkościami. Dlatego w teoriach fizycznych dokonuje się ekstrapolacji wyników uzyskanych w układach odniesienia dostępnych dla obserwatora, na wszystkie inne inercjalne układy odniesienia. Ale przecież dopuszczalne są, jako prawidłowe modele rzeczywistych procesów, kinematyki oparte na transformacjach, które nie spełniają założeń II-III we wszystkich układach inercjalnych, a tylko w inercjalnych układach dostępnych dla eksperymentów. Takie kinematyki można tworzyć na podstawie wyprowadzonych w tym artykule transformacji (26)-(27) oraz (37)-(38). Na przykład jeżeli założenia II-III mają być spełnione w każdym układzie inercjalnym wtedy otrzymuje się transformację (81)-(82), którą można zapisać także w postaci (83)-(84).

W artykule [23] pokazane zostało, że transformacjom Lorentza należy przypisywać inną interpretację niż przyjęta w Szczególnej Teorii Względności. Wykazane zostało, że powszechnie dzisiaj obowiązująca interpretacja matematyki STW jest błędna, ponieważ jest to teoria z rozsynchronizowanymi zegarami, które powodują nierzeczywiste pomiary upływu czasu w układach inercjalnych ruchomych względem obserwatora. Nieprawidłowo skalibrowane zegary są przyczyną licznych paradoksów STW.

Problem, że wzorom matematycznym można przypisywać różne interpretacje fizyczne nie dotyczy tylko transformacji Lorentza. Np. w artykule [26] pokazane zostało, że fale grawitacyjną należy interpretować jako zwykłą modulację natężenia pola grawitacyjnego. Modulacja wynikająca z Ogólnej Teorii Względności jest własnością układu wirujących ciał, a nie własnością oddziaływania grawitacyjnego, jak się dzisiaj powszechnie uważa.

Na podstawie przedstawionej kinematyki (83)-(84) można w naturalny sposób wytłumaczyć dipolową anizotropię mikrofalowego promieniowania tła, która jest szczegółowo omówiona w artykule [16]. Pozwala to wyznaczyć prędkość z jaką Układ Słoneczny porusza się względem uniwersalnego układu odniesienia, czyli $369,3 \text{ km/s} = 0,0012 c$. Zostało to pokazane w pracach [18] oraz [22].

W Szczególnej Teorii Eteru mikrofalowe promieniowanie tła może być, np. elektromagnetycznym promieniowaniem termicznym hipotetycznego eteru (promieniowanie ciała doskonale czarnego). Jeżeli mikrofalowe promieniowanie tła jest promieniowaniem termicznym eteru, to powstaje one przez cały czas, w całej przestrzeni, także w naszym najbliższym otoczeniu. Dlatego w tym promieniowaniu bardzo słabo widać rozkład galaktyk. Czyli ono nie powstało w początkach istnienia wszechświata, jak się dzisiaj powszechnie uważa [21].

Przewidywania Szczególnej Teorii Eteru oraz Szczególnej Teorii Względności są bardzo podobne. Istnieją jednak różnice, które być może pozwolą na eksperymentalną falsyfikację tych teorii w przyszłości. W STW wszystkie układy inercjalne są równoważne, czyli nie istnieje uniwersalny układ odniesienia. Z tego powodu według STW nie jest możliwe zmierzenie prędkości bezwzględnej przy pomocy lokalnego pomiaru. Oznacza to, że dla każdego obserwatora przestrzeń jest całkowicie izotropowa (ma takie same własności w każdym kierunku). Natomiast według STE obserwator może przy pomocy lokalnego pomiaru wyznaczyć kierunek swojego ruchu względem eteru. Oznacza to, że dla obserwatorów ruchomych względem eteru przestrzeń nie jest izotropowa (ma różne własności w różnych kierunkach). Potwierdzenie tego przy pomocy eksperymentu nie jest łatwe, ze względu na małą prędkość, jaką posiada Układ Słoneczny względem eteru. Dla małej prędkości efekty nie-izotropowości przestrzeni są bardzo nieznaczące. To jest najważniejsza różnica pomiędzy Szczególną Teorią Eteru oraz Szczególną Teorią Względności [20].

W artykule [24] wykazano, że ponieważ w kinematykach Szczególnej Teorii Względności oraz Szczególnej Teorii Eteru używa się sygnału świetlnego do synchronizacji zegarów, dlatego automatycznie wprowadza się w tych teoriach jako wzorzec czasu zegar świetlny. Czyli STW oraz STE, są teoriami, w których czas jest mierzony zegarem świetlnym. Są to teorie opisujące praktyczne aspekty stosowania takich zegarów. Dlatego w tych teoriach występuje zjawisko dylatacji czasu, które jest naturalną własnością zegara świetlnego.

