ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1995
Seria: MATEMATYKA-FIZYKA z. 76 Nr kol. 1287

Bronisław ŚREDNIAWA

SPÓR O PODSTAWY TEORII WZGLĘDNOŚCI MIĘDZY POLSKIMI MATEMATYKAMI, ASTRONOMAMI I FIZYKAMI W LATACH DWUDZIESTYCH I TRZYDZIESTYCH XX WIEKU

Streszczenie

W latach dwudziestych XX wieku doszło w Krakowie do sporu o podstawy teorii względności i w szczególności o pojęcie ciała sztywnego. Dyskusję wywołał artykuł matematyka Stanisława Zaremby, a wzięli w niej udział astronom Tadeusz Banachiewicz i fizycy Leopold Infeld i Jan Weyssenhoff.

THE CONTROVERSY ABOUT THE PRINCIPLES OF RELATIVITY IN THE TWENTIES OF XXTH CENTURY BETWEEN POLISH MATHEMATICIANS, ASTRONOMERS AND PHYSICISTS

Summary

In the twenties of XXth century a controversy aroused in Cracow about the principles of relativity, especially about the concept of the rigid body. The discussion was initiated by the mathematician Stanisław Zaremba, and the astronomer Tadeusz Banachiewicz and the physicists Leopold Infeld and Jan Weyssenhoff were engaged in it.

DER STREIT UM DIE PRINZIPIEN DER RELATIVITÄTSTHEORIE UNDER DEN POLNISCHEN MATHEMATIKERN, ASTRONOMERN UND PHYSIKERN IN ZWANZIGER UND DREISSIGER JAHREN DES XX JAHRHUNDERTS

Zusammenfassung

In den zwanziger Jahren des XX Jahrhunderts entstand der Streit um die Prinzipien der Relativitätstheorie und besonders über den Begriff des starren Korpers. Die Diskussion begann nach der Veröffentlichung der kritischen Arbeit des Mathematikers Stanisław Zaremba, und ihre Teilnehmer waren der Astronomer Tadeusz Banachiewicz und die Physiker Leopold Infeld und Jan Weyssenhoff.

1. Krytyka teorii względności przez Stanisława Zarembę

Wybitny matematyk krakowski Stanisław Zaremba (1863-1942) [1] rozpoczął studia techniczne w Petersburgu, po czym studiował matematykę w Paryżu. Doktorat z matematyki uzyskał w 1889 r. na Sorbonie. Po kilkuletnim pobycie we Francji został powołany na stanowisko profesora matematyki na Uniwersytecie Jagiellońskim w Krakowie, gdzie prowadził do końca życia działalmość naukową. Jego twórczość naukowa była związana z fizyką. W swojej autobiografii pisał (zob. [1]):

> „Już od młodości pociągały mnie problemy występujące w fizyce. Otóż fakt ten, oraz moje głębokie przekonanie, że badania w zakresie analizy mają pełną wartość naukową wtedy, gdy są zupełnie ścisłe, wyznaczyły charakter mojej twórczości naukowej."

Prace matematyczne Zaremby dotyczyły głównie równań różniczkowych cząstkowych drugiego rzędu, będących jednym z podstawowych narzędzi fizyki i techniki. Publikował jednak prace i podręczniki, w których przyjmując punkt widzenia matematyka, zajmował się podstawami teorii fizycznych. Dążył do możliwie ścisłego i drobiazgowego zaksjomatyzowania teorii fizycznych. Nie był zresztą w tym odosobniony. Aksjomatyzowaniem zasad fizyki zajmowali się wtedy znani fizycy (jak Duhem) i matematycy (do których należał Caratheodory).

Zaremba zajmował się następującymi problemami fizycznymi:

Hydrodynamika. Zaremba prowadził głównie polemikę z Władysławem Natansonem, profesorem fizyki teoretycznej Uniwersytetu Jagiellońskiego, który w latach 1897-1907 ogłosił serię prac z hydrodynamiki płynów lepkich.

