

Istnienie uniwersalnego układu odniesienia, w którym propaguje światło jest ciągle nierozstrzygniętym problemem fizyki

Karol Szostek¹, Roman Szostek²

¹*Politechnika Rzeszowska, Katedra Inżynierii Lotniczej i Kosmicznej, Rzeszów, Polska
kszostek@prz.edu.pl*

²*Politechnika Rzeszowska, Katedra Metod Ilościowych, Rzeszów, Polska
rszostek@prz.edu.pl*

Streszczenie:

W artykule pokazane zostało, że istnienie uniwersalnego układu odniesienia, w którym propaguje światło jest ciągle nierozstrzygniętym problemem fizyki. Z przeanalizowanych artykułów wynika, że odrzucenie idei eteru z powodu eksperymentów Michelson'a-Morley'a oraz Kennedy'ego-Thorndike'a było pochopne. Eksperymenty te można bowiem wyjaśnić przy pomocy teorii z uniwersalnym układem odniesienia, w którym propaguje światło. Teorie z uniwersalnym układem odniesienia uwiarygodnia także to, że nigdy nie zmierzono dokładnie jednokierunkowej prędkości światła oraz to, że istnieje dobrze udokumentowany efekt pokazujący anizotropię przestrzeni z perspektywy naszego układu odniesienia, jakim jest dipolowa anizotropia mikrofalowego promieniowania tła.

W artykule pokazane zostało, że zerowy wynik eksperymentów Michelson'a-Morley'a oraz Kennedy'ego-Thorndike'a nie determinuje symetrii Lorentza.

Słowa Kluczowe: transformacja Lorentza, transformacja czasu i współrzędnych położenia, uniwersalny układ odniesienia, anizotropia mikrofalowego promieniowania tła, jednokierunkowa prędkość światła

1. Wprowadzenie

W 1887 roku przeprowadzony został eksperyment Michelson'a-Morley'a [5], natomiast w 1932 roku przeprowadzona została jego udoskonalona wersja, czyli eksperyment Kennedy'ego-Thorndike'a [2]. W eksperymentach tych porównywane były z dużą dokładnością, czasy przepływu światła wzdłuż dwóch ramion interferometru. Celem przeprowadzenia tych eksperymentów, było wykrycie ruchu Ziemi względem hipotetycznego uniwersalnego układu odniesienia (universal

frame of reference - UFR, eter), w którym propaguje światło. Na podstawie kinematyki klasycznej opartej na transformacji Galileusza, która była wtedy jedyną dostępną teorią opisującą własności czasu i przestrzeni, przewidziane zostały wyniki tych eksperymentów. Z prostej analizy geometrycznej wynika, że czas przepływu światła wzdłuż ramienia interferometru (tam oraz z powrotem) musi zależeć od kąta pomiędzy ramieniem oraz kierunkiem jaki wyznacza prędkość Ziemi względem eteru [22], [23].

Wyniki tych eksperymentów nie wykazały takiej zależności, dlatego zostały odczytane jako dowód, na to, że uniwersalny układ odniesienia, w którym propaguje światło nie istnieje oraz, że jednokierunkowa prędkość światła w próżni (w jednorodnym polu grawitacyjnym) jest stała we wszystkich układach inercjalnych. Takie poglądy na temat interpretacji tych eksperymentów utrwały się w fizyce. Są one przekazywane w podręcznikach oraz wykładach z fizyki [22], [23].

Eksperymenty Michelson'a-Morley'a oraz Kennedy'ego-Thorndike'a wykazały, że średnia prędkość światła na drodze do zwierciadła i z powrotem jest taka sama w każdym kierunku oraz w każdym inercjalnym układzie odniesienia. Jest to sprzeczne z przewidywaniami kinematyki klasycznej z wyróżnionym układem odniesienia, w którym propaguje światło. Nie jest to jednak dowód, że uniwersalny układ odniesienia nie istnieje oraz, że jednokierunkowa prędkość światła w próżni jest stała we wszystkich układach inercjalnych. Eksperymenty te wykazały, że eter nie istnieje w takim sensie, w jakim opisywała go kinematyka klasyczna. Przecież przewidywania tych eksperymentów były obliczone na podstawie kinematyki klasycznej. To tym przewidywaniom te eksperymenty zaprzeczyły. Błąd w interpretacji tych eksperymentów polegał na tym, że te wnioski zostały uogólnione w taki sposób, że skoro eter nie może istnieć w takim sensie, w jakim opisywała go mechanika klasyczna, to eter nie może istnieć w żadnym innym sensie.

W tym artykule został przedstawiony przegląd publikacji, w których powrócono do idei UFR. W publikacjach tych wykazano, że eksperymenty Michelson'a-Morley'a i Kennedy'ego-Thorndike'a są od ponad 100 lat błędnie interpretowane, gdyż w rzeczywistości eksperymenty te nie wykazały, że eter nie istnieje. Eksperymenty te nie wykazały także, że jednokierunkowa prędkość światła w próżni jest stała. Eksperymenty Michelson'a-Morley'a i Kennedy'ego-Thorndike'a można wytłumaczyć przy pomocy teorii z uniwersalnym układem odniesienia [13], [14], [15]. Co więcej takich teorii jest nieskończenie wiele [16].

Badania te pokazują, że naruszenie transformacji Lorentza jest dopuszczalne według eksperymentów Michelson'a-Morley'a i Kennedy'ego-Thorndike'a.