Eksperymenty Michelsona-Morleya oraz Kennedy'ego-Thorndike'a były wykonywane wielokrotnie przez różne zespoły. Każdy z tych eksperymentów potwierdził, co najwyżej, że stała jest średnia prędkość światła. Dlatego założenia, na których opiera się przedstawione wyprowadzenie są uzasadnione eksperymentalnie. Należy jednak pamiętać, że istnieją prace (np. [10], [12]), z których wynika, że eksperyment Michelsona-Morleya daje wynik nie zerowy, chociaż znacznie słabszy niż pierwotnie przewidywano na podstawie kinematyki Galileusza z eterem świetlnym.

W Szczególnej Teorii Względności oraz Szczególnej Teorii Eteru przyjmuje się, że prędkość światła w danym kierunku (poruszającego się po linii prostej w jedną stronę) jest stała, ponieważ nie ma eksperymentów, z których wynikałoby, że może być inaczej.

Istnieje wiele artykułów na temat mechaniki relatywistycznej z istotnymi wynikami teoretycznymi. W artykule [7] przedstawiona została oryginalna definicja przyspieszenia w Szczególnej Teorii Względności natomiast w artykule [8] rozwinięty został formalizm dotyczący trójwektorowej oraz czterowektorowej prędkości względnej. Artykuły [13] oraz [14] dotyczą ważnych spostrzeżeń na temat dylatacji czasu w relatywistyce, natomiast w artykule [15] zaprezentowano alternatywne idee dla relatywistyki. W licznych pracach dyskutowany jest zerowy

wynik eksperymentu Michelsona-Morleya, z którego wynika dylatacja czasu oraz skrócenie Lorentza-Fitzgeralda [1], [28]. Publikowane są też prace pokazujące paradoksy Szczególnej Teorii Względności dotyczące rotujących układy odniesienia [5]. W artykule [4] badane jest relatywistyczne dodawanie prędkości. Artykuł [3] przedstawia analizę różnych problemów związanych ze Szczególną Teorią Względności, natomiast artykuł [2] analizuje uogólniony efekt Sagnaca w układach inercjalnych oraz obrotowych.

Bibliografia

- [1] Akram Louiz, *The correct formulas of Michelson-Morley experiment*, Maghrebian Journal of Pure and Applied Science, Volume 6, No 2, 60-64, 2020, ISSN 2458-715X.
- [2] Choi Yang-Ho, *Theoretical analysis of generalized Sagnac effect in the standard synchronization*, Canadian Journal of Physics, 95 (8), 761-6, 2017.
- [3] Choi Yang-Ho, *Uniqueness of the isotropic frame and usefulness of the Lorentz transformation*, Journal of the Korean Physical Society, 72 (10), 1110-1120, 2018.
- [4] Choi Yang-Ho, *Multiple velocity composition in the standard synchronization*, Open Physics, Vol. 20 (1), 155-164, 2022, ISSN 2391-5471.
- [5] Javanshiry Mohammad, *The Mechanical Behavior of a Multispring System Revealing Absurdity in the Relativistic Force Transformation*, International Journal of Mathematics and Mathematical Sciences, Volume 2021, ID 2706705, 1-8, 2021, ISSN 0161-1712.
- [6] Kennedy Roy J., Thorndike Edward M., *Experimental Establishment of the Relativity of Time*, Physical Review, 42 (3), 400-418, 1932.
- [7] Koczan Grzegorz Marcin, *New definitions of 3D acceleration and inertial mass not violating $F=MA$ in the Special Relativity*, Results in Physics, Volume 24, 104121, 2021.
- [8] Koczan Grzegorz Marcin, *Relativistic Relative Velocities and Relativistic Acceleration*, Acta Physica Polonica A, No. 4, Vol. 139, 401-406, 2021.
- [9] Mansouri Reza, Sexl Roman U., *A Test Theory of Special Relativity: I. Simultaneity and Clock Synchronization*, General Relativity and Gravitation, Vol. 8, No. 7, 497-513, 1977.
- [10] Maurice Allais, *The Experiments of Dayton C. Miller (1925-1926) And the Theory of Relativity*, 21st century - Science & Technology, Spring, 26-32, 1998.
- [11] Michelson Albert A., Morley Edward W., *On the relative motion of the earth and the luminiferous ether*, Am. J. Sci. 34, 333-345, 1887.
- [12] Miller Dayton C., *The Ether-Drift Experiment and the Determination of the Absolute Motion of the Earth*, Reviews of Modern Physics, Vol. 5, 203-242, 1933.
- [13] Nawrot Witold, *The Hafele and Keating Paradox*, Physics Essays 17 (4), 518-520, 2004.
- [14] Nawrot Witold, *The Hafele-Keating paradox - Serious problems of the special theory of relativity?*, Physics Essays 27 (4), 598-600, 2014.
- [15] Nawrot Witold, *Alternative Idea of Relativity*, International Journal of Theoretical and Mathematical Physics 7 (5), 95-112, 2017.
- [16] Smoot George F., *Anizotropie kosmicznego mikrofalowego promieniowania tła: ich odkrycie i wykorzystanie* (w języku polskim). Postępy Fizyki, Tom 59, Zeszyt 2, 52-79, 2008, <http://pf.ptf.net.pl/PF-2008-2/docs/PF-2008-2.pdf>.
Smoot George F., *Nobel Lecture: Cosmic microwave background radiation anisotropies: Their discovery and utilization* (w języku angielskim). Reviews of Modern Physics, Vol. 79, 1349-1379, 2007, <https://journals.aps.org/rmp/abstract/10.1103/RevModPhys.79.1349>.