Krystalografia. Wraz z krakowskim profesorem krystalografii Stefanem Kreutzem Zaremba prowadził badania nad podstawami krystalografii geometrycznej i zastosowaniem teorii grup skończonych do krystalografii. Monografia Kreutza i Zaremby „Sur le fondaments de la crystallographie géometrique" z 1919 r. stanowi obok dzieła W. Voigta „Lehrbuch der Kristalloptik" z 1910 r. jeden z fundamentów krystalografii.

Mechanika teoretyczna. Zaremba interesował się podstawami mechaniki teoretycznej, wydał skrypt oraz obszerny trzytomowy podręcznik mechaniki teoretycznej [2] pt. „Mechanika teoretyczna", którego dwa tomy zostały wydane, a trzeci znajduje się w rękopisie. Dzieło to, zawierające drobiazgowy i szczegółowy wykład podstawowych pojęć i zasad mechaniki teoretycznej klasycznej, nie jest właściwie podręcznikiem, lecz monografią, świadczącą o biegu myśli matematycznej w usiłowaniu do zaksjomatyzowania podstaw działu fizyki, jakim jest mechanika teoretyczna.

Teoria względności. Praca Zaremby pt. „Teoria względności wobec faktów stwierdzonych doświadczeniem i spostrzeżeniem" z 1922 r. [3], wywołała wspomniany we wstępie spór o podstawy teorii względności. Był to właściwie spór, w którym wystąpiły przede wszystkim różnice w podejściu do zagadnień przyrodniczych i w sposobie myślenia z jednej strony pewnej grupy matematyków, pracujących (głównie w pierwszej połowie naszego wieku) nad aksjomatyzacją teorii fizycznych, a z drugiej strony fizyków i astronomów. Zaremba wyraził we wspomnianej pracy swój krytyczny w tym czasie stosunek do teorii względności, pisząc:

> „... Trudno nie wyznać, że teoria ta obiecuje zbyt wiele, żeby nie skłonić nas do pewnej nieufności, a to tym bardziej że przyjęcie rzeczonej teorii wymagałoby ogromnych ofiar. Należy więc dokładnie zbadać, czy tezy wysnute z doświadczenia, a podawane przez relatywistów jako następstwa logiczne przesłanek teorii względności rzeczywiście z przesłanek tych wynikają... Żeby więc celu nie chybić, winniśmy wszelkich dołożyć starań, aby dosięgnąć jak największej precyzji przy wysławianiu się i jak największej ścisłości przy dowodach...
>
> Przesłanki teorii względności nie wystarczają do ustanowienia jakiejkolwiek odpowiedniości między liczbowymi wartościami symbolów, występujących w rzeczonej teorii a jakimiś pomiarami."

Praca Zaremby składa się z dwóch części. Część pierwsza poświęcona jest aksjomatyce podstaw najpierw ogólnej, potem szczególnej teorii względności i podstaw mechaniki nierelatywistycznej, a zwłaszcza tych części aksjomatyki, które zajmują się własnościami czasoprzestrzeni. Autor opierał się na ujęciu Hilberta podstaw ogólnej teorii względności. Ujęcie to uważał za jasno sformułowane i rozbudował je w szczegółach, które uznał za zbyt krótko omówione przez Hilberta. Jako pojęcia pierwotne Zaremba rozważał punkt geometryczny, chwilę, punkt fizyczny i punktochwilę w czterowymiarowej przestrzeni z metryką

Riemanna. Wyraziwszy własności przestrzeni i czasoprzestrzeni za pomocą aksjomatów, Zaremba rozważał łuki regularne w podprzestrzeni trójwymiarowej i ich długości, zdefiniowane przez narzucające się aksjomaty i określił odległość dwóch punktów geometrycznych jako minimum długości łuku regularnego między nimi. Następnie Zaremba określił ciało sztywne jako układ punktów fizycznych (S), których

> „odległości wzajemne, szacowane w jakimkolwiek normalnym [tj. spełniającym warunki Hilberta, B. Ś.] układzie współrzędnych są niezależne od chwili, której odpowiadają",

po czym dodał objaśnienie:

