

JAN SUCH

## MIEJSCE TEORII WZGLĘDNOŚCI W OBSZARZE WIEDZY LUDZKIEJ

### 1. WSTĘP

Setna rocznica szczególnej teorii względności (STW) oraz dziewięćdziesiąta rocznica ogólnej teorii względności (OTW) skłania do zastanowienia się, jakie jest miejsce teorii względności w systemie wiedzy ludzkiej. Obie teorie względności łącznie tworzą jądro fizyki relatywistycznej, uznawanej za ostatni etap rozwoju fizyki klasycznej, poprzedzający współczesną nieklasyczną fizykę kwantową, która mogłaby też nosić miano relatywistycznej fizyki kwantowej. Mogłaby, gdyby nie fakt, że OTW oraz mechanika kwantowa różnią się radykalnie pod wieloma względami, znajdującymi wyraz w całkowicie odmiennej – zarówno od strony fizycznej jak i matematycznej – aparaturze pojęciowej, przy czym w zastosowaniu do ekstremalnych warunków panujących czy to w pobliżu Wielkiego Wybuchu, czy to w centrum czarnych dziur, czy też na poziomie wielkości Plancka prowadzą do rozbieżnych wyników.

W artykule omawiam kolejno: (1) miejsce teorii względności w rozwoju fizyki i kosmologii, (2) jej wkład do rozwoju matematyki, (3) znaczenie teorii względności w rozwoju techniki oraz (4) rolę teorii względności w rozwoju filozofii.

## 2. MIEJSCE TEORII WZGLĘDNOŚCI W ROZWOJU FIZYKI I KOSMOLOGII

Fizykę relatywistyczną można rozpatrywać w dwu aspektach. Z jednej strony stanowi ona zwieńczenie fizyki klasycznej, rozumianej jako fizyka przedkwantowa. Z drugiej strony jest ona – obok mechaniki kwantowej – drugim podstawowym paradygmatem współczesnej fizyki. Szczególna teoria względności (STW), rozwiązując sprzeczność, która się zarysowała między mechaniką klasyczną a klasyczną elektrodynamiką, rozszerzyła zakres zastosowań mechaniki na wszelkie ruchy, niezależnie od ich prędkości. Zasada względności wyrażona za pomocą transformacji Galileusza okazała się niezgodna z elektrodynamiką klasyczną, dlatego w celu objęcia nią wszelkich zjawisk fizycznych zaszła konieczność zastąpienia transformacji Galileusza transformacjami Lorentza. W tym sensie STW można rozpatrywać jako zwieńczenie elektrodynamiki klasycznej<sup>1</sup>. Wymagało to jednak oparcia nowej fizyki na zasadzie stałości prędkości światła. Wyróżnienie prędkości światła jako absolutnej (inwariantnej) wiodło do wielkiego przewrotu w dotychczasowych zapatrywaniach na czas i przestrzeń, do ich relatywizacji.

Był to zarazem pierwszy wielki wyłom w gmachu fizyki klasycznej, mimo że znana była już wówczas hipoteza kwantów, sformułowana przez M. Plancka pięć lat wcześniej. Sam Planck ujmował bowiem początkowo swą hipotezę kwantów raczej jako pewien chwyt matematyczny, i dopiero Einstein, wyjaśniając w 1905 r. efekt fotoelektryczny, nadał tej hipotezie realistyczny wymiar i tym samym ujawnił rewolucyjne znaczenie w rozwoju fizyki. Pewną rolę w powstaniu STW odegrała także coraz wyraźniej zarysowująca się niezgodność mechaniki klasycznej z nowymi faktami doświadczalnymi, takimi jak wzrost masy cząstek wraz ze wzrostem ich prędkości czy negatywny wynik eksperymentów, mających na celu odkrycie ruchu Ziemi względem eteru.

STW połączyła parami czas z przestrzenią i masę z energią oraz jeszcze mocniej niż elektrodynamika Maxwella sprzęgła z sobą pole elektryczne i pole magnetyczne. W czterowymiarowym ujęciu Minkowskiego stała się punktem wyjścia do zbudowania jeszcze bardziej fundamentalnej teorii – ogólnej teorii względności (OTW), która z kolei rozwiązała sprzeczność

---

<sup>1</sup> Sam kiedyś ucześniełem na wykłady Lwa Landaua z elektrodynamiki klasycznej, które kończyły się wykładami z STW.

między STW oraz teorią grawitacji Newtona. Einstein pierwszy zrozumiał, że na powstaniu STW przewrót w fizyce makroskopowej nie może się zakończyć, gdyż nowa teoria podważa teorię grawitacji Newtona. Zależność masy od energii sprawia, że ciała w ruchu zwiększają swą moc przyciągania grawitacyjnego, czego nie uwzględniała teoria Newtona.