- Смут Джордж Ф., *Анизотропия реликтового излучения: открытие и научное значение* (w języku rosyjskim), Успехи Физических Наук, Том 177, № 12, 1294-1317, 2007, <https://ufn.ru/ru/articles/2007/12/d>.
- [17] Szostek Karol, Szostek Roman, *Szczególna Teoria Eteru* (w języku polskim), Wydawnictwo Amelia, Rzeszów 2015, ISBN 978-83-63359-77-5, www.ste.com.pl.
Szostek Karol, Szostek Roman, *Special Theory of Ether* (w języku angielskim), Publishing house AMELIA, Rzeszow 2015, ISBN 978-83-63359-81-2, www.ste.com.pl.
- [18] Szostek Karol, Szostek Roman, *The Explanation of the Michelson-Morley Experiment Results by Means Universal Frame of Reference* (w języku angielskim), Journal of Modern Physics, Vol. 8, No. 11, 1868-1883, 2017, ISSN 2153-1196, <https://doi.org/10.4236/jmp.2017.811110>.
Szostek Karol, Szostek Roman, *Wyjaśnienie wyników eksperymentu Michelsona-Morleya przy pomocy teorii z eterem* (w języku polskim), viXra 2017, www.vixra.org/abs/1704.0302.
Szostek Karol, Szostek Roman, *Объяснение результатов эксперимента Майкельсона-Морли при помощи универсальной системы отсчета* (w języku rosyjskim), viXra 2018, www.vixra.org/abs/1801.0170.
- [19] Szostek Karol, Szostek Roman, *Derivation of Transformation and One-Way Speed of Light in Kinematics of Special Theory of Ether* (w języku angielskim: *Wyprowadzenie transformacji oraz jednokierunkowej prędkości światła w kinematyce Szczególnej Teorii Eteru*), American Journal of Modern Physics, Volume 6, Issue 6, 140-147, 2017, ISSN 2326-8867.
- [20] Szostek Karol, Szostek Roman, *Kinematics in the Special Theory of Ether* (w języku angielskim), Moscow University Physics Bulletin, Vol. 73, № 4, 413-421, 2018, ISSN 0027-1349, <https://rdcu.be/bSJP3> (open access) lub <https://doi.org/10.3103/S0027134918040136>.
Szostek Karol, Szostek Roman, *Kinematyka w Szczególnej Teorii Eteru* (w języku polskim), viXra 2019, www.vixra.org/abs/1904.0195.
Szostek Karol, Szostek Roman, *Кинематика в Специальной Теории Эфира* (w języku rosyjskim), Вестник Московского Университета. Серия 3. Физика и Астрономия, № 4, 70-79, 2018, ISSN 0579-9392, <http://vmu.phys.msu.ru/abstract/2018/4/18-4-070>.
- [21] Szostek Karol, Szostek Roman, *The existence of a universal frame of reference, in which it propagates light, is still an unresolved problem of physics* (w języku angielskim), Jordan Journal of Physics, Vol. 15, № 5, 457-467, 2022, ISSN 1994-7607, <https://journals.yu.edu.eg/jjp/JJP/Issues/Vol15No5pdf2022/3.html>.
Szostek Karol, Szostek Roman, *Istnienie uniwersalnego układu odniesienia, w którym propaguje światło, jest ciągle nierozstrzygniętym problemem fizyki* (w języku polskim), viXra 2021, www.vixra.org/abs/2106.0152.
- [22] Szostek Karol, Szostek Roman, *The derivation of the general form of kinematics with the universal reference system* (w języku angielskim), Results in Physics, Volume 8, 429-437, 2018, ISSN 2211-3797, <https://doi.org/10.1016/j.rinp.2017.12.053>.
Szostek Karol, Szostek Roman, *Wyprowadzenie ogólnej postaci kinematyki z uniwersalnym układem odniesienia* (w języku polskim), viXra 2017, www.vixra.org/abs/1704.0104.
Szostek Karol, Szostek Roman, *Вывод общего вида кинематики с универсальной системой отсчета* (w języku rosyjskim), viXra 2018, www.vixra.org/abs/1806.0198.
- [23] Szostek Roman, *Derivation of all linear transformations that meet the results of Michelson-Morley's experiment and discussion of the relativity basics* (w języku angielskim), Moscow University Physics Bulletin, Vol. 75, № 6, 684-704, 2020, ISSN: 0027-1349, www.vixra.org/abs/1904.0339 (open access) lub <https://doi.org/10.3103/S0027134920060181>.

