

Ogólna zasada względności nie istnieje

(Napisał Nikolay Noskov; z rosyjskiego tłumaczył: Pinopa)

W artykule "Czy zdarzył się "wielki wybuch" Wszechświata?!" ("Nauka Kazachstanu" nr 8 i 9, 1995 r.) W. W. Glusko wysunął hipotezę, która opiera się na fakcie doświadczalnym dotyczącym zmiennej prędkości światła. Przy tym przemilczał on bardziej radykalne skutki zmiennej prędkości światła: ten dotyczący światła fakt obala tezę o istnieniu ogólnej zasady względności. Ale czy jest to takie nieoczekiwane; czy nie było innych obserwacji, doświadczeń i faktów, które byłyby sprzeczne z ogólną zasadą względności? Oczywiście, że były. W jaki sposób zatem można wyjaśnić, że ogólna zasada względności w ogóle się pojawiła oraz to, że dotychczas, po upływie 90 lat, nie została obalona?

Bazowymi dla jej pojawienia się były trzy fakty: eksperymenty Michelsona [1], [2], będące próbą odkrycia ruchu Ziemi względem eteru; eksperymenty Kaufmanna [3], [4] z szybko poruszającymi się elektronami w poprzecznym polu magnetycznym; poszukiwanie przekształceń dla układów inercjalnych, które nie zmieniałyby postaci równań Maxwella.

Można prześledzić kilka kolejnych etapów wypracowania ogólnej zasady względności.

W pracy "Interferencyjna metoda Michelsona" [5] z 1895 r. Lorentz uzasadnił swoją hipotezę o skróceniu podłużnych wymiarów liniowych poruszających się ciał. Skrócenie ciał było w niej proporcjonalne do "czynnika Lorentza", który wyjaśniał "ujemny" wynik doświadczenia Michelsona i odegrał główną rolę w pojawieniu się ogólnej zasady względności. Następnie w pracy "Zjawiska elektromagnetyczne w układzie, poruszającym się z dowolną prędkością, mniejszą od prędkości światła" [6], w 1904 r. Lorentz uogólnia swoją hipotezę o liniowym skróceniu poruszających się ciał, obejmując eksperymenty Kaufmanna, gdzie pokazuje dużą zgodność wyników doświadczeń z hipotezą przy zastosowaniu "czynnika Lorentza". Oprócz tego w wymienionej pracy Lorentz po raz pierwszy stosuje przekształcenia współrzędnych układów inercjalnych, w których postać (struktura) równań Maxwella nie ulega zmianie. Tutaj też Lorentz sformułował myśl o tym, że w grawitacji prawa oddziaływania i ruchu "zachowują się" tak samo, jak w elektromagnetyzmie. Tak więc w tej pracy Lorentz przedstawił wszystkie podstawowe idee ogólnej zasady względności.

W okresie od 1898 do 1905 r. Poincare pisze kilka artykułów [7...10], w których omawia hipotezę Lorentza i interferencyjne doświadczenie Michelsona, a także problemy pomiaru czasu, próbując rozwiązać zagadnienie jednoczesności zdarzeń. Tam pokazuje on, że w centrum tego zagadnienia stoi inny problem, a mianowicie, stałość prędkości światła jako sygnału, który jako jedyny może służyć do synchronizacji zegarów i określania lokalnego czasu.

I na koniec, w 1905 r., praktycznie jednocześnie (różnica 25 dni) zostały wysłane do publikacji prace, będące podwalinami szczególnej teorii względności: praca Einsteina "O elektrodynamice ciał w ruchu" [11] i Poincare "O dynamice elektronu" [12]. Ale podczas, gdy Poincare opracowywał te idee stopniowo, uprzednio omawiając te idee w pracach z lat 1898-1905 (dla większości z nich przyznając pierwszeństwo Lorentzowi), Einstein od razu wydał swoją pracę jako coś skończonego.