2. Jednokierunkowa prędkość światła

W pracy [24] została wykonana analiza licznych eksperymentów, przy pomocy których mierzono prędkość światła. Z analizy tej wynika, że nigdy nie została zmierzona dokładna wartość jednokierunkowej prędkości światła. Problem pomiaru tej prędkości wynika z tego, że niewiadomo, w jaki sposób można zsynchronizować odległe zegary bez posługiwania się sygnałem elektromagnetycznym, którego prędkość ma być mierzona przy pomocy tych zegarów. W pomiarach jednokierunkowej prędkości światła nie można się także oprzeć na zegarach, które znajdowały się obok siebie w chwili synchronizacji, a potem zostały od siebie oddalone, ponieważ zegary się rozsynchronizują w czasie względnego ruchu. Z tych powodów we wszystkich dokładnych laboratoryjnych pomiarach prędkości światła mierzona była jedynie średnia prędkość światła pokonującego drogę po trajektorii zamkniętej. W takich eksperymentach światło zawsze wraca do punktu wyjścia. Tak samo jest w przypadku eksperymentów Michelson'a-Morley'a oraz Kennedy'ego-Thorndike'a.

Z pomiarów prędkości światła wynika, że średnia prędkość światła w próżni na drodze, tam i z powrotem jest zawsze stała. Z powodu lokalnego charakteru takich pomiarów, spowodowanego małymi wymiarami urządzeń pomiarowych, chodzi o prędkość światła w jednorodnym polu grawitacyjnym.

Pomimo tego, że nie ma dokładnego pomiaru jednokierunkowej prędkości światła, powszechnie utrwalili się poglądy, że stałość jednokierunkowej prędkości światła w próżni (w stałym polu grawitacyjnym) jest faktem eksperymentalnym.

3. Modyfikacje transformacji Lorentza

W 1905 roku została ogłoszona przez Alberta Einsteina Szczególna Teoria Względności [1]. Została ona powszechnie uznana teorią wyjaśniającą wyniki eksperymentów ze światłem. Szczególna Teoria Względności została wyprowadzona na trzech założeniach:

- A. Transformacja współrzędnych czasu i położenia «układ inercjalny - układ inercjalny» jest liniowa.
- B. Wszystkie układy inercjalne są równoważne.
Założenie to oznacza, że nie ma takiego zjawiska fizycznego, które wyróżnia jakiś układ inercjalny. Oznacza ono, że nie ma takiego zjawiska, do którego wyjaśnienia potrzebne jest pojęcie bezwzględnego spoczynku. Oznacza także, że nie ma takiego zjawiska fizycznego, które pozwala na wyróżnienie jakiegoś kierunku w przestrzeni, czyli dla każdego obserwatora przestrzeń jest izotropowa. Matematycznie z założenia tego wynika, 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).
- C. Prędkość światła c w próżni jest taka sama w każdym kierunku oraz we wszystkich układach inercjalnych.

Najważniejszą własnością Szczególnej Teorii Względności jest to, że przestrzeń jest izotropowa dla obserwatora z każdego układu inercjalnego. Według tej teorii nie ma eksperymentu, który wyróżnia jakiś kierunek w przestrzeni. Dlatego każdy eksperyment wyróżniający jakiś kierunek w przestrzeni będzie dowodem niepoprawności tej teorii.

Od tego czasu podejmowane były próby powrotu do idei eteru poprzez modyfikację transformacji Lorentza, na której opiera się Szczególna Teoria Względności. Takie podejście zostało przedstawione w artykułach [4], [9], [10], [11], [21].

W pracy [21] autor podał transformację z dowolnego inercjalnego układu odniesienia U' do układu U związanego z UFR w postaci

$$t = \frac{1}{\sqrt{1-(v/c)^2}} t' \quad (1)$$

$$x = \frac{1}{\sqrt{1-(v/c)^2}} vt' + \sqrt{1-(v/c)^2} \cdot x' \quad (2)$$

Prędkość v jest prędkością układu inercjalnego U' względem UFR. Transformacja odwrotna z układu U związanego z UFR, do dowolnego inercjalnego układu U' , ma postać

$$t' = \sqrt{1-(v/c)^2} \cdot t \quad (3)$$

$$x' = \frac{1}{\sqrt{1-(v/c)^2}} (-vt + x) \quad (4)$$

W artykule [4] autorzy przedstawili wyprowadzenie transformacji (3)-(4). Transformację tę otrzymali z transformacji Lorentza po zmianie sposobu synchronizacji zegarów w inercjalnych układach odniesienia.

Badania te rozwijał Selleri w artykułach [10] oraz [11]. W swojej pracy podał on wzór na jednokierunkową prędkość światła w próżni, wynikający z transformacji (3)-(4), który można zapisać w postaci

$$c'_{\alpha'} = \frac{c^2}{c + v \cos \alpha'} \quad (5)$$

Kąt α' jest, mierzonym przez obserwatora, kątem pomiędzy wektorem jego prędkości v względem UFR oraz wektorem prędkości światła c .

W artykułach [4], [10] oraz [11], a także w artykule [9], przedstawione zostały inne transformacje oraz dyskusje na ten temat.

Właściwie we wszystkich pracach na temat modyfikacji transformacji Lorantz'a, nowe transformacje były traktowane tylko jako inny matematyczny zapis Szczególnej Teorii Względności. Większość autorów nie wypowiadała się na ten temat, ale w pracy [4] zostało to napisane wprost: „*W tym przypadku dowolny układ odniesienia ... może być wybrany jako system eteru*” oraz „*W związku z tym na często dyskutowane pytanie dotyczące empirycznej równoważności szczególnej teorii względności i teorii eteru z uwzględnieniem dylatacji czasu oraz skrócenia długość, ale zachowującej absolutną jednoczesność można odpowiedzieć twierdząco*”.