Jak widać, także powstanie OTW było zdeterminowane głównie przez niespójność interteoretyczną. Eksperyment myślowy Einsteina z 1907 r. prowadził do wniosku, że w obracającym się dysku, z uwagi na kontrakcję obwodu dysku, wielkość  $\pi$  ulega pomniejszeniu, z czego wynika, że w układzie przyspieszonym obowiązuje geometria Riemanna. Zastosowanie do tego wyniku zasady równoważności przyspieszenia i grawitacji doprowadziło Einsteina do przekonania, że także w polu grawitacyjnym (o niezerowym natężeniu) spełniona jest geometria Riemanna. Wynik ten stanowił kolejne fundamentalne przeobrażenie naszych zapatrywań na czas i przestrzeń, które przestały być pasywną areną zjawisk fizycznych. Pewną rolę w powstaniu OTW odegrały zapewne także fakty doświadczalne, trudne do wytłumaczenia na gruncie teorii grawitacji Newtona, aczkolwiek inni fizycy nie widzieli w tym czasie podstaw do modyfikacji tej teorii. Wśród tych faktów największe kłopoty sprawiał dostrzeżony już 85 lat przed powstaniem OTW ruch peryhelium Merkurego, który stanowił historycznie pierwsze potwierdzenie nowej teorii grawitacji.

Jeśli idzie o dalszy rozwój fizyki, to STW tworzyła zasadniczy element wiodący do powstania – obok OTW – drugiej wielkiej teorii, elektrodynamiki kwantowej. Pierwszym krokiem w tym kierunku była relatywistyczna teoria elektronu Diraca, która stanowiła poważne osiągnięcie wskazujące na możliwość zjednoczenia fizyki relatywistycznej z fizyką kwantową. Doniosłość tej teorii wynikała nie tylko z tego, że przewidywała istnienie antycząstek<sup>2</sup>, lecz także, a nawet przede wszystkim z tego, że prowadziła ona do zbudowania kwantowej elektrodynamiki i w konsekwencji kwantowej teorii pola. STW, umożliwiając budowanie takich urządzeń jak stopy atomowe czy akceleratory, przyczyniła się także do rozwoju takich działów fizyki jak fizyka atomowa, fizyka jądrowa oraz fizyka cząstek elementarnych i wysokich energii.

---

<sup>2</sup> Dirac zauważył, że wzór Einsteina  $E = mc^2$  we właściwym zapisie powinien mieć postać  $E = \pm mc^2$ , co doprowadziło go do wniosku o istnieniu cząstek nazwanych potem antycząstkami i zbiorczo określonych mianem antimaterii.

Jądrem współczesnej fizyki relatywistycznej jest OTW, jednocząca w sobie zarówno relatywistyczną mechanikę, jak też relatywistyczną teorię grawitacji. Wykazując nieeuklidesowy (Riemannowski) charakter czasoprzestrzeni, stanowiła ona dalsze odstępstwo od fizyki Newtona – zarówno w jej komponencie mechanicznym jak też grawitacyjnym. Zarazem zapoczątkowała ona proces geometryzacji fizyki i uczyniła kolejny krok w ugruntowaniu w fizyce podejścia polowego<sup>3</sup>.

