

# 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 Michelson'a-Morley'a oraz Kennedy'ego-Thorndike'a tylko w niektórych układach odniesienia, np. w laboratoriach poruszających się względem uniwersalnego układu odniesienia z niedużymi prędkościami.

Te uogólnione transformacje zostały nazwana uogólnionymi transformacjami Galileusza. Uzyskane transformacje są podstawą wyprowadzenia nowej teorii fizycznej, która została nazwana Szczególną Teorią Eteru.

Uogólnione transformacje Galileusza można wyrazić od prędkości względnych (26)-(27) lub od parametru  $\delta(v)$  (37)-(38). Na podstawie wniosków wynikających z eksperymentu Michelson'a-Morley'a oraz Kennedy'ego-Thorndike'a wyznaczony został parametr  $\delta(v)$ . Dzięki temu transformacje przyjmują szczególną postać (81)-(82), która jest zgodna 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, transformacja czasu i położenia, prędkość światła w jedną stronę, sumowanie prędkości, prędkość względna

PACS: 02.90.+p , 03.30.+p

## 1. Wprowadzenie

W artykule zaprezentowano wyjaśnienie wyników eksperymentów Michelson'a-Morley'a [3] oraz Kennedy'ego-Thorndike'a [1], przy założeniu, że istnieje uniwersalny układ odniesienia (eter), w którym prędkość światła ma stałą wartość. W poruszających się w eterze inercjalnych układach odniesienia, prędkość światła może być inna. W ten sposób wykazane zostało, że nieprawdą jest, że z eksperymentów Michelson'a-Morley'a oraz Kennedy'ego-Thorndike'a wynika, że nie istnieje uniwersalny układ odniesienia, w którym propaguje światło oraz, że prędkość światła w próżni jest stała.

Transformacje STE można wyprowadzić różnymi metodami. Wyprowadzenie przedstawione, w tym artykule jest inne niż pokazane w artykułach [9] oraz [11]. 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 Michelson'a-Morley'a 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 nie ma ścisłego uzasadnienia eksperymentalnego. W pracach [6]-[8] wykazane zostało, że eksperymenty Michelson'a-Morley'a oraz Kennedy'ego-Thorndike'a można wyjaśnić przy pomocy teorii z uniwersalnym układem odniesienia. W pracy [9] 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.

## 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 Michelson'a-Morley'a.
- 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. W kierunku prostopadłym do kierunku prędkości ciała, poruszającego się względem eteru, nie następuje jego skrócenie ani wydłużenie.
- V. Transformacja «układ inercjalny - układ inercjalny» jest liniowa.
- VI. 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)

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

Założenie VI oznacza, że w transformacji współrzędnej położenia moduł współczynnika przy  $t$  jest taki sam w transformacji pierwotnej i transformacji odwrotnej (współczynnik  $e$  w transformacjach (15)).

Przedstawione w tym artykule wyprowadzenie transformacji różni się od wyprowadzenia transformacji Lorentza metodą geometryczną, 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. W przedstawionym w tym artykule wyprowadzeniu nie zakładamy jaką postać ma cała transformacja odwrotna. Zakładamy jedynie jaką postać ma jeden współczynnik transformacji odwrotnej (założenie VI).

Przyjęte w tym artykule założenia na temat prędkości światła także są słabsze od tych przyjętych w STW. W STW zakłada się, że prędkość światła jest absolutnie stała, pomimo tego, że

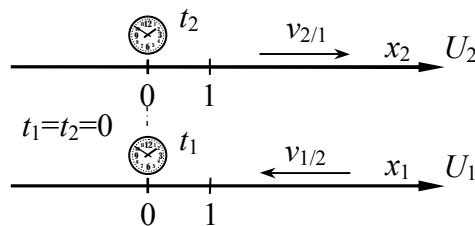
nie dowiódł tego żaden eksperyment. W tym artykule przyjęte zostało założenie wynikające z eksperymentów, czyli, że stała jest średnia prędkość światła na drodze do zwierciadła oraz z powrotem (założenie II oraz III). W przedstawionych rozważaniach prędkość światła jest z założenia stała jedynie w jednym wyróżnionym układzie odniesienia - eterze (założenie I).