Bez względu na ogólne podobieństwo idei w pracach Poincare i artykule Einsteina, główna różnica między nimi polega na tym, że Poincare w swojej teorii-hipotezie przedstawia konieczne w takim przypadku wątpliwości. I tak, w poruszonym powyżej problemie prędkości światła napisał: "Zgodnie z teorią Lorentza dwoma jednakowymi odcinkami - wg założenia - będą takie dwa odcinki, przez które światło przebiega w tym samym czasie. Możliwe, że wystarczy jedynie zrezygnować z tego założenia, aby cała teoria Lorentza runęła, jak to zdarzyło się z systemem Ptolomeusza, gdy do sprawy wmieszał się Kopernik". Tak więc, Poincare rozumiał całkowitą niepewność sytuacji, związanej z przyjęciem postulatu o stałej prędkości światła w dowolnym układzie inercjalnym, która byłaby niezależna od ruchu źródła i obserwatora.

Ale czyżby w momencie pojawienia się prac Lorentza, Poincare i Einsteina niczego nie było wiadomo o własnościach światła, bądź nie było żadnych innych doświadczeń i obserwacji, oprócz doświadczeń

Michelsona, co przyczyniło się do tego, że został wyciągnięty taki dziwny dla fizyków wniosek? Dziwny to wniosek, albowiem niezależność prędkości światła od obserwatora nie jest uzasadniona żadnymi, przyczyniającymi się do tego fizycznymi podstawami, a tylko jest postulowana na podstawie doświadczeń Michelsona.

Oczywiście, decydujące doświadczenia, odkrywające eter, były przeprowadzone później, a anizotropię "reliktowego tła" odkryto dopiero w 1979 r. [13]. Jednak już wówczas istniały: gwiazdna aberracja (Bradley); obserwacje "przesunięcia" zaćmień księżyców Jowisza (Remer) [15]; doświadczenia Arago z pryzmatami [16]; doświadczenia Fizeau [17] wykazujące częściowe wleczenie światła przez płynącą wodę; Fizeau i Foucault [18] - określające zmniejszenie prędkości światła w bardziej gęstym ośrodku; był znany współczynnik wleczenia Fresnela i teoria wleczenia eteru przez ciała, która została opracowana przez Fresnela [19] i Stoksa [20].

Z tych obserwacji, doświadczeń oraz dostatecznie poprawnych teorii i hipotez wynika uzasadniony wniosek, że prędkość światła gwiazd sumuje się z prędkością ruchu Ziemi wg klasycznego wzoru na dodawanie prędkości. Patrząc z drugiej strony, doświadczenia Arago z pryzmatem pokazały, że na powierzchni Ziemi jej ruch nie wpływa na zjawiska optyczne. A to może oznaczać tylko jedno: eter względem powierzchni Ziemi jest nieruchomy, czyli pociąga go ona za sobą - taki wniosek wyciągnął Fresnel. Oba fakty łącznie, czyli gwiazdna aberracja i doświadczenia Arago, pokazują, że zagarnianie (wleczenie) eteru przez Ziemię dotyczy tylko Ziemi, a nie całego Układu Słonecznego. Stąd wniosek, że warstwa wleczonego eteru nie jest gruba i powinien w nim istnieć gradient ciśnień, a wówczas to oznaczałoby zmienność prędkości światła. Patrząc z innej strony, taki rozkład eteru w kosmosie pokazuje badaczom, że wokół każdego ciała kosmicznego istnieje soczewka z eteru, która powinna zakrzywiać bieg promieni, co też później odkryto, lecz już z pozycji OTW.

Wyżej wymienionych obserwacji i doświadczeń wystarczyło, aby także Hertz mógł wywnioskować, że istnieje częściowe wleczenie eteru przez poruszające się ciała. W pracy "O podstawowych równaniach elektrodynamiki poruszających się ciał" [21], która była opublikowana w 1889 r., Hertz wyprowadził nowe równania pola elektromagnetycznego, uwzględniające ruch układu elektromagnetycznego względem powierzchni Ziemi, a więc także i względem eteru, z prędkością u . Z tych równań wynika oddziaływanie dwóch ładunków jako prądów nieruchomych względem siebie, lecz poruszających się względem eteru, co jest potwierdzane przez doświadczenia, ale nie wynika z równań Maxwella [22].