> „Z brzmienia powyższej definicji wynika, że ewentualna własność jakiegokolwiek układu punktów fizycznych (S) jest bezwzględną własnością tego układu w tym sensie, że wykluczoną jest rzeczą, żeby odpowiedź na zapytanie, czy jakiś oznaczony układ punktów fizycznych jest sztywny, różnie mogła wypaść, zależnie od bliższego sprecyzowania jakichś okoliczności w powyższej definicji nie oznaczonych; krótko mówiąc, ewentualna własność sztywności jakiegoś układu punktów fizycznych jest wewnętrzną jego własnością. "

Łatwo stwierdzić, że powyższe określenie ciała sztywnego jest niezgodne z zasadami teorii względności, w której nie występuje ogólne pojęcie ciała sztywnego. W szczególnej teorii względności sens ma jedynie pojęcie ciała w przybliżeniu sztywnego w układzie inercjalnym, w którym to ciało spoczywa, a w ogólnej teorii względności w układzie lokalnie inercjalnym, w którym to ciało spoczywa.

W drugiej części pracy Zaremba przyjął aksjomat, który nazwał aksjomatem (A), wiążący teorię z jej sprawdzianem doświadczalnym. Aksjomat ten żąda, aby podać teoretyczną definicję narzędzi mierniczych, np. nitki mierniczej i zegara świetlnego, oraz

> „oznaczyć takie rzeczywiście istniejące układy punktów fizycznych, które mogłyby być uważane za nadające się do zastępowania powyższych narzędzi teoretycznych z dostatecznym stopniem przybliżenia".

W dalszym ciągu Zaremba ograniczył się do szczególnej teorii względności i pokazał, że zdefiniowane przez niego ciało sztywne mogłoby w układzie inercjalnym wykonywać tylko ruch postępowy jednostajny. Takie ciało nie mogłoby zatem być przyrządem mierniczym. Wobec tego nie można mówić o jakimkolwiek doświadczalnym potwierdzeniu teorii względności.

Zaremba podkreślił jednak wyraźnie, że jego celem nie było obalenie teorii względności, pisząc, że

„Wobec powyższego stanu rzeczy mowy obecnie być nie może o potwierdzeniu albo o obaleniu teorii względności na podstawie faktów stwierdzonych przez jakieś doświadczenia lub spostrzeżenia. Żeby taka kontrola teorii względności stała się możliwą, należałoby uprzednio uzupełnić stosownie zespól jej przesłanek. Ponieważ jednak nie wykazałem, że rzeczone uzupełnienie teorii względności jest niemożliwe, przeto kwestia utrzymania się tej teorii w nauce pozostaje narazie otwartą i każdy badacz może, nie narażając się na konflikt z logiką, taką w tym względzie wyznawać opinię, która dogadza jego umysłowości. W każdym razie należy zaznaczyć, że bez względu na ostateczny los teorii względności, teoria ta wyrządziła pewne usługi nauce, już przez to, że natchnęła niektórych badaczy do znakomitych prac z zakresu ogólnej geometrii, których wartość naukowa nie zależy od losu teorii względności, już przez to, że spowodowała, jak się zdaje odkrycia nieznanych jeszcze zjawisk."

2. Odpowiedź Tadeusza Banachiewicza

Ukazanie się pracy Zaremby wywołało ostry spór i ożywioną dyskusję z profesorem astronomii Uniwersytetu Jagielońskiego, Tadeuszem Banachiewiczem (1882-1954), zdecydowanym zwolennikiem teorii względności. Dyskutanci przedstawiali swoje stanowiska w przesyłanych do przeciwnika listach. Banachiewicz opublikował też artykuł pt. „Uwagi krytyczne nad rozprawą prof. dr Zaremby: Teoria względności wobec faktów stwierdzonych doświadczeniem i spostrzeżeniem" [4], w której sprzeciwił się przyjętej przez Zarembę definicji ciała sztywnego i zarzucił mu, że

„...na skutek dziwnego daltonizmu geometrycznego nie spostrzegł, że jego definicja ciała sztywnego nie tylko nie jest definicją relatywistów, ale musi być przez nich a limine odrzucona..."