OTW – dzięki swej globalnej i wielkoskalowej strukturze – stanowiła też fundament dla zbudowania kosmologii relatywistycznej, zapoczątkowanej przez Einsteina w 1917 r. Była to kosmologia naukowa, tworząca nowy dział fizyki – fizykę megaświata. Jedynie silne przywiązanie Einsteina do dominującej przez stulecia koncepcji Wszechświata niezmiennego nie pozwoliło temu wielkiemu uczonemu przewidzieć faktu jego rozszerzania. Od 1922 r. – dzięki pracom Friedmanna, Lemaître’a, Hubble’a, Gamowa i innych – przedmiot kosmologii relatywistycznej stał się dwuczłonowy: stała się ona nauką nie tylko o budowie, lecz także o ewolucji Wszechświata. Na jej podstawie powstała teoria Wielkiego Wybuchu oraz opracowano standardowy model ewolucji kosmologicznej. Od lat siedemdziesiątych zeszłego stulecia kosmologia weszła w nową fazę i pod mianem kosmologii kwantowej (lub kwantowo-relatywistycznej) podjęła fundamentalny problem, stanowiący dotąd przedmiot zainteresowania teologii i filozofii – problem pochodzenia Wszechświata. Tym samym przedmiot kosmologii stał się trójczłonowy. Jest to obecnie nauka o budowie, ewolucji i pochodzeniu Wszechświata. W astrofizyce OTW doprowadziła do opracowania teorii czarnych dziur oraz do wyjaśnienia natury kwazarów. W związku z teorią czarnych dziur pojawiły się pierwsze próby połączenia OTW z mechaniką kwantową, podejmowane przez S. Hawkinga i innych. W ich wyniku odkryto promieniowanie czarnych dziur, co znalazło wyraz w powiedzeniu Hawkinga, że czarne dziury nie są czarne, lecz szare. Także budowana obecnie teoria kształtowania się struktur kosmologicznych, w tym gwiazd i galaktyk, wiele zawdzięcza OTW.

Dzięki badaniom kosmologicznym nad wczesnym Wszechświatem zrozumiano też w drugiej połowie XX stulecia znaczenie OTW dla innych niż astrofizyka i kosmologia działów fizyki i pojawił się program połączenia

---

<sup>3</sup> Warto przy okazji odnotować, że według Einsteina powstanie fizyki polowej, zainicjowanej przez elektrodynamikę klasyczną, stanowiło najgłębszy przełom w dziejach fizyki, głębszy nawet niż przełomy relatywistyczny czy kwantowy.

dwóch fundamentalnych teorii fizycznych: OTW i mechaniki kwantowej (MQ) w teorię kwantowej grawitacji. Jest to zarazem najambitniejszy program współczesnej fizyki – program pełnej unifikacji fizyki (zwany też programem superunifikacji), którego celem jest połączenie wszystkich fundamentalnych oddziaływań fizycznych (włączając grawitację). W zamyśle Einsteina zunifikowana teoria pola powinna znieść wszelkie dualizmy w fizyce, oddzielające materię korpuskularną od materii polowej, czasoprzestrzeń od materii czy materię od oddziaływania.

W ten sposób teoria względności – obok mechaniki kwantowej – stanowiła w XX wieku i stanowi w XXI wieku jeden z dwu podstawowych wyznaczników dalszego rozwoju fizyki w jej szerokim rozumieniu, obejmującym astrofizykę oraz kosmologię.

### 3. WKŁAD TEORII WZGLĘDNOŚCI DO ROZWOJU MATEMATYKI

Drugim wielkim działem nauki, na którego rozwój teoria względności wywarła duży wpływ, jest matematyka. Nowa wielka teoria fizyczna, jaką jest OTW, wymagała zastosowania nowego aparatu matematycznego, którego poszukiwanie kosztowało Einsteina, jak wiadomo, wiele trudu i wiele czasu<sup>4</sup>. Podstawowy aparat formalny w postaci ściśle ze sobą powiązanych trzech działów matematyki: geometrii Riemanna, geometrii różniczkowej oraz rachunku tensorowego był już w zasadzie gotowy, wymagał jednak dalszego rozwinięcia, w którym także sam Einstein miał swój udział. Nawiązując do artykułu A. Einsteina i M. Grossmanna (zamieszczonego w „Zeitschrift für Mathematik und Physik” 62, 225, z 1913 r.), biograf Einsteina, Abraham Pais, pisze: „Ta mistrzowska praca wyjaśnia, dlaczego z matematycznego punktu widzenia można uważać ogólną teorię względności za kulminacyjny punkt szlachetnej linii wywodzącej się z prac Carla Friedricha Gaussa, którą następnie kształtowali Georg Friedrich Bernhard Riemann, Elwin Bruno Christoffel, Gregorio Ricci-Curbastro, Tullio Levi-Civita i inni matematycy” [PAIS 2001, s. 223].