W ten sposób, nawet nie biorąc na razie pod uwagę doświadczeń przeprowadzonych po powstaniu STW, widzimy, że wraz z powstaniem teorii względności rozwój fizyki został w tym momencie oderwany od starannej, gruntownej analizy, od bezstronnego porównywania i uwzględniania wszystkich obserwacji i doświadczeń. Nie na darmo Einstein ogłosił nową zasadę rozwoju fizyki: "...jest ona (fizyka) tworem ludzkiego rozumu **z jego swobodnie wymyślonymi ideami i pojęciami**".

Badacze na przekór obserwowanym faktom ogłosili: wleczenie eteru przez ciała nie może istnieć, ponieważ nie można tego wykazać za pomocą znanych już aerohydrodynamicznych teorii. Taki właśnie wniosek wyciągnął wprawdzie Lorentz w pracy "Interferencyjne doświadczenie Michelsona", a potem A. Einstein i L. Infeld w książce "Ewolucja fizyki" [23] napisali: "Rozwój hipotezy Fresnela wymaga wprowadzenia jakichś założeń dotyczących związku między eterem i poruszającą się materią, dlatego nie możemy jej przyjąć". A przecież były (w tamtych czasach) znane hipotezy o mechanizmach grawitacyjnego oddziaływania - przedstawiona przez Newtona: o pochłanianiu eteru przez ciała, oraz przez Rimana: o uwalnianiu eteru przez ciała - które (to hipotezy) obok wyjaśniania mechanizmu oddziaływania ciał proponowały interpretację tego właśnie związku i wleczenie eteru przez ciała.

Już po powstaniu STW zostały przeprowadzone doświadczenia, które powinny były oddać sprawiedliwość odnośnie istnienia eteru i obalić STW. Ale z Millerem (kontynuatorem doświadczeń Michelsona), który przez 25 lat przeprowadzał doświadczenia i odkrył gradient prędkości eteru prostopadle do powierzchni Ziemi, postąpiono identycznie jak w swoim czasie inkwizytorzy postąpili z Galileuszem: przymuszono go do wyrzeczenia się swoich wywodów. Uczeń, którzy starali się wykazać bezzasadność i absurdalność STW, byli zniesławiani, bojkotowani, wyśmiewani.

Najbardziej jaskrawym doświadczeniem, pokazującym istnienie eteru i jego bezruch względem powierzchni Ziemi, było interferencyjne doświadczenie (typu Michelsonowskiego) na obracającej się platformie, przeprowadzone pierw przez F. Harresa [25] w 1912 r., a następnie przez G. Sagnaca [26] (1913 r.) i B. Pogany'ego [27] (1925 r.). Rezultaty doświadczenia były nazwane "zjawiskiem Sagnaca" i w związku z tym S. Wawilow napisał: "Jeśli by zjawisko Sagnaca było odkryte wcześniej niż zostały wyjaśnione wyniki doświadczeń drugiego rzędu (Michelsona - uzup. N. N.), byłoby ono oczywiście rozpatrywane jako doskonałe doświadczenie potwierdzenie istnienia eteru" [28].

Doświadczenie na obracającej się platformie wykazało, że wleczenie eteru przez platformę, odbywające się na tle eteru wleczonego przez Ziemię, jest na tyle małe, że jest praktycznie równe zeru, zatem prędkość światła dodaje się do prędkości elementów platformy zgodnie z klasyczną regułą dodawania prędkości, co oznacza pełne zanegowanie stałej prędkości światła względem obserwatora w STW.