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

W pracach [6]-[9] została wyprowadzona identyczna transformacja jak (83)-(84), ale w inny sposób, metodą geometryczną.

### 3. Wyprowadzenie transformacji pomiędzy układami inercyjnymi

Celem niniejszego punktu jest wyznaczenie transformacji położenia i czasu pomiędzy inercyjnymi układami  $U_1$  oraz  $U_2$ , rysunek 1. Układy poruszają się względem siebie równoległe 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  $v_{2/1}$  ( $v_{1/2} \cdot v_{2/1} \leq 0$ ).



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

Uogólnienie transformacji Galileusza 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 V 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 inercyjnymi  $U_1$  oraz  $U_2$  ma postać

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

Współczynnik  $a > 0$ , gdyż w żadnym z układów czas nie może upływać wstecz.

Zapiszemy teraz transformację odwrotną. Jeśli w układzie  $U_2$  czas biegnie szybciej, to w  $U_1$  wolniej. Stąd w transformacji odwrotnej współczynnik  $a$  trzeba zastąpić przez  $1/a$ . Podobnie, jeśli w jednym układzie następuje skrócenie długości, to w drugim następuje jej wydłużenie. Stąd w transformacji odwrotnej współczynnik  $g$  trzeba zastąpić przez  $1/g$ . Ten sposób ustalenia wartości dwóch współczynników w transformacji odwrotnej na  $1/a$  oraz  $1/g$  nazywamy naturalnym sposobem ustalenie współczynników w transformacji odwrotnej.

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

Transformacja odwrotna ma postać

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

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

$$dx_1 = e' \cdot dt_2 + g \cdot dx_2 \Rightarrow \frac{dx_1}{dt_2} = e' + g \frac{dx_2}{dt_2} \quad (4)$$

$$dx_2 = -e'' \cdot dt_1 + \frac{1}{g}dx_1 \Rightarrow \frac{dx_2}{dt_1} = -e'' + \frac{1}{g} \frac{dx_1}{dt_1} \quad (5)$$

czyli

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

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

Ze względu na założenie VI otrzymujemy, że

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

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

$$\begin{aligned} t_1 &= a\left(\frac{1}{a}t_1 - b''x_1\right) + b'(-et_1 + \frac{1}{g}x_1) = t_1(1 - b'e) + x_1\left(\frac{b'}{g} - ab''\right) \\ x_1 &= e\left(\frac{1}{a}t_1 - b''x_1\right) + g(-et_1 + \frac{1}{g}x_1) = t_1\left(\frac{e}{a} - eg\right) + x_1(1 - b''e) \end{aligned} \quad (9)$$

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

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

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

$$\frac{e}{a} = eg \quad (12)$$

$$1 - b''e = 1 \quad (13)$$

Ponieważ z założenia układy poruszają się względem siebie, dlatego  $e \neq 0$ . Na tej podstawie z (10) wynika, że  $b' = 0$ . Analogicznie z (13) wynika, że  $b'' = 0$ . Z (12) wynika

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

Szukane transformacje można zapisać w postaci

$$\begin{cases} t_1 = at_2 \\ x_1 = et_2 + \frac{1}{a}x_2 \end{cases} \quad \begin{cases} t_2 = \frac{1}{a}t_1 \\ x_2 = -et_1 + ax_1 \end{cases} \quad (15)$$

Wyznamy różniczkę z tych transformacji

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

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  $U_1$

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

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  $U_2$

$$\frac{dx_1}{dt_1} = 0 \Rightarrow v_{1/2} = \frac{dx_2}{dt_2} = \frac{-e \cdot dt_1 + a \cdot dx_1}{\frac{1}{a}dt_1} = -ea + a^2 \frac{dx_1}{dt_1} = -ea \quad (18)$$