4. Szczególna Teoria Eteru

4.1. Założenia Szczególnej Teorii Eteru

Odmienne podejście do wyprowadzenia kinematyki z uniwersalnym układem odniesienia zostało przedstawione w pracach [13]-[17]. W tym przypadku rozumowanie zostało oparte na analizie eksperymentów Michelson'a-Morley'a oraz Kennedy'ego-Thorndike'a przy innych założeniach niż założenia, na których została wyprowadzona Szczególna Teoria Względności. W ten sposób wyprowadzona została Szczególna Teoria Eteru. Eksperymenty Michelson'a-Morley'a oraz Kennedy'ego-Thorndike'a były analizowane w tych pracach przy następujących założeniach:

- I. Transformacja współrzędnych czasu i położenia «układ inercjalny - układ inercjalny» jest liniowa.
- II. Dla każdego obserwatora nieruchomego względem uniwersalnego układu odniesienia przestrzeń jest izotropowa, czyli ma te same własności w każdym kierunku.
- III. Istnieje przynajmniej jeden inercjalny układ odniesienia, w którym prędkość światła w próżni jest taka sama w każdym kierunku. Będziemy ten układ nazywali uniwersalnym układem odniesienia. Tą stałą jednokierunkową prędkość światła oznaczamy symbolem $c = constans$.
- IV. Średnia prędkość światła w próżni przepływającego drogę tam i z powrotem jest stała dla każdego obserwatora z inercjalnego układu odniesienia. Ta średnia prędkość nie zależy od prędkości obserwatora względem uniwersalnego układu odniesienia, ani od kierunku propagacji światła. Tą średnią prędkość także oznaczamy symbolem $c = constans$ (wynika to z eksperymentów Michelsona-Morleya oraz Kennedy'ego-Thorndike'a).

Zgodnie z tymi założeniami istnieje nieskończenie wiele Szczególnych Teorii Eteru o różnych własnościach fizycznych. Teorie te różnią się pomiędzy sobą między innymi tym, w jaki sposób ciała poruszające się względem uniwersalnego układu odniesienia ulegają skróceniom, albo wydłużeniom poprzecznym (czyli w kierunku prostopadłym do prędkości v , z jaką ciało porusza się względem uniwersalnego układu odniesienia). Jeżeli w układzie inercjalnym ciało ma szerokość D'_y , wtedy dla obserwatora nieruchomego względem uniwersalnego układu odniesienia jest $\psi(v)$ razy szersze, czyli ma szerokość

$$D_y = \psi(v)D'_y \quad (6)$$

4.2. Transformacje Szczególnej Teorii Eteru

W pracach [13], [14], [15] wyprowadzona została transformacja Szczególnej Teorii Eteru, w której nie występuje wydłużenie poprzeczne (czyli, gdy $\psi(v) = 1$). Transformacja ta jest identyczna jak transformacja Tangherlini'ego (1)-(4) przedstawiona w artykule [21].

Ze względu na założenie, że $\psi(v) = 1$ zachodzi także

$$y' = y \quad \text{oraz} \quad z' = z \quad (7)$$

W tym nowym podejściu nie modyfikowano transformacji Lorentza poprzez zmianę sposobu synchronizacji zegarów, tylko wyprowadzono transformację od podstaw dzięki analizie eksperymentów. Dzięki jawnym założeniom nowej teorii możliwe było uogólnienie transformacji (1)-(4) i wykazanie, że istnieje nieskończenie wiele teorii z uniwersalnym układem odniesienia, które są zgodne z eksperymentami Michelson'a-Morley'a oraz Kennedy'ego-Thorndike'a [16].

W artykule [16] wyprowadzona została ogólna postać transformacji, dla dowolnej funkcji $\psi(v)$. Transformacje czasu i współrzędnych położenia z dowolnego inercjalnego układu U' do układu U związanego z UFR mają postać

$$\begin{cases} t = \frac{\psi(v)}{\sqrt{1-(v/c)^2}} t' \\ x = \frac{\psi(v)}{\sqrt{1-(v/c)^2}} vt' + \psi(v)\sqrt{1-(v/c)^2} \cdot x' \\ y = \psi(v)y' \\ z = \psi(v)z' \end{cases} \quad (8)$$

Transformacje odwrotne, z układu U związanego z UFR do dowolnego inercjalnego układu U' mają postać

$$\begin{cases} t' = \frac{\sqrt{1-(v/c)^2}}{\psi(v)} t \\ x' = \frac{1}{\psi(v)\sqrt{1-(v/c)^2}} (-vt + x) \\ y' = \frac{y}{\psi(v)} \\ z' = \frac{z}{\psi(v)} \end{cases} \quad (9)$$

Aby funkcja $\psi(v)$ posiadała naturalną fizyczną interpretację powinna być ciągła oraz spełniać warunki

$$\psi(0) = 1 \quad (10)$$

$$\psi(v) \geq 0 \quad (11)$$

Jeżeli przestrzeń ma być izotropowa (dla obserwatora nieruchomego względem eteru), to dodatkowo musi zachodzić

$$\psi(v) = \psi(-v) \quad (12)$$

Każda z funkcji wydłużenia poprzecznego $\psi(v)$ definiuje inną teorię kinematyki. Wystarczy zauważyć, że na podstawie (8) lub (9) dylatacja czasu pomiędzy układem inercyjnym U' oraz układem U związanym z UFR zależy od funkcji wydłużenia poprzecznego $\psi(v)$, ponieważ wyraża się wzorem

$$dt' = \frac{\sqrt{1 - (v/c)^2}}{\psi(v)} dt \quad (13)$$

Dylatacja czasu zależy do funkcji $\psi(v)$, czyli jeżeli kinematyki różnią się funkcją $\psi(v)$, to występuje w nich inna dylatacja czasu. Dylatacja czasu jest efektem, który można mierzyć eksperymentalnie, dlatego jeżeli modele różnią się dylatacją czasu, to opisują inne kinematyki. Dodatkowo wynika z tego, że pomiar dylatacji czasu może być podstawą do falsyfikacji różnych teorii opisanych transformacjami (8)-(9).

W artykule [16] przedstawione zostały trzy szczególne przypadki transformacji (8). Jednym ze szczególnych przypadków tych transformacji jest transformacja Tangherlini'ego (1)-(4), którą otrzymuje się, gdy

$$\psi(v) = 1 \quad (14)$$

Wtedy transformacja (8) przyjmuje postać (1)-(2). Dla takiej transformacji otrzymuje się kinematykę oraz dynamiki ciał analizowane w pracy [13]. W tym przypadku Szczególnej Teorii Eteru nie występuje skrócenie ani wydłużenie poprzeczne. Szczególne Teoria Eteru bez skrócenia poprzecznego ma ścisły związek ze Szczególną Teorią Względności Einsteina, dlatego, że w obu tych teoriach nie występuje skrócenie ani wydłużenie poprzeczne.