Według Banachiewicza definicja ciała sztywnego przyjęta przez Zarembę jest przybliżeniem, zresztą niedopuszczalnym, gdy rozważa się zjawiska, które teoria względności ma wytłumaczyć:

„Metrologię ogólnej teorii względności zwalcza p. Z. na zasadzie arbitralnie przez siebie przyjętego, bliżej nie umotywowanego aksjomatu. Aksjomatyzując specjalną teorię względności p. Z. wybiera i przypisuje relatywistom taką definicję ciała sztywnego, która a limine musi być przez nich odrzucona... Zakres ruchów tego ciała sztywnego musiałby być bardzo ograniczony. W trudności (czy niemożności) zdefiniowania ciała sztywnego p. Z. dopatruje się kardynalnego braku metrologii relatywistycznej."

Przy takiej definicji ciała sztywnego występuje trudność w realizacji postulatu (A) Zaremby. Ale postulat ten jest niepotrzebny,

> „gdyż w teorii pomiarów nie chodzi o ciała sztywne we wszystkich układach współrzędnych a tylko o sztywność w jednym [inercjalnym, B. Ś] układzie współrzędnych, w tym, w którym czynione są pomiary... Na ewolucję, względnie przyszłe losy doktryny Einsteina — jakiekolwiek one będą — praca p. Z., zdaniem naszym, żadnego wpływu nie wywrze, gdyż, od początku do końca, oparta jest na sądach powierzchownych i na swoistym zrozumieniu stanowiska relatywistów."

3. Dalsza działalność Stanisława Zaremby w dziedzinie teorii względności

Zaremba ogłosił swoją krytykę teorii względności także w języku francuskim [5], [6]. Publikacje te wywołały krytyczne uwagi recenzenta J. Rossignola, który napisał [7]:

> „Aby rozwinąć swoje propozycje, Zaremba opiera się tylko na ogólnych stwierdzeniach i unika wszelkiej ścisłości."

Zaremba przedstawił również ówczesne stanowisko wobec teorii względności w dwugodzinnym wykładzie na Uniwersytecie Jagiellońskim. Obecny na tym wykładzie Leopold Infeld napisał w swoich pamiętnikach [8] z niesmakiem:

> „W letnim semestrze profesor Zaremba miał dwugodzinny wykład, obalający tę teorię [tj. teorię względności, B. Ś]. Wykład uchodził za bardzo mądry; obecny był na nim profesor Białobrzeski, który skwapliwie notował jego treść. Bolesne było słuchać wielkiego matematyka, bredzącego, że nie można w teorii względności podać definicji ciała sztywnego i wobec tego cała teoria jest do niczego. Oczywiście, że zarzut był bezsensowny, ale obalenie go w roku 1921 nie było takie proste."

Sam Zaremba porzucił jednak wkrótce swój krytyczny stosunek do teorii względności [9]. Jego praca z 1924 r., zatytułowana „O ruchu ciał stałych, podlegających kontrakcji Lorentza w kierunku jego prędkości" [10] nie zawierała już żadnej krytyki teorii względności. Autor udowodnił w niej twierdzenie, odnoszące się do szczególnej teorii względności, mówiące, że ciało podlegające skróceniu Lorentza i poruszające się względem eteru wykonuje ruch prostoliniowy jednostajny. W dzisiejszej terminologii można by to twierdzenie sformułować mówiąc, że ciało podlegające skróceniu Lorentza wykonuje ruch prostoliniowy jednostajny względem dowolnego układu współrzędnych inercjalnych.