Ale wróćmy jeszcze do podstaw STW. Powstanie "czynnika Lorentza" ma swoje głęboko uzasadnione przyczyny, a konkretnie: ten czynnik uwzględnia wleczenie fal świetlnych przez drugi ośrodek względem pierwszego, dla przypadku rozpatrywania ruchu światła w dwóch poruszających się względem siebie ośrodkach (eterach). Właśnie przy takim ruchu fal świetlnych interpretowanym przez J. Larmora w 1900 r. w pracy "Eter i materia" [29] uzyskano teoretycznie współczynnik wleczenia Fresnela, "czynnik Lorentza" i "relatywistyczny" wzór na dodawanie prędkości, który jest skutkiem tego, że światło jako fala rozchodzi się ze stałą prędkością względem nieruchomego ośrodka, jednak przy przejściu do innego ośrodka, poruszającego się względem pierwszego, ono znów porusza się ze stałą prędkością, ale już względem drugiego ośrodka. W ten sposób, jeśli na powierzchni Ziemi ma miejsce (zu)pełne wleczenie eteru, to niezależnie jak porusza się Ziemia, naziemne doświadczenia wykażą stałą prędkość w dowolnym kierunku. I właśnie to pokazały doświadczenia Arago i Michelsona.

Ale światło to drgania elektromagnetyczne, a równania Maxwella opisują oddziaływanie pól magnetycznych w nieruchomym eterze. Naturalne jest w takim przypadku oczekiwanie, że równania Maxwella powinny zachować swój wygląd po przeprowadzeniu "relatywistycznych" przekształceń, w których główną rolę odgrywa "czynnik Lorentza". Jednak zgodnie z interpretacją Larmora, przy każdym nowym przejściu do nowego układu inercjalnego w podtekście zakłada się pełne wleczenie eteru. W ten sposób podporządkowanie równan Maxwella "relatywistycznym" przekształceniom jest prawidłowością czysto matematyczną (a nie fizyczną).

Wcale nie lepiej wygląda sprawa ze zmianą postaci (wzorów) praw mechaniki, co ma na celu podporządkowanie ich przekształceniom współrzędnych "w postaci niezmiennika grupy Lorentza" (Poincare). Podstawą dla takiej zmiany wyglądu posłużyły doświadczenia Kaufmanna z ruchem szybkich elektronów w poprzecznym polu magnetycznym. Dla "wyjaśnienia" wyników doświadczeń nieźle podpasował "czynnik Lorentza" i Lorentz znowu nie zapomniiał zastosować swojej hipotezy o liniowym skróceniu ciał i wprowadził pojęcie podłużnej masy, co oznaczało zwiększenie masy elektronu wraz ze wzrostem prędkości. W ten sposób okazało się, że chociaż zagadnienie ruchu elektronu w polu magnetycznym "przynależy" do elektrodynamiki cząstka - pole, wzrost masy elektronu prowadzi do bezpośredniego wpływu na prawa mechaniki.

Lorentz, który doskonale znał elektrodynamikę Webera cząstka - cząstka [30], który sam sformułował znane prawo elektrodynamiki cząstka - pole [31], z powodu przywiązania do swojej hipotezy o skróceniu liniowych wymiarów elektronów i ciał przy dużej prędkości ruchu, a także dlatego, że ta hipoteza, tworząc iluzję wszechogarniającej prawidłowości, dobrze się "sprawdzała" w doświadczeniach Michelsona, przy objaśnianiu doświadczeń Kaufmanna zignorował te elektrodynamiki.

Należy w tym miejscu podkreślić fakt, który jeszcze bardziej gmatwa sytuację i tworzy iluzję, że wprowadzenie ogólnej zasady względności jest usprawiedliwione. Rzecz w tym, że i w elektrodynamice Webera cząstka - cząstka, i w elektrodynamice Lorentza cząstka - pole, i w prawie Gerbera dla grawitacji [32], dla których podstawą były prawa opóźnień potencjału, funkcjonują różne matematyczne czynniki, które są zbliżone do "czynnika Lorentza". A to oznacza, że z pewnym błędem, który rośnie przy zbliżaniu się (prędkości) do prędkości przenoszenia się oddziaływania, można te czynniki utożsamiać z "czynnikiem

Lorentza". I właśnie dlatego ten ostatni czynnik okazał się przydatny dla wyjaśnienia doświadczeń Kaufmanna, przy prędkości elektronów równej $v \approx 0,7 c$.