Teoria względności stymulowała też rozwój pewnych nowych działów matematyki, wymagających zastosowania metod i technik globalnych. M. Hel-

---

<sup>4</sup> Według biografów opóźniło ono powstanie OTW o około 2 lata.

ler pisze na ten temat: „Teoria względności od samego początku była predysponowana do asymilacji metod globalnych, gdyż – począwszy od słynnej pracy Minkowskiego z 1908 roku – działała ona w środowisku geometrii czasoprzestrzeni, a kosmologia relatywistyczna od samego początku postawiła zagadnienie struktury czasoprzestrzeni jako całości. Nic więc dziwnego, że właśnie w astrofizyce i kosmologii relatywistycznej metody globalne stały się skutecznym narzędziem, prowadzącym do głębokich wyników” [HELLER 1995, s. 136; zob. też RAINE, HELLER 1981]. Przy tym „Teoria względności działa w przestrzeniach z nieokreśloną metryką Riemanna (tzw. metryka Lorentza), prawie nie tykanych przedtem przez matematyków; przestrzenie te mają drastycznie odmienną strukturę od zwykłych przestrzeni Riemanna i trzeba było dla nich wypracować nie znane dotychczas techniki globalne. [...] Fizyka, w pewnym sensie, zrewanżowała się matematyce: dzięki postępowi w fizyce relatywistycznej powstał nowy dział matematyki – globalna teoria przestrzeni Lorentza” [HELLER 1995, s. 136-137]. W tym kontekście podkreśla się rolę szkoły angielskiej, a zwłaszcza osiągnięcia R. Penrose’a, który opracowując swą teorię twistorów, oddał zarówno teorii względności, jak i rozwinięciu globalnych metod w matematyce wielkie usługi [zob. tamże]. W świetle powyższych przykładów nie może dziwić stwierdzenie Penrose’a, że „bardzo często się okazuje, że najbardziej owocne koncepcje matematyczne wywodzą się z pojęć, które zrodziły się w teoriach fizycznych” [PENROSE 1997, s. 61].

#### 4. ZNACZENIE TEORII WZGLĘDNOŚCI DLA ROZWOJU TECHNIKI

Z uwagi na swój globalny, można rzec kosmologiczny wymiar OTW nie wywarła na technikę tak wielkiego bezpośredniego wpływu, jaki był udziałem STW. Ta ostatnia, dzięki takim ustaleniom, jak prawo równoważności masy i energii czy tzw. efekty relatywistyczne (wzrost masy ciała wraz z jego prędkością, kontrakcja Lorentza, dylatacja czasu), stanowiła fizyczny fundament rozwoju zarówno licznych technologii cywilnych, jak i wojskowych. Bez tych wyników ani techniki stosowane w fizyce wysokich energii i tym samym fizyce cząstek elementarnych (np. akceleratory), ani techniki stosowane w procesie wyzwalamia energii atomowej i termojądrowej nie mogłyby się pojawić. Sprzyjało to także, rzecz jasna, rozwojowi samej fizyki, nie zaś tylko techniki, o czym już wspominałem. Odkrycie w 1905 r., że

w każdym kawałku materii drzemie ogromna ilość energii, z jednej strony zapowiadało możliwość wykorzystania przez człowieka ogromnych zasobów energii, ale z drugiej strony stanowiło ostrzeżenie, że cywilizacja techniczna jest zdolna do samozagłady. W ten sposób wiek XX swoją nazwę „wieku atomu” zawdzięcza w dużej mierze STW, która na równi z mechaniką kwantową legła u podstaw współczesnej elektrodynamiki kwantowej i innych teorii mikroświata.

Jeśli idzie o OTW, to jej zastosowania technologiczne na wielką skalę oczekiwane są wraz z nadejściem ery inżynierii astronomicznej, która może doprowadzić na przykład do wykorzystania na wielką skalę olbrzymich zasobów energii słonecznej omijającej Ziemię czy też energii wysyłanej przez materię wpadającą do czarnej dziury (energia kolapsu grawitacyjnego).

## 5. ROLA TEORII WZGLĘDNOŚCI W ROZWOJU FILOZOFII

Czwartą dziedziną, w której teoria względności odegrała czołową rolę, jest filozofia. Teoria względności wywarła istotny wpływ na całą filozofię, najwyraźniej zaś wpłynęła na rozwój filozofii świata (ontologii) oraz epistemologii i filozofii nauki.