Jeżeli przyjmie się, że

$$\psi(v) = \frac{1}{\sqrt{1 - (v/c)^2}} \geq 1 \quad (15)$$

wtedy transformacja (8) przyjmuje postać

$$\left\{ \begin{array}{l} t = \frac{1}{1 - (v/c)^2} t' \\ x = \frac{1}{1 - (v/c)^2} vt' + x' = vt + x' \\ y = \frac{1}{\sqrt{1 - (v/c)^2}} y' \\ z = \frac{1}{\sqrt{1 - (v/c)^2}} z' \end{array} \right. \quad (16)$$

Dla takiej transformacji otrzymuje się kinematykę, w której nie występuje skrócenie podłużne, czyli w kierunku równoległym do prędkości v oraz osi x (skrócenie FitzGerald'a-Lorentz'a). Jednocześnie występuje wydłużenie poprzeczne (w kierunku prostopadłym do prędkości v).

Jeżeli przyjmie się, że

$$\psi(v) = \sqrt{1 - (v/c)^2} \leq 1 \quad (17)$$

wtedy transformacja (8) przyjmuje postać

$$\begin{cases} t = t' \\ x = vt' + (1 - (v/c)^2)x' \\ y = \sqrt{1 - (v/c)^2} \cdot y' \\ z = \sqrt{1 - (v/c)^2} \cdot z' \end{cases} \quad (18)$$

Dla takiej transformacji otrzymuje się kinematykę, w której czas jest absolutny. Jest bardzo interesujące, że jest możliwa teoria z absolutnym czasem, która spełnia warunki eksperymentów Michelson'a-Morley'a oraz Kennedy'ego-Thorndike'a.

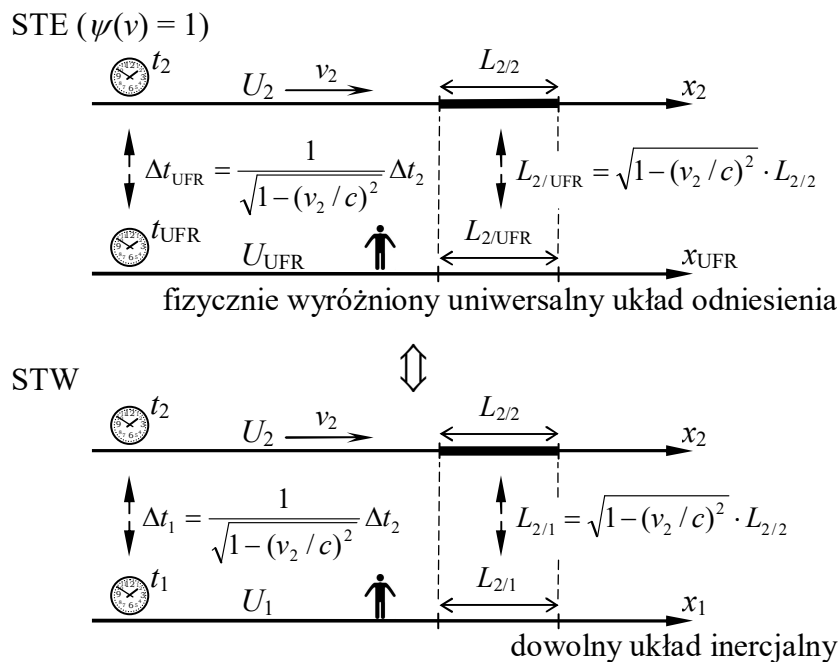
Jeżeli dwa układy inercjalne U_1 oraz U_2 poruszają się względem UFR wzdłuż jednej prostej odpowiednio z prędkościami v_1 oraz v_2 , wtedy transformacja pomiędzy tymi układami jest złożeniem transformacji (8) oraz (9). Transformacja ta ma postać

$$\begin{cases} t_1 = \frac{\psi(v_2)}{\psi(v_1)} \frac{\sqrt{1 - (v_1/c)^2}}{\sqrt{1 - (v_2/c)^2}} t_2 \\ x_1 = \frac{\psi(v_2)}{\psi(v_1)} \frac{v_2 - v_1}{\sqrt{1 - (v_1/c)^2} \sqrt{1 - (v_2/c)^2}} t_2 + \frac{\psi(v_2)}{\psi(v_1)} \frac{\sqrt{1 - (v_2/c)^2}}{\sqrt{1 - (v_1/c)^2}} x_2 \\ y_1 = \frac{\psi(v_2)}{\psi(v_1)} y_2 \\ z_1 = \frac{\psi(v_2)}{\psi(v_1)} z_2 \end{cases} \quad (19)$$

4.3. Własności Szczególnych Teorii Eteru

Szczególne Teoria Względności oraz Szczególne Teorie Eteru są innymi modelami kinematyki.

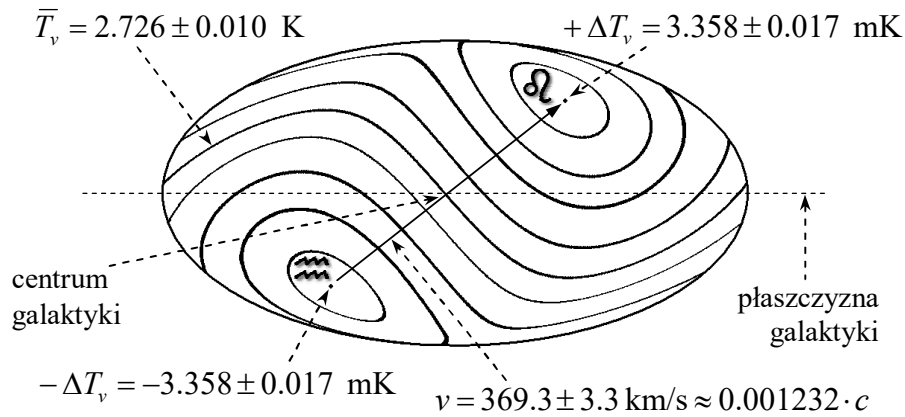
Jeżeli w STE bez skrócenia poprzecznego ($\psi(v) = 1$) obserwator jest nieruchomy względem eteru, wtedy przewidywania tej teorii są identyczne jak przewidywania dla dowolnego obserwatora w STW (rysunek 1).