Tak więc można powiedzieć, że połączenie praw dotyczących oddziaływań z prawem dotyczącym ruchu fal świetlnych w dwóch ośrodkach, samo w sobie absurdałne, oparło się na trzech jeszcze bardziej absurdałnych podstawach: na wzroście masy ciał, gdy rośnie ich prędkość, na niezależności prędkości światła od ruchu układu uniercjalnego (obserwatora), na zanegowaniu jakiegokolwiek możliwości określania prędkości ruchu układu inercjalnego.

Podstawa pierwsza: Postawmy pytanie (tak jak zrobił to Gauss 1835 r.), co się stanie, jeśli dwa oddziałujące ze sobą wzajemnie ciała będą poruszały się względem siebie z prędkością przenoszenia się oddziaływania? - Z tego względu, że przenoszenie się potencjału oddziaływania zachodzi z prędkością przenoszenia się oddziaływania, to potencjał ten będzie się całkowicie spóźniał i ciała przestaną ze sobą wzajemnie oddziaływać, czyli siła oddziaływania będzie równa zero. Ale wówczas otrzymujemy dwa punkty nieznanego prawa: przy względnej prędkości ciał równej zero będzie to prawo Newtona (gravitacja) i prawo Coulomba (dla elektryczności), natomiast przy względnej prędkości ciał równej prędkości przenoszenia się oddziaływania te siły będą równe zero.

Takich właśnie praw opóźniania potencjału dotyczą: prawo Gaussa [33], prawo Webera (elektrodynamika cząstka - cząstka), prawo Lorentza (elektrodynamika cząstka - pole) i prawo Gerbera dla grawitacji, znane z tego, że całkowicie wyjaśnia anormalne przesunięcia peryhelium planet (zostało odkryte 17 lat przed OTW!). I właśnie prawo Lorentza (cząstka - pole) powinno być zastosowane dla wyjaśnienia doświadczeń Kaufmanna, w których przy dużej prędkości elektronów zachodzi opóźnianie się potencjału. Przy tym zachodzi zmniejszanie się siły oddziaływania elektronów z polem magnetycznym, co przyczynia się do powstania błędnego wrażenia, że rośnie masa elektronu. Faktycznie jednak tego wzrostu masy nie ma, więc podpinanie praw mechaniki pod ogólną zasadę względności jest nieuzasadnione.

Podstawa druga - czyli wywód o niezależności prędkości światła od ruchu układu inercjalnego - była od razu sprzeczna z obserwacjami Remera i Bradley'a, z doświadczeniami Fizeau, Sagnaca i innych badaczy; a obecnie także z doświadczeniami W. P. Gluszko.

Runęła także **trzecia podstawa** - niemożność określenia ruchu układu inercjalnego za pomocą jakichkolwiek doświadczeń. W 1979 r. wykonano pomiary prędkości Ziemi, Układu Słonecznego i naszej Galaktyki za pomocą anizotropii tzw. "relikтового tła".

A więc, wszystkie trzy podstawy ogólnej zasady względności okazały się nieprawdziwymi, zatem ogólna zasada w przyrodzie po prostu nie istnieje. Jednak i ogólna zasada względności, i zbudowana na niej teoria względności osiągnęły trwałość systemu Ptolomeusza i "bronione są z niezwykłą pasją, a ich przeciwników spotykają różnego rodzaju napaści..." (Timiriazew) [34].