4. Prace Leopolda Infelda o pomiarach przestrzenno-czasowych

Bezpośrednią odpowiedzią na zarzuty Zaremby są dwie prace Leopolda Infelda (1898 - 1968) pt. „O pomiarach przestrzenno-czasowych w fizyce klasycznej i teorii względności, I, II" [11], napisane w języku polskim z obszernym streszczeniem francuskim. W pierwszej pracy Infeld dyskutował problem pomiarów długości i czasu w fizyce klasycznej oraz szczególnej teorii względności, przyjmując jako podstawę poglądy Einsteina, Eddingtona i Hilberta. Szczególną uwagę poświęcił pojęciu ciała sztywnego. Za wspomnianymi już uczonymi Infeld uważał, że zasadniczych przyrządów pomiarowych, a wśród nich sztabki mierniczej i idealnego zegara nie można określić poza obrębem praw fizyki, można jednak z praw fizyki wysnuć ich konstrukcję.

Punktem wyjścia dla Infelda były uwagi Einsteina, zawarte w jego wykładzie „Geometrie und Erfahrung" (Geometria a doświadczenie). Einstein odróżniał „geometrię dedukcyjną", zbudowaną aksjomatycznie, której doświadczenie nie może potwierdzić ani obalić, od „geometrii praktycznej", będącej działem fizyki, przenoszącej twierdzenia geometrii dedukcyjnej na przedmioty rzeczywiste. Doświadczenie może potwierdzić lub obalić twierdzenia geometrii praktycznej.

W fizyce istnieje zbiór przedmiotów, tzw. ciał sztywnych, taki że każdy jego element można przyporządkować, przynajmniej w dostatecznym przybliżeniu, pewnemu tworowi geometrii dedukcyjnej. Przy tym ciała, do których stosują się twierdzenia euklidesowej geometrii praktycznej, stanowią zbiór ciał sztywnych. Uogólniając te rozważania, Infeld wziął pod uwagę zbiór wszystkich praw doświadczalnych fizyki klasycznej:

> „W tym zbiorze praw doświadczalnych zawarte jest implicite określenie ciał sztywnych i zasadniczych przyrządów mierniczych, których konstrukcję możemy wysnuć ze zbudowanego już systemu fizyki."

A więc wyodrębniony zbiór odpowiednich praw doświadczalnych staje się definicją ciał sztywnych i przyrządów mierniczych.

Prawa fizyki klasycznej i teorii względności są na ogół różne. Istnieje jednak zbiór praw doświadczalnych wspólnych obu teoriom. W szczególności, sposób przyporządkowania danemu zjawisku chwili i współrzędnych przestrzennych jest w obu teoriach identyczny. Każdy układ inercjalny fizyki klasycznej jest również układem inercjalnym szczególnej teorii względności. Własności ciał spoczywających są w obu teoriach takie same. Prędkość światła w układzie inercjalnym, w którym źródło światła spoczywa, jest stała w obu teoriach. Różnica między fizyką klasyczną a szczególną teorią względności ujawnia się dopiero wówczas, gdy zajmiemy się dwoma układami współrzędnych, poruszającymi się względem siebie ruchem postępowym jednostajnym.

Fizyka klasyczna zakłada, że miarki nie zmieniają się przy przejściu od jednego układu do drugiego i zegary, mające ten sam chód, wyregulowane w chwili początkowej, będą w każdym układzie współrzędnych wskazywać ten sam czas. Współrzędne przestrzenne i czas przekształcają się według transformacji Galileusza.

W szczególnej teorii względności zakłada się natomiast, że stała prędkość światła ma tę samą wartość we wszystkich inercjalnych układach współrzędnych. Współrzędne przestrzenne i czas w obu układach podlegają transformacji Lorentza.

W fizyce klasycznej można mówić o ciele sztywnym, spoczywającym w dowolnym układzie współrzędnych, w szczególnej teorii względności tylko o ciele sztywnym, spoczywającym w układzie inercjalnym. A zatem ciało sztywne ma w fizyce klasycznej i w teorii względności inne własności.