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

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

Z zależności (19) oraz na podstawie (17) oraz (18) można wyznaczyć nieznanne współczynniki

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

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

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

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  $v_{1/2} > 0$ )

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

Jeżeli pomnożymy stronami (21) oraz (22) otrzymamy

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

a stąd identycznie jak z (23) otrzymamy

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

Współczynnik  $e$  może mieć różny znak. Z (23) wynika, że współczynnik  $e > 0$ , gdy prędkość  $v_{2/1} > 0$ , natomiast  $e < 0$ , 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) wystarczyło założenie V oraz VI, a także naturalny sposób ustalenia wartości współczynników w transformacji odwrotnej.

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 zsynchronizowane metodą zewnętrzną, zaproponowaną w artykule [2]. Wynika z tego, że ta metoda synchronizacji zegarów jest konsekwencją założeń, na podstawie których została wyprowadzona transformacja (26)-(27) (założenia V oraz VI) oraz naturalnego sposobu ustalania wartości współczynników w transformacji odwrotnej.

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 bezwzględnych w stosunku do tego układu. Dlatego też prędkości względne  $v_{1/2}$  oraz  $v_{2/1}$  zależą jednoznacznie od prędkości bezwzględnych  $v_1, v_2$ . Przyjmujemy, że funkcja  $F(\cdot, \cdot)$  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  $F(\cdot, \cdot)$  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 nietrywialnym tego równania funkcyjnego jest funkcja  $F(\cdot, \cdot)$  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  $F(\cdot, \cdot)$  o zmiennych rozdzielonych, wówczas można ją zapisać za pomocą ilorazu pewnych funkcji  $M(\cdot)$  oraz  $N(\cdot)$

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

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

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

Funkcja  $\delta(v)$  jest na tym etapie nieznaną. 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 Michelson'a-Morley'a

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

Z założenia II oraz III wynika, że średnia prędkość światła  $c_{sr}$  w inercjalnym 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 przepływu 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.

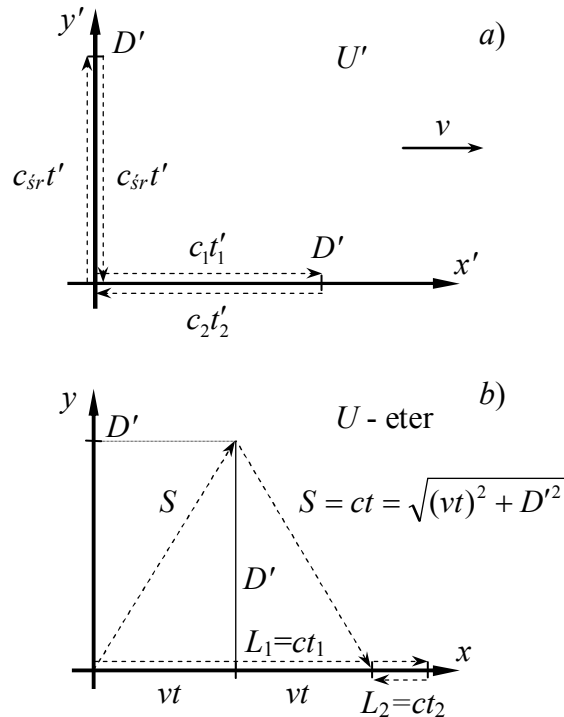
Odległość  $D'$ , która jest prostopadła do prędkości  $v$ , jest taka sama z punktu widzenia obydwu układów odniesienia (założenie IV). Dlatego na rysunku występuje ta sama długość  $D'$  w części a) oraz części b).