Literatura

- A.A. Майкельсон. Относительное движение Земли и светонесущий эфир. Amer. J. Phys., 1881, 22, p. 120...129. Пер. с англ. в сб. «Эфирный ветер» под ред. В.А. Ацюковского, М., Энергоатомиздат, 1993.
- A.A. Майкельсон, Э.В. Морли. Об относительном движении Земли в светонесущем эфире. Amer. J. Sci., 1887, 34, p. 333...345. Пер. с англ. в сб. «Эфирный ветер» под ред. В.А. Ацюковского, М., Энергоатомиздат, 1993.
- W. Kaufmann. Phys. ZS., 1902, b. 4, s. 105. В статье Г.А. Лоренца «Электромагнитные явления в системе движущейся с любой скоростью, меньшей скорости света», 1904, пер. с нем. в сб. «Принцип относительности» под ред. А.А. Тяпкина, Атомиздат, 1973.
- W. Kaufmann. Gott. Nachr., Math. – phys. Klasse, 1903, s. 90. В статье Г.А. Лоренца «Электромагнитные явления в системе движущейся с любой скоростью, меньшей скорости света», 1904, пер. с нем. в сб. «Принцип относительности» под ред. А.А. Тяпкина, Атомиздат, 1973.
- Г.А. Лоренц. Интерференционный опыт Майкельсона. Из книги "Versuch einer Theorie der elektrischen und optischen Erscheinungen in bewegten Körpern. Leiden, 1895, параграфы 89...92. Пер. с нем. в сб. «Принцип относительности» под ред. А.А. Тяпкина, Атомиздат, 1973.
- Г.А. Лоренц. Электромагнитные явления в системе движущейся с любой скоростью, меньшей скорости света. Proc Acad., Amsterdam, 1904, v 6, p. 809. Пер. с нем. в сб. «Принцип относительности» под ред. А.А. Тяпкина, Атомиздат, 1973.
- А. Планк. Изменение времени. "Revue de Metaphysique et de

- А. Пуанкаре. О принципе относительности пространства и движения. Главы 5...7 из книги «Наука и гипотеза» (H. Poincaré. Science and Hypothesis. Paris, 1902.) Пер. с франц. в сб. «Принцип относительности» под ред. А.А. Тяпкина, Атомиздат, 1973.
- А. Пуанкаре. Настоящее и будущее математической физики. Доклад, напечатанный в журнале "Bulletin des Sciences Mathématiques", 1904, v. 28, ser. 2, p. 302. Пер. с франц. в сб. «Принцип относительности» под ред. А.А. Тяпкина, Атомиздат, 1973.
- А. Эйнштейн. К электродинамике движущегося тела. Ann. d. Phys., 1905 (статья поступила в печать 30 июня 1905 г.), b. 17, s. 89. Пер. с нем. в сб. «Принцип относительности» под ред. А.А. Тяпкина, Атомиздат, 1973.
- А. Пуанкаре. О динамике электрона. Rendiconti del Circolo Matematico di Palermo, 1906 (поступила в печать 23 июля 1905 г.) v. XXI, p. 129. Пер. с франц. в сб. «Принцип относительности» под ред. А.А. Тяпкина, Атомиздат, 1973.
- Б. Кори, Д. Улкинсон, Дж. Смит и др. Эксперименты по анизотропии фонового излучения. В: G. De Vaucouleurs. A. J., 58, s. 30, 1958. Пер. с англ. в АЖ, 36, стр.977, 1959.
- Д. Бредли (Брадлей). Письмо к Галлею. 1728. Пер. с англ. в кн. У.И. Франкфурт, А.М. Френк «Оптика движущихся тел», Наука, М., 1972, стр. 9.
- О. Ремер. Доказательство, касающееся скорости света. 1675. Пер. с франц. в кн. У.И. Франкфурт, А.М. Френк «Оптика движущихся тел», Наука, М., 1972, стр. 142.
- Д.Ф. Араго. Эксперименты по попытке обнаружения влияния Земли на преломление света от звезд в призме. 1810. Пер. с франц. в кн. У.И. Франкфурт, А.М. Френк «Оптика движущихся тел», Наука, М., 1972, стр. 14.

И. Физо. О гипотезе относительно светового эфира и об одном эксперименте, который, по-видимому, показывает, что движение тел меняет скорость, с которой свет распространяется внутри этих тел. *C. R.*, 1851, 33, p. 349...355. Пер. с франц. в сб. Под ред. Г.М. Голина и С.Р. Филоновича «Классики физической науки», Высшая Школа, М., 1989.