Rys. 1. Podobieństwa pomiędzy STW oraz STE ($\psi(v) = 1$) [źródło [15]].

Różnice pomiędzy teoriami występują wtedy, gdy w STE bez skrócenia poprzecznego obserwator porusza się względem eteru. 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 bez skrócenia poprzecznego obserwator może przy pomocy lokalnego pomiaru (czyli, gdy jest całkowicie odizolowany od otoczenia) wyznaczyć kierunek swojego ruchu względem UFR. Oznacza to, że dla obserwatorów ruchomych względem UFR przestrzeń nie jest izotropowa (ma różne własności w różnych kierunkach). To jest najważniejsza różnica pomiędzy Szczególną Teorią Względności oraz Szczególną Teorią Eteru bez skrócenia poprzecznego.

W związku z powyższym, jeżeli przewidywania Szczególnej Teorii Eteru bez skrócenia poprzecznego miałyby być prawdziwe, to w obserwacjach astronomicznych powinna być widoczna jakaś anizotropia. Okazuje się, że istnieje takie zjawisko i jest bardzo dobrze zbadane. Chodzi o dipolową anizotropię mikrofalowego promieniowania tła [12].



Rys. 2. Dipolowa anizotropia mikrofalowego promieniowania tła pokazana w projekcji Hammer'a-Aitoff'a [źródło [17]].

Z perspektywy naszego układu odniesienia, który jest związany z Układem Słonecznym, mikrofalowe promieniowanie tła jest niejednorodne. Najsilniejsza niejednorodność mikrofalowego promieniowania tła ma postać dipolową pokazaną na rysunku 2. Z kierunku gwiazdozbioru Lwa dociera do nas promieniowanie o nieco wyższej częstotliwości (wyższej temperaturze), natomiast z kierunku gwiazdozbioru Wodnika dociera do nas promieniowanie o nieco niższej częstotliwości (niższej temperaturze).

W Szczególnej Teorii Eteru mikrofalowe promieniowanie tła może być, np. promieniowaniem termicznym hipotetycznego eteru (promieniowanie ciała doskonale czarnego).

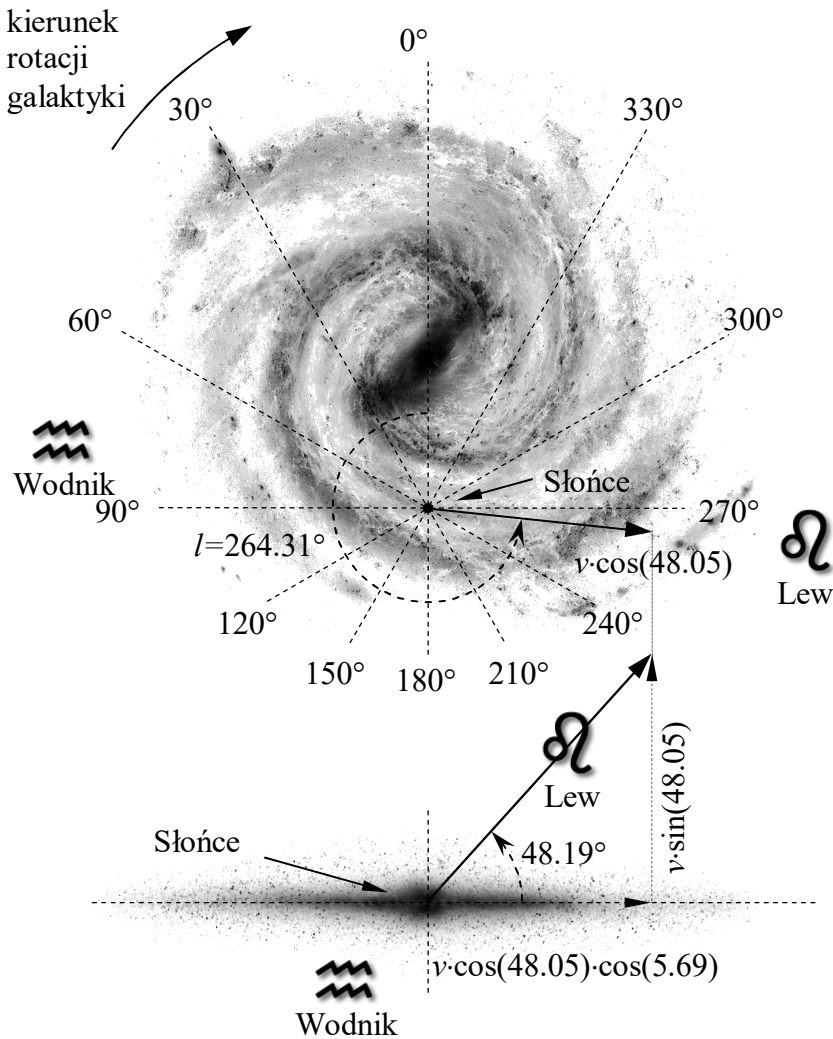
Jeżeli wszechświat jest jednorodny, to wypełniające go mikrofalowe promieniowanie tła powinno być jednorodne. Jeżeli istnieje uniwersalny układ odniesienia, w którym propaguje światło, to mikrofalowe promieniowanie tła powinno być jednorodne względem tego UFR. Dipolowa anizotropia tego promieniowania mierzona w naszym układzie odniesienia jest spowodowana efektem Dopplera, wynikającym z ruchu Układu Słonecznego względem UFR.