Jej wpływ na rozwój filozofii świata wiąże się przede wszystkim z kosmologicznym wymiarem OTW, co nadało tej teorii od razu wielkie znaczenie światopoglądowe. Sam Einstein podkreślał wagę monistycznego ujęcia świata, proponowanego przez fizykę relatywistyczną: materia, ruch, czas i przestrzeń, oderwane od siebie w fizyce klasycznej, zostały połączone w jedną dynamiczną całość, która sama siebie wprawia w ruch. Najpierw STW, ujawniając względność szeregu pojęć i wielkości dotyczących czasu i przestrzeni, wykazała zależność metrycznych własności czasu i przestrzeni<sup>5</sup> od ruchu, a także powiązała czas i przestrzeń w jedną całość nazwaną czasoprzestrzenią Minkowskiego. Z kolei OTW wykazała, że czasoprzestrzeń nie stanowi pasywnego tła rozgrywania się zjawisk fizycznych, lecz aktywną

---

<sup>5</sup> Obok własności metrycznych (np. odległości czy tempa upływu czasu) czasowi i przestrzeni (oraz czasoprzestrzeni) przypisuje się także własności topologiczne (np. spójność czy nieograniczoność) oraz własności symetrii (np. jednorodność czy izotropowość) [zob. AUGUSTYNEK 1970, s. 88].

arenę ściśle włączoną w przebieg zjawisk fizycznych. Ugruntowało to tzw. atrybutywną koncepcję czasu i przestrzeni, zgodnie z którą czas i przestrzeń to „tylko” pewne własności chronogeometryczne obiektów fizycznych i relacje między nimi, nie zaś samoistne byty egzystujące niezależnie od poruszającej się materii, jak to zakładała koncepcja Newtona absolutnego czasu i absolutnej przestrzeni. W rezultacie ukształtował się nowy, relatywistyczny obraz świata, stanowiący filozoficzną wizję nadbudowaną nad fizyką relatywistyczną. Zgodnie z tą wizją ruch mas kosmicznych jest sprzężony z nierównomiernym rozmieszczeniem grawitujących mas, które to rozmieszczenie wyznacza krzywiznę czasoprzestrzeni, a z kolei krzywizna czasoprzestrzeni wyznacza ruch mas kosmicznych, co prowadzi do zmiany istniejącego rozkładu mas. Relatywistyczny obraz świata jako takiej dynamicznej całości, w której – według obrazowego określenia J. Wheelera – „materia mówi czasoprzestrzeni, jak się ma zakrzywiać, a z kolei czasoprzestrzeń mówi materii, jak się ma poruszać”, jest mocno osadzony we współczesnej kosmologii z jej teorią Wielkiego Wybuchu oraz standardowym modelem ewolucji Wszechświata. Einstein, poszukując jedności świata, swe nadzieje ulokował w fizyce polowej, która miała zredukować „drewno” (materię korpuskularną) do „marmuru” (materii polowej). Nadzieja ta ma szanse realizacji, jednakże polem tym okaże się zapewne nie ciągle pole fizyki klasycznej, lecz pole kwantowe o dyskretnej strukturze.

Relatywizując szereg pojęć, takich jak „czas”, „długość” czy „przyśpieszenie”, fizyka relatywistyczna włączyła się tym samym w ciąg teorii astronomicznych i fizycznych, które wcześniej zrelatywizowały pojęcia dołu i góry, pojęcia ruchu i spoczynku oraz pojęcie prędkości.

Przewrót relatywistyczny w fizyce pociągnął także wielki przewrót w filozofii i metodologii nauki. Filozofowie nauki zrozumieli, że podstawową metodą stosowaną w nauce, w tym także w fizyce, nie jest eksponowana przez pozytywizm metoda indukcyjnego uogólniania faktów, lecz metoda hipotetyczno-dedukcyjna, polegająca na formułowaniu śmiałych, daleko wykraczających poza obserwowane fakty hipotez oraz surowego ich sprawdzania w drodze konfrontacji z doświadczeniem. Jest to zarazem metoda modelowania i idealizacji, która – obok abstrakcji uogólniającej (generalizacji) – stosuje dwa dalsze jeszcze donioślejsze rodzaje abstrakcji: abstrakcję idealizującą (zwaną krótko idealizacją) oraz abstrakcję izolującą (zwaną separacją).

Jeszcze dalej poszedł w tym kierunku tzw. nurt radykalny, symbolizowany nazwiskami Kuhna, Feyerabenda, Hansona czy Toulmina, który zasadę



korespondencji w rozwoju nauki (sformułowaną po raz pierwszy przez N. Bohra) starał się zastąpić zasadą niewspółmierności następujących po sobie teorii naukowych. Sam Einstein opowiadał się, jak wiadomo, za hipotetyzmem w wersji Popperowskiej.