W układzie  $U'$  mierzona prędkość średnia jest stała w każdym kierunku, co można zapisać

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

Podobne zależności można zapisać dla układu  $U$  (eter)

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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 Michelson'a-Morley'a przyjmuje postać

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

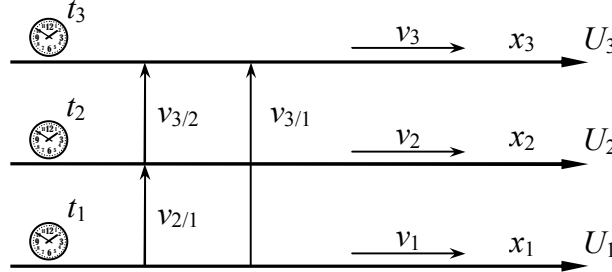
Transformacje (37) oraz (38) z funkcją (54) wymagały dodatkowo założeń I, II, III oraz IV.

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 skróceniach 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→1 oraz 1→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 inercyjnym

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 [6]-[9], w których wyprowadzono ją inną metodą na podstawie geometrycznej analizy eksperymentu Michelson'a-Morley'a i Kennedy'ego-Thorndike'a. W monografii [6] na podstawie tej transformacji wyprowadzona została nowa teoria kinematyki i dynamiki ciał nazwana Szczególną Teorią Eteru.

Transformacja (83)-(84) była także wyprowadzona, ale inną metodą, w artykułach [2] oraz [12]. W pracy [2] autor otrzymał tą transformację z transformacji Lorentza dzięki synchronizacji zegarów w inercjalnych układach metodą zewnętrzną. Transformacja uzyskana w pracy [2] 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 inercjalnym.

## 9. Prędkość światła w jednym kierunku

W pracach [6] oraz [9] na podstawie transformacji (83)-(84) został wyprowadzony wzór na jednokierunkową prędkość światła w próżni, jaką mierzy obserwator z inercjalnego układu odniesienia

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

W pracy [6] wyprowadzony został wzór na jednokierunkową prędkość światła w ośrodku materialnym  $s$ , jaką mierzy obserwator z inercjalnego układu odniesienia

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

W tych dwóch zależnościach kąt  $\alpha'$  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  $\alpha'$  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

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

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

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 doświadczeniem Michelson'a-Morley'a 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  $c$ . Tak się dzieje pomimo tego, że dla ruchomego obserwatora prędkość światła ma różną wartość w różnych kierunkach. Średnia prędkość światła jest zawsze stała i niezależna od prędkości inercjalnego układu odniesienia. Z powodu tej własności prędkości światła eksperymenty Michelson'a-Morley'a oraz Kennedy'ego-Thorndike'a nie mogły wykryć eteru.

Z przeprowadzonej analizy wynika, że jest możliwe wyjaśnienie wyników eksperymentu Michelson'a-Morley'a na bazie eteru. Nieprawdziwe jest twierdzenie, że eksperyment Michelson'a-Morley'a dowiódł, że prędkość światła jest bezwzględnie stała. Nieprawdziwe jest także twierdzenie, że eksperyment Michelson'a-Morley'a dowiódł, że nie ma eteru, w którym rozchodzi się światło i porusza ze stałą prędkością.

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 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 Michelson'a-Morley'a oraz Kennedy'ego-Thorndike'a. W tym artykule wykazane zostało, że możliwe są inne teorie zgodnie z tymi eksperymentami. W pracach [6] oraz [9] w oparciu o wyznaczoną tutaj transformację została wyprowadzona nowa teoria fizyczna kinematyki i dynamiki ciał, nazwana przez autorów Szczególną Teorią Eteru. W pracy [9] wykazane zostało, że istnieje nieskończenie wiele teorii z eterem, które prawidłowo tłumaczą eksperymenty Michelson'a-Morley'a oraz Kennedy'ego-Thorndike'a. Możliwa jest nawet teoria z eterem, w której czas jest absolutny.

Na podstawie przedstawionej kinematyki można w naturalny sposób wytłumaczyć anizotropię mikrofalowego promieniowania tła, która jest szczegółowo omówiona w artykule [5]. 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 [7] oraz [9].

Wszystkie eksperymenty przeprowadzone przez człowieka, były obserwowane w laboratoriach poruszających się z niewielkimi prędkościami względem uniwersalnego układu



odniesienia (około  $0,0012 c$ ). 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 Michelson'a-Morley'a 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 pracach [6] oraz [10] 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.