Л. Фуко. О скорости света в различных средах. *Ann. de Ch. Et de Ph.*, 1854, t. 41, p. 123...164. Пер. с франц. в сб. под ред. Г.М. Голина и С.Р. Филоновича «Классики физической науки», Высшая Школа, М., 1989.

О. Френель. Письмо к Араго «Относительно влияния движения Земли на некоторые оптические явления». 1818. Пер. с франц. в кн. О. Френель. Избранные труды по оптике, М., 1955, стр. 516.
Г.Г. Стокс. Об аберрации света. *Phil. Mag.*, 1845., 27, p. 9...15. Пер. с нем. в кн. Г.А. Лоренц. Теория электронов, Госиздат техн. – теор. лит., М., 1956, стр. 254.

Г. Герц. Об основных уравнениях электродинамики движущихся тел. 1890. Пер. с нем. в кн. У.И. Франкфурт, А.М. Френк «Оптика движущихся тел», Наука, М., 1972, стр. 185

Дж. К. Максвелл. Трактат по электричеству и магнетизму, т. 2. Пер. с англ., Наука, М., 1989.

А. Эйнштейн, Л. Инфельд. Эволюция физики. Пер. с нем. Госиздат техн. – теор. лит., М., 1956, стр. 157.

Д.К. Миллер. Эксперименты по эфирному ветру и определение абсолютного движения Земли. Отчет в Кейсовской школе прикладной науки, 1933. Пер. с англ. в сб. «Эфирный ветер» под ред. В.А. Ацюковского, М., Энергоатомиздат, 1993.

F. Harres. Die Geschwindigkeit des Lichtes in bewegten Körpern. Dissertation, Jena, 1912. Пер. с нем. в кн. У.И. Франкфурт, А.М. Френк «Оптика движущихся тел», Наука, М., 1972, стр. 69.

G. Sagnac. L'ether lumineux demontre par l'effekt du vent relatif d'ether dans un interferjmetre en rotation uniforme. C. R., 1913, 157, p. 708...710. Пер. с франц. в кн. У.И. Франкфурт, А.М. Френк «Оптика движущихся тел», Наука, М., 1972, стр. 71.

B. Pogany. Uber die Wiederholung des Haress – Sagnaschen Versuches. Ann. Phys., 1926, 80, p. 217...231. Пер. с нем. в кн. У.И. Франкфурт, А.М. Френк «Оптика движущихся тел», Наука, М., 1972, стр. 72.

С.И. Вавилов. Экспериментальные основания теории относительности. Собр. соч. т. 4, Академиздат, М., 1956.

Дж. Лармор. Эфир и материя, Cambridge, 1900. Пер. с англ. в сб. «Принцип относительности» под ред. А.А. Тяпкина, Атомиздат, 1973.

W. Weber. Werke, Vol. 4, 247...299, Springer, Berlin, 1894. Пер. с нем. в кн. Н.Т. Роузвер. Перигелий Меркурия от Леверье до Эйнштейна. Пер. с англ., Мир, М., 1985, стр. 140...144.

Г.А. Лоренц. Электронная теория. Лейден, 1892. Пер. с нем. в кн. Н.Т. Роузвер. Перигелий Меркурия от Леверье до Эйнштейна. Пер. с англ., Мир, М., 1985, стр. 147.

П. Гербер. Пространственное и временное распространение гравитации. Z. Math. Phys., 43, p. 93...104, 1898. Пер. с нем. в кн. Н.Т. Роузвер. Перигелий Меркурия от Леверье до Эйнштейна. Пер. с англ., Мир, М., 1985, стр. 168...176.

К.Ф. Гаусс. Труды, т. 5, Королевское научное общество, Геттинген, 1867. Пер. с нем. в кн. Н.Т. Роузвер. Перигелий Меркурия от Леверье до Эйнштейна. Пер. с англ., Мир, М., 1985, стр. 145.

А.К. Тимирязев. Принцип относительности. В сб. «Теория относительности и материализм», М. – Л., 1925.

(Oryginalny artykuł na <http://n-t.ru/tp/ng/opo.htm>)