W drugiej części swojej pracy Infeld zajął się wyznaczaniem układów współrzędnych za pomocą pomiarów. Dodatkową trudność sprawia fakt, że układu inercjalnego nie można zrealizować w dowolnie wielkim obszarze czasoprzestrzennym. Ogólna teoria względności pozwala jednak na realizację układów lokalnie inercjalnych. W takich układach można posługiwać się pojęciem bardzo krótkich miarek sztywnych, a mając zegary można rozwinąć metodę mierzenia przedziałów czasoprzestrzennych w ogólnej teorii względności. Metodę tę Infeld referuje zgodnie z poglądami Eddingtona. Kończąc swoje rozważania Infeld stwierdził:

> „Z treści niniejszej pracy wynika, że określenie ciał doskonale sztywnych poza prawami fizyki jest równie niemożliwe w fizyce klasycznej jak i w teorii względności. Fizyka klasyczna i teoria względności zawierają implicite określenie ciał doskonale sztywnych i przypisują tym samym przedmiotom rzeczywistym różne własności."

Tu właśnie tkwi zasadnicza różnica pomiędzy sposobem budowania teorii fizycznych a formułowaniem teorii matematycznych, gdyż w matematyce formułuje się definicje niezależnie od twierdzeń, a tego właśnie żądał Zaremba od teorii względności. Przyjęcie definicji ciała sztywnego z zewnątrz, nie powiązanej z całością faktów fizyki relatywistycznej spowodowało podniesione przez Zarembę trudności w interpretacji podstaw teorii względności.

Wiele lat później Infeld napisał w swoich wspomnieniach [8]:

> „Zarembie właściwie zawdzięczam dwie moje następne prace [te które właśnie omówiliśmy, B. Ś], rozprawiające się z jego zarzutami. Ale Zaremba był tak pewny swego, że nigdy nie zadał sobie trudu czytania tych prac, przekonany, że są idiotyczne."

Można jednak w świetle wypowiedzi Weyssenhoffa i pracy Zaremby z 1924 r. mieć pewne wątpliwości, czy ta uwaga Infelda była w pełni obiektywna.

5. Prace Jana Weyssenhoffa o podstawowych własnościach czasoprzestrzeni

Podstawami teorii względności zajmował się również Jan Weyssenhoff (1889-1972), profesor fizyki teoretycznej w Wilnie oraz w Krakowie. Weyssenhoff zetknął się z Einsteinem w Zurychu [12] w latach 1916 i 1919. Pierwsza z wileńskich prac Weyssenhoffa o teorii względności, będąca wstępem do dalszych badań w tej dziedzinie, zatytułowana „Komentarze do teorii względności I", [13], została ogłoszona w języku polskim ze streszczeniem niemieckim. Była ona pośrednią odpowiedzią na zarzuty Zaremby, chociaż nazwiska Zaremby i Infelda nie zostały w niej wymienione. W pracy tej Weyssenhoff określił swoje stanowisko metodologiczne. Wyszedł z uwagi, że istnieją dwa sposoby precyzowania teorii fizycznych. Pierwszy z nich to aksjomatyzacja podstaw fizyki, wzorowana na aksjomatyzacji teorii matematycznych. Drugi sposób polega na konkretnym, naocznym ujęciu podstaw fizyki aż do najdrobniejszych szczegółów. Służy do tego podanie „doświadczeń idealnych", służących do pomiarów każdej nowo wprowadzonej wielkości. Metoda ta ma charakter raczej analityczny niż syntetyczny, ale stanowi przygotowanie do ujęcia syntetycznego całości podstaw fizyki, może więc służyć do aksjomatyzacji podstaw teorii fizycznych, odpowiadających wymaganiom fizyków. W metodzie naocznej gra rolę intuicja, której znaczenie należy sobie uświadomić, gdyż w przeciwnym razie przy sformułowaniu matematycznym teorii można osiągnąć tylko pozory ścisłości, które są często bardziej niebezpieczne od przyznania się do pewnej, koniecznej na danym etapie nauki, nie wystarczającej precyzji.