Szostek Roman, *Wyprowadzenie wszystkich transformacji liniowych spełniających wyniki eksperymentu Michelsona-Morleya oraz dyskusja o podstawach relatywistyki* (w języku polskim), viXra 2021, www.vixra.org/abs/2101.0037.

Szostek Roman, *Вывод всех линейных преобразований, удовлетворяющих эксперименту Майкельсона-Морли, и обсуждение основ релятивизма* (w języku rosyjskim), Вестник Московского Университета, Серия 3. Физика и Астрономия, № 6, 142-161, 2020, ISSN 0579-9392, <http://vnu.phys.msu.ru/abstract/2020/6/20-6-142>.

- [24] Szostek Roman, *Explanation of what time in kinematics is and dispelling myths allegedly stemming from the Special Theory of Relativity* (w języku angielskim), Applied Sciences, Vol. 12 (12), 6272, 2022, 01-19, ISSN 2076-3417, <https://www.mdpi.com/2076-3417/12/12/6272/htm>.

Szostek Roman, *Wyjaśnienie czym jest czas w kinematykach oraz obalenie mitów rzekomo wynikających ze Szczególnej Teorii Względności* (w języku polskim), viXra 2019, www.vixra.org/abs/1910.0339.

- [25] Szostek Roman, *Derivation method of numerous dynamics in the Special Theory of Relativity* (w języku angielskim), Open Physics, Vol. 17, 153-166, 2019, ISSN 2391-5471, <https://doi.org/10.1515/phys-2019-0016>.

Szostek Roman, *Metoda wyprowadzania licznych dynamik w Szczególnej Teorii Względności* (w języku polskim), viXra 2017, www.vixra.org/abs/1712.0387.

Szostek Roman, *Метод вывода многочисленных динамик в Специальной Теории Относительности* (w języku rosyjskim), viXra 2018, www.vixra.org/abs/1801.0169.

- [26] Szostek Roman, Góralski Paweł, Szostek Kamil, *Gravitational waves in Newton's gravitation and criticism of gravitational waves resulting from the General Theory of Relativity (LIGO)* (w języku angielskim), Bulletin of the Karaganda University. Physics series, No 4 (96), 39-56, 2019, ISSN 2518-7198, <https://physics-vestnik.ksu.kz/apart/2019-96-4/5.pdf>.

Szostek Roman, Góralski Paweł, Szostek Kamil, *Fale grawitacyjne w grawitacji Newtona oraz krytyka fałszywych grawitacyjnych wyników z Ogólnej Teorii Względności (LIGO)* (w języku polskim), viXra 2018, www.vixra.org/abs/1802.0012.

- [27] Tangherlini Frank R., *The Velocity of Light in Uniformly Moving Frame*, The Abraham Zelmanov Journal, Vol. 2, 2009, ISSN 1654-9163 (reprint: A Dissertation, Stanford University, 1958).

- [28] Yuan Tony, *Why the Michelson-Morley Experiment Cannot Observe the Movement of Interference Fringe*, Open Access Library Journal, Volume 8, No 11, e8011, 1-9, 2021, ISSN 2333-9705.

The original method of deriving transformations for kinematics with a universal reference system

Roman Szostek

*Rzeszów University of Technology, Department of Quantitative Methods, Rzeszów, Poland
rszostek@prz.edu.pl*

Abstract:

The article presents the original derivation method of transformations for kinematics with a universal reference system. This method allows to derive transformations that meet the results of the Michelson-Morley and Kennedy-Thorndike experiments only in some frame of reference, e.g. in laboratories moving in relation to a universal frame of reference with small speeds.

The obtained transformations are the basis for the derivation of the new physical theory, which has been called the Special Theory of Ether (STE).

Based on conclusions of the Michelson-Morley's and Kennedy-Thorndike's experiments, the parameter $\delta(v)$ was determined. The generalized transformations can be expressed by relative speeds (26)-(27) or by the parameter $\delta(v)$ (37)-(38). This allows the transformations to take a special form (81)-(82). These transformations are consistent with experiments in which speed of light is measured.

On the basis of obtained transformations, the formulas for summing speed and relative speed were also determined.

The entire article includes only original research conducted by its author.

Keywords: kinematics, universal frame of reference, one-way speed of light, summing speed, relative speed, coordinate and time transformation