Przy takiej interpretacji, na podstawie anizotropii mikrofalowego promieniowania tła można wyznaczyć prędkość, z jaką Układ Słoneczny porusza się względem UFR. Prędkość ta została wyznaczona w artykule [16]. Jej wartość wynosi $369,3 \text{ km/s} = 0,0012 \cdot c$, i jest ona zwrócona w kierunku gwiazdozbioru Lwa (rysunek 3). Odpowiada to współrzędnym galaktycznym (źródło [8])

$$\begin{aligned} l &= 264.31^\circ \pm 0.16^\circ \\ b &= 48.05^\circ \pm 0.10^\circ \end{aligned} \quad (20)$$

Eksperymentalna falsyfikacja STE nie jest łatwa, ze względu na małą prędkość, jaką posiada Układ Słoneczny względem eteru. Dla prędkości 369,3 km/s efekty anizotropii przestrzeni przewidywane przez STE są bardzo nieznaczne. Dlatego falsyfikacja tej teorii wymaga specjalnie zaprojektowanych eksperymentów i wykonanie ich z odpowiednio dużą dokładnością [15].

W artykule [16], na podstawie transformacji (8) oraz (9), wyprowadzony został wzór na jednokierunkową prędkość światła w próżni $c'_{\alpha'}$ biegnącego w dowolnym kierunku o postaci takiej samej jak wzór (5). Pokazane tam zostało, że jednokierunkowa prędkość światła (5) nie zależy od funkcji wydłużenia poprzecznego $\psi(v)$. Wykresy funkcji (5) zostały przedstawione na rysunku 4.



Rys. 3. Prędkość Układu Słonecznego względem eteru.

Rzut na płaszczyznę Galaktyki oraz rzut na płaszczyznę prostopadłą do płaszczyzny Galaktyki (90°-270°). Widok galaktyki Droga Mleczna z góry (z naniesionymi współrzędnymi galaktycznymi) oraz widok z boku [źródło [16]].

W monografii [13], na podstawie transformacji (8) oraz (9), wyprowadzony został ogólniejszy wzór na jednokierunkową prędkość, dla światła przepływającego w ośrodku materialnym. Jeżeli obserwator jest nieruchomy względem tego materialnego ośrodka, wtedy jednokierunkowa prędkość światła wyraża się dla niego wzorem

$$c'_{\alpha'} = \frac{c^2 c_s}{c^2 + c_s v \cos \alpha'} \quad (21)$$

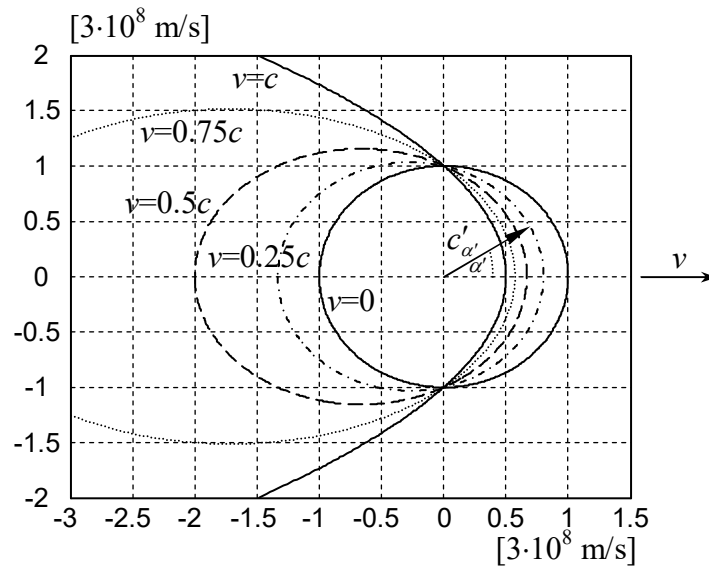
Symbole α' , v oraz c mają takie samo znaczenie jak we wzorze (5). Prędkość c_s jest prędkością światła w ośrodku materialnym nieruchomym względem UFR widzianą przez nieruchomego względem UFR obserwatora.

Wzór (21) sprowadza się do wzoru (5), jeżeli tylko podstawimy $c_s = c$. Według tej zależności średnia prędkość światła na drodze o długości L do zwierciadła oraz z powrotem wynosi

$$c'_{sr} = \frac{2L}{t'_{s\alpha'} + t'_{s(\pi+\alpha')}} = \frac{2L}{\frac{L}{\frac{c^2 c_s}{c^2 + c_s v \cos \alpha'}} + \frac{L}{\frac{c^2 c_s}{c^2 + c_s v \cos(\pi + \alpha')}}} \quad (22)$$

$$c'_{sr} = \frac{2}{\frac{c^2 + c_s v \cos \alpha'}{c^2 c_s} + \frac{c^2 - c_s v \cos \alpha'}{c^2 c_s}} = \frac{2}{\frac{2c^2}{c^2 c_s}} = c_s \quad (23)$$

Z zależności (23) wynika, że c_s jest także prędkością średnią światła na drodze do zwierciadła oraz z powrotem w ośrodku materialnym nieruchomym względem ruchomego obserwatora.



Rys. 4. Jednokierunkowa prędkość światła c'_α przewidywana przez STE w układzie inercyjnym dla $v = 0, 0.25c, 0.5c, 0.75c, c$ [źródło [16]].

Pomimo tego, że jednokierunkowa prędkość światła wyrażona wzorem (21) zależy od kąta α' oraz prędkości v , to średnia prędkość światła na drodze do zwierciadła i z powrotem zawsze jest stała i wynosi c_s . Jeżeli prędkość światła ma własności opisane wzorem (21), wtedy eksperymenty Michelson'a-Morley'a oraz Kennedy'ego-Thorndike'a nie są w stanie wykryć uniwersalnego układu odniesienia, w którym propaguje światło.