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 (czyli, gdy jest całkowicie odizolowany od otoczenia) 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 niezotropowości przestrzeni są bardzo nieznaczne. To jest najważniejsza różnica pomiędzy Szczególną Teorią Eteru oraz Szczególną Teorią Względności.

Eksperymenty Michelson'a-Morley'a oraz Kennedy'ego-Thorndike'a były wykonywane wielokrotnie przez różne zespoły. Wykonane zostały także zmodyfikowane i ulepszone wersje tego eksperymentu, jak eksperyment z kryształami szafiru z 2015 roku [4]. Każdy z tych eksperymentów potwierdził jedynie to, że stała jest średnia prędkość światła. Dlatego założenia, na których opiera się przedstawione wyprowadzenie są uzasadnione eksperymentalnie.

## Bibliografia

- [1] Kennedy Roy J., Thorndike Edward M., *Experimental Establishment of the Relativity of Time*, Physical Review, 42 (3), 400-418, 1932.
- [2] 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.
- [3] Michelson Albert A., Morley Edward W., *On the relative motion of the earth and the luminiferous ether*, Am. J. Sci. 34, 333-345, 1887.
- [4] Nagel Moritz, Parker Stephen R., Kovalchuk Evgeny V., Stanwix Paul L., Hartnett John G., Ivanov Eugene N., Peters Achim, Tobar Michael E., *Direct terrestrial test of Lorentz symmetry in electrodynamics to  $10^{-18}$* , Nature Communications 6, Article number: 8174, 2015.

- [5] Smoot George F., *Anizotropie kosmicznego mikrofalowego promieniowania tła: ich odkrycie i wykorzystanie* (w języku polskim). Postępy Fizyki, Tom 59, Zeszyt 2, 52-79, 2008.  
Smoot George F., *Nobel Lecture: Cosmic microwave background radiation anisotropies: Their discovery and utilization* (w języku angielskim). Reviews of Modern Physics, Volume 79, 1349-1379, 2007.  
Смут Джордж Ф., *Анизотропия реликтового излучения: открытие и научное значение* (w języku rosyjskim), Успехи Физических Наук, Том 177, № 12, 1294-1317, 2007.
- [6] Szostek Karol, Szostek Roman, *Szczególna Teoria Eteru* (w języku polskim), Wydawnictwo Amelia, Rzeszów 2015, ISBN 978-83-63359-77-5 ([www.ste.com.pl](http://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](http://www.ste.com.pl)).
- [7] 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, 2017, 1868-1883, 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](http://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](http://www.vixra.org/abs/1801.0170).
- [8] Szostek Karol, Szostek Roman, *Kinematics in Special Theory of Ether* (w języku angielskim), Moscow University Physics Bulletin, № 4, 2018, 413-421, ISSN: 0027-1349, <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](http://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, 2018, 70-79, ISSN 0579-9392.
- [9] 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, 2018, 429-437, 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](http://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](http://www.vixra.org/abs/1806.0198).
- [10] Szostek Roman, *Derivation method of numerous dynamics in the Special Theory of Relativity* (w języku angielskim), Open Physics, Vol. 17, 2019, 153-166, 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](http://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](http://www.vixra.org/abs/1801.0169).
- [11] Szostek Roman, *Wyprowadzenie wszystkich transformacji linowych spełniających wyniki eksperymentu Michelsona-Morleya oraz dyskusja o podstawach relatywistyki* (w języku polskim), viXra 2019, [www.vixra.org/abs/1902.0412](http://www.vixra.org/abs/1902.0412).

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), viXra 2019, [www.vixra.org/abs/1904.0339](http://www.vixra.org/abs/1904.0339).

- [12] 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).

## 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.

This generalized transformation has been called the generalized Galilean transformation. Obtained transformation is the basis for development of new physical theory, which was called the Special Theory of Ether.

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

On the basis of obtained transformation, 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, coordinate and time transformation, one-way speed of light, summing speed, relative speed