Metodę naoczną przyjął Weyssenhoff jako odpowiednią metodę badawczą dla fizyka. W pracy pt. „Poglądowość w teorii względności I. współrzędne liniowe i składowe g_{ik} w szczególnej teorii względności" [14] zajął się zagadnieniem pomiarów składowych tensora metrycznego w szczególnej teorii względności, a następnych dwóch pracach pt. „Pole metryczne i grawitacyjne" [15] i „Poglądowość w teorii względności II. Pomiary czasowo - przestrzenne w polach grawitacyjnych" [16] zajął się wyznaczaniem składowych tensora metrycznego i zagadnieniem układów inercjalnych w ogólnej teorii względności. Wyniki tych prac Weyssenhoffa przeszły do literatury podręcznikowej [17]. Dokładniejsze omówienie wyników wspomnianych prac Weyssenhoffa znajduje się w artykułach [18] i [19].

Spór o zasady teorii względności zainteresował fizyków i matematyków polskich w okresie, gdy teoria względności nie była jeszcze szeroko znana. Przyczynił się do pogłębienia znajomości tej teorii i do zrozumienia różnic w podejściu fizyków i matematyków do podstaw fizyki. Był przyczyną opublikowania interesujących badań Infelda i Weyssenhoffa, jak i samego Zaremby w dziedzinie teorii względności. Miał więc, jak wiele kontrowersji w nauce, skutki dodatnie.

Literatura

[1] Szarski J.: Wiadomości Matematyczne 5, (1962), 15.

[2] Zaremba S.: Mechanika teoretyczna. T. I, 1937, t. II, 1939, t. III w rękopisie, arch. PAN w rękopisie nr 1 - 220 A.

[3] Zaremba S.: Teoria względności wobec faktów stwierdzonych doświadczeniem i spostrzeżeniem. Kraków 1922.

[4] Banachiewicz T.: Roczniki Astron. Obserwatorium Krakowskiego 2, (1923), 1.

[5] Zaremba S.: Journal de mathem. pure et appliquée IX, 1, (1922), 105.

[6] Zaremba S.: Scientia 31, (1922), 31.

[7] Rossignol R.: Journ. de physique 33, no. 9, (1923).

[8] Infeld L.: Kordian, fizyka i ja. PIW, Warszawa 1968, s. 225 (zob. s. 185).

[9] Informacja uzyskana od prof. J. Weyssenhoffa.

[10] Zaremba S.: Bull. Soc. Math. de France 52, (19240, 596.

[11] Infeld L.: Sprawozdania i prace PTF. No 3. cz. I 5, cz. II (1927), 117.

[12] Weyssenhoff J.: Postępy Fizyki 6, (1955), 481.

[13] Weysenhoff J.: Spraw. i Prace PTF 3. (1928). 295.

[14] Weysenhoff J.: Zeits. f. Phys. 95, (1935), 381.

[15] Weysenhoff J.: Bull. Acad. Sci., Classe math. - nat., Serie A, (1937), 252.

[16] Weysenhoff J.: Zeits. f. Phys. 107, (1937), 64.

[17] Moeller C.: The Theory of Relativity. Clarendon Press, Oxford 1952, 386.

[18] Średniawa B.: Zeszyty Naukowe UJ, Prace Fizyczne 24, (1985), 1 (zob. rozdz. 8, 9 i App. 6.

[19] Średniawa B.: Postępy Fizyki 43, (1992), 367.

Abstract

The controversy between Cracow scientists about the principles if relativity began in 1922, when Cracow mathematician Stanisław Zaremba published his criticism conserning relativity. He maintained there that the assumptions accepted by physicists in relativity were not sufficient to compare it with experiments. The answer to his paper was published by the astronomer Tadeusz Banachiewicz, who stated that the difficulties raised by Zaremba were caused by Zaremba's definition of the rigid body, which was incompatible with other assumptions of relativity. In next years the physicists Leopold Infeld and Jan Weyssenhoff took also part in the discussion. They explained the differences between the point of view of a mathematician who tries to axiomatize physical theory and of the physicist constructing physical theory who takes into account the set of experimentally stated physical laws.

In next years Zaremba changed his opinion on relativity and became its adherent.