Z powyższego wynika, że powszechnie przyjęty pogląd, że eksperymenty Michelson'a-Morley'a oraz Kennedy'ego-Thorndike'a udowodniły, że nie ma uniwersalnego układu odniesienia, w którym propaguje światło, a także, że jednokierunkowa prędkość światła w próżni jest taka sama dla każdego obserwatora, nie jest poprawny [14]. Co więcej, istnieje nieskończenie wiele teorii z uniwersalnym układem odniesienia, które są zgodne z wynikami eksperymentów Michelson'a-Morley'a oraz Kennedy'ego-Thorndike'a (teorie zawarte w transformacjach (8)-(9)) [16].

Z powyższego wynika, że eksperymenty Michelson'a-Morley'a oraz Kennedy'ego-Thorndike'a nie są wystarczające do uzasadnienia Szczególnej Teorii Względności oraz symetrii Lorentza [15].

W monografii [13] wykazane zostało, że jeżeli jednokierunkowa prędkość światła wyraża się wzorami (5) lub (21), wtedy średnia prędkość światła przepływającego po trajektorii zamkniętej jest zawsze stała, nawet, jeżeli różne odcinki tej trajektorii prowadzą, przez różne ośrodki materialne. Dlatego eksperymenty Michelson'a-Morley'a oraz Kennedy'ego-Thorndike'a nie mogą wykryć UFR, nawet dla bardzo złożonych konfiguracji tych eksperymentów.

Propozycje układów pomiarowych, które być może pozwolą na pomiar jednokierunkowej prędkości światła, oraz falsyfikację różnych teorii kinematyki, zostały przedstawione w patentach [20] oraz [25]. W układach tych odległe zegary są synchronizowane przy pomocy wirującego pręta, którym jest średnica wirującego koła. Układy te nie pozwolą zapewne na bardzo dokładny pomiar jednokierunkowej prędkości światła. Ich celem jest pomiar na tyle dokładny, aby uwidocznić anizotropię tej prędkości. W monografii [13] wyznaczone zostały minimalne wymagania dla urządzenia z patentu [20], przy których powinna się ujawnić anizotropia jednokierunkowej prędkości światła wynikająca ze Szczególnej Teorii Eteru, wzór (5).

Dopuszczenie, że jednokierunkowa 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 eteru wyróżnia w przestrzeni charakterystyczny kierunek, ale tylko dla tego obserwatora. Dla obserwatora nieruchomego względem eteru prędkość światła zawsze jest stała i nie zależy od kierunku jego emisji. Jeżeli obserwator porusza się względem eteru, 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, to dla płynącego obserwatora prędkość fali będzie różna w różnych kierunkach. Z tego powodu przedstawiona teoria, oparta na założeniach I-IV, w prosty sposób tłumaczy anizotropię mikrofalowego promieniowania tła. W ramach przedstawionej teorii anizotropia ta jest spowodowana efektem Dopplera, który wynika z ruchu Układu Słonecznego względem uniwersalnego układu odniesienia, w którym rozchodzi się światło [16].

5. Wnioski końcowe

Szczególna Teoria Względności posiada liczne uzasadnienia eksperymentalne. Eksperymenty Michelson'a-Morley'a oraz Kennedy'ego-Thorndike'a także są z nią zgodne, ale nie są wystarczające, aby wykazać jej poprawność [16], [17]. Eksperymenty te mogą być bowiem wyjaśnione przy pomocy różnych teorii, w których występuje fizycznie wyróżniony uniwersalny układ odniesienia.

Transformację Lorantza, na której opiera się kinematyka Szczególnej Teorii Względności można zapisywać na różne sposoby, po zmianie sposobu synchronizacji zegarów w układach inercjalnych. Jeżeli w wyniku zmienionej synchronizacji zegarów zostanie wyróżniony jakiś inercjalny układ odniesienia, to może to być dowolny układ inercjalny. Otrzymane w ten sposób nowe transformacje są traktowane jako inny model tej samej Szczególnej Teorii Względności. Interpretacja takich modeli jest taka, że wyróżniony układ inercjalny nie posiada unikalnych cech fizyczny, tylko jest wyróżniony sztucznie.

Transformacje Szczególnej Teorii Eteru nie powstały poprzez modyfikację znanych wcześniej transformacji, tylko zostały wyprowadzone od podstaw (założenia I-IV). Dzięki temu możliwe było wyprowadzenie zupełnie nowych transformacji (8)-(9) zgodnych z eksperymentami Michelson'a-Morley'a oraz Kennedy'ego-Thorndike'a. W Szczególnej Teorii Eteru uniwersalny układ odniesienia jest układem realnym, a nie dowolnie wybranym inercjalnym układem odniesienia. Według Szczególnej Teorii Eteru uniwersalny układ odniesienia wyróżnia się spośród wszystkich inercjalnych układów odniesienia własnościami fizycznymi. Jest jedynym układem odniesienia, w którym przestrzeń jest izotropowa. Z perspektywy każdego innego inercjalnego układu odniesienia przestrzeń nie jest izotropowa. Jednak związane z tym efekty są bardzo nieznaczne w układach inercjalnych poruszających się względem eteru z małymi prędkościami (prędkościami nierelatywistycznymi) [15]. W tym przypadku jest podobnie jak w przypadku każdego innego efektu relatywistycznego.

Istnieje bardzo dobrze udokumentowana obserwacja astronomiczna, która pokazuje, że z perspektywy naszego układu odniesienia przestrzeń nie jest izotropowa [12]. Jest to dipolowa anizotropia mikrofalowego promieniowania tła (rysunek 2). Istnieje układ odniesienia, w którym

mikrofalowe promieniowanie tła jest izotropowe. Według Szczególnej Teorii Względności przestrzeń powinna być izotropowa dla każdego obserwatora, dlatego dipolowa anizotropia mikrofalowego promieniowania tła wymaga specjalnego wyjaśnienia w ramach tej teorii. Istnienie takiego wyróżnionego układu odniesienia jest argumentem przemawiającym za Szczególną Teorią Eteru oraz pokazuje łamanie symetrii Lorentza [15].

W teoriach z jakimkolwiek ośrodkiem wypełniającym przestrzeń morze wystąpić anizotropia dla obserwatora poruszającego się względem tego ośrodka (nawet, gdy taki ośrodek jest izotropowy). Taka własność teorii z wyróżnionym ośrodkiem jest zgodna z pomiarem dipolowej anizotropii mikrofalowego promieniowania tła (CMB) omówionym w Noble Lecture G. Smoota [12]. Jeżeli mikrofalowe promieniowanie tła jest promieniowaniem termicznym wyróżnionego izotropowego ośrodka (promieniowaniem ciała doskonale czarnego), wtedy mikrofalowe promieniowanie tła jest izotropowe w układzie odniesienia związanym z tym ośrodkiem, ale wykazuje anizotropię w inercjalnych układach odniesienia poruszających się względem ośrodka. W Szczególnej Teorii Względności taki efekt nie występuje ponieważ jest ona oparta na założeniu, że fizycznie pusta przestrzeń jest izotropowa i jednorodna dla każdego obserwatora z inercjalnego układu odniesienia.

Dla każdej kinematyki można wyprowadzić wiele dynamik. Przykłady dla Szczególnej Teorii Etery zostały wyprowadzone w monografii [13]. Przykłady dla Szczególnej Teorii Względności zostały wyprowadzone w artykule [18].

W artykule [17] pokazane zostało, że transformacjom Lorentza można nadać inną interpretację niż ta przyjęta w Szczególnej Teorii Względności.

Problem, że wzorom matematycznym można przypisywać różne interpretacje fizyczne nie dotyczy tylko transformacji Lorentza. Np. w artykule [19] pokazane zostało, że fale grawitacyjną można interpretować jako zwykłą modulację natężenia pola grawitacyjnego.

W artykule [3] przedstawiona została oryginalna definicja przyspieszenia w relatywistyce. Artykuły [6] oraz [7] dotyczą ważnych spostrzeżeń na temat dylatacji czasu w relatywistyce, natomiast w artykule [8] zaprezentowano alternatywne idee dla relatywistyki.

6. Bibliografia

- [1] Einstein Albert, *Zur Elektrodynamik bewegter Körper* (w języku niemieckim), *Annalen der Physik* 17, 891, 1905.
Einstein Albert, *O elektrodynamice ciał w ruchu* (w języku polskim), (książka: 5 prac, które zmieniły oblicze fizyki). Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Biblioteka Klasyków Nauki, Warszawa, 2008.
- [2] Kennedy Roy J., Thorndike Edward M., *Experimental Establishment of the Relativity of Time*, *Physical Review*, 42 (3), 400-418, 1932.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] Michelson Albert A., Morley Edward W., *On the relative motion of the earth and the luminiferous ether*. *Am. J. Sci.* 34, 333-345, 1887.
- [6] Nawrot Witold, *The Hafele and Keating Paradox*, *Physics Essays* 17 (4), 518-520, 2004.
- [7] Nawrot Witold, *The Hafele-Keating paradox - Serious problems of the special theory of relativity?*, *Physics Essays* 27 (4), 598-600, 2014.
- [8] Nawrot Witold, *Alternative Idea of Relativity*, *International Journal of Theoretical and Mathematical Physics* 7 (5), 95-112, 2017.

- [9] Rizzi G., Ruggiero M. L., Serafini A., *Synchronization Gauges and the Principles of Special Relativity*, Foundations of Physics, Vol. 34, No. 12, 1835-1887, 2004.
- [10] Selleri F., *Noninvariant One-Way Velocity of Light*, Foundations of Physics. Vol. 26. No. 5, 641-664, 1996.
- [11] Selleri F., *Noninvariant One-Way Speed of Light and Locally Equivalent Reference Frames*, Foundations of Physics Letters, Vol. 10, No. 1, 73-83, 1997.
- [12] 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, Volume 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>.
- [13] Szostek Karol, Szostek Roman, *Szczególna Teoria Eteru* (w języku polskim), Wydawnictwo Amelia, Rzeszów, Polska, 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, Rzeszów, Poland, 2015, ISBN 978-83-63359-81-2, www.ste.com.pl.
- [14] 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.
- [15] 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>.
- [16] 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.
- [17] 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, 2020, 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://vmu.phys.msu.ru/abstract/2020/6/20-6-142>.

- [18] 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.

- [19] 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 fal grawitacyjnych wynikających z Ogólnej Teorii Względności (LIGO)* (w języku polskim), viXra 2018, www.vixra.org/abs/1802.0012.

- [20] Szostek Karol, Szostek Roman, *Sposób pomiaru prędkości światła i urządzenie do stosowania tego sposobu*, Urząd Patentowy RP, patent numer 227641, zgłoszenie numer P.414434 z dnia 20.10.2015.

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

- [22] Taylor Edwin F., Wheeler John A., *Fizyka czasoprzestrzeni* (w języku polskim), Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1975.

Taylor Edwin F., Wheeler John A., *Spacetime Physics* (w języku angielskim), W. H Freeman and Company, New York 1992.

- [23] Ugarow W. A., *Special Theory of Relativity* (in English), Mir Publishers, 1979.

Ugarow W. A., *Szczególna teoria względności* (w języku polskim), Państwowe Wydawnictwo Naukowe. Warszawa 1985.

Угаров В. А., *Специальная теория относительности* (w języku rosyjskim), Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», Москва 1977.

- [24] Yuan Zhong Zhang, *Special Relativity and Its Experimental Foundation*, Singapore, World Scientific Publishing, 1997.

- [25] Zhu Xiaojie, *One-way light velocity instrument* (w języku chińskim), Chiński Urząd Patentowy, patent numer CN101000265 A, zgłoszenie numer CN 200610172796 z dnia 31.21.2006.