Oznaczało to zarazem przełom w zapatrywaniach na rozwój nauki. Relatywistyczny przewrót w fizyce uzmysłowił także filozofom i metodologom nauki, że – wbrew dotychczasowym, niemal powszechnie uznawanym przekonaniom, zakładającym stopniowe kumulowanie wyników naukowych – rozwój nauki przebiega w drodze rewolucyjnych przemian, sięgających często samych korzeni myśli naukowej. Modele kumulatywistyczne zostały zastąpione przez modele uwzględniające rewolucje naukowe, polegające na zastępowaniu jednych fundamentalnych teorii przez inne. Nowe teorie nie obalają jednak dotychczasowych w obszarach, w których te ostatnie zostały wcześniej potwierdzone, lecz wskazują na granice ich stosowalności, co w praktyce oznacza poszerzenie i zarazem pogłębienie wiedzy naukowej.

Warto odnotować, że usilne dążenie Einsteina do unifikacji fizyki jest dobrze osadzone w jego poglądach metodologicznych dotyczących celów poznania naukowego w ogóle, a fizyki w szczególności. Głównym celem realizowanym stopniowo przez rozwój fizyki jest, według Einsteina, doskonałość wewnętrzna (*inner perfection*), czyli prostota logiczna teorii, która jest wyznaczona przez ilość założeń teorii oraz ilość konsekwencji, które dają się z niej wyprowadzić: teoria jest tym prostsza logicznie (doskonalsza wewnętrznie, bardziej zwarta), im większa jest jej zawartość informacyjna (wyznaczona przez ilość jej konsekwencji logicznych) i im mniejsza jest liczba jej postulatów wyjściowych [zob. SUCH 2004, s. 119-122]. Zgodnie z tym celem fizyka zmierza do zbudowania jednej uniwersalnej teorii – nazywanej obecnie Teorią Ostateczną lub Teorią Wszystkiego. Teoria taka nie będzie oznaczała bynajmniej końca fizyki, będzie raczej jedynie podsumowaniem całej fizyki dotychczasowej.

Należy zaznaczyć, że w związku z powstaniem teorii względności pojawiła się też w filozofii – i nie tylko w filozofii – pewna tendencja negatywna, znajdująca wyraz w błędnym przekonaniu, że według teorii względności „wszystko jest względne, subiektywne, zależne od obserwatora, od punktu widzenia, od wyboru układu odniesienia” itp. Zwłaszcza w aksjologii, będącej ogólną teorią wartości, oraz w etyce, czyli teorii wartości moralnych, przekonanie to wywarło pewien negatywny wpływ, przyczyniając się do indyferentyzmu w dziedzinie wartości. Wzmocniło ono kryzys aksjologiczny, polegający na relatywizacji wartości. A wszak, w przekonaniu papieża Jana

Pawła II, najgłębszym kryzysem naszych czasów jest właśnie kryzys wartości. Dla ludzi zorientowanych w rzeczywistej zawartości zarówno STW, jak też OTW jest rzeczą oczywistą, że teza, jakoby według teorii względności wszystko było względne, jest wyssana z palca, aczkolwiek pewna sugestia tego rodzaju jest zawarta w może niezbyt szczęśliwej nazwie teorii. Po pierwsze, teoria względności jest teorią fizyczną i jako taka niczego nie orzeka o kwestiach pozafizycznych. Po drugie, wiadomo, że teoria względności nie tylko nie relatywizuje wszystkich swych pojęć czy wielkości, którymi operuje, lecz nawet nadaje absolutny status pewnym wielkościom, wcześniej uznawanym za względne (w sensie: zależne od wyboru układu odniesienia). Chodzi w szczególności o prędkość światła (w próżni)  $c$ , która uzyskała status wielkości inwariantnej, co doprowadziło właśnie do relatywizacji pewnych pojęć dotyczących czasu i przestrzeni. A zatem relatywizując pewne wielkości fizyczne, zarówno STW jak i OTW jednocześnie ustalają absolutny (w sensie: inwariantny, niezależny od wyboru układu odniesienia) charakter niektórych innych wielkości. Tak np. w STW inwariantami przekształceń Lorentza są prędkość światła w próżni  $c$  oraz interwał czasoprzestrzenny, co oznacza absolutność „czterowymiarowego świata” Minkowskiego, czyli czasoprzestrzeni jako całości złożonej z czasu i przestrzeni. Także prawa fizyki mają według obydwu teorii względności kowariantny (czyli niezmienniczy) charakter, tzn. zachowują swą postać matematyczną przy przejściu do innego układu odniesienia. Winę za zarysowany negatywny wpływ ponosi przeto nie teoria względności jako taka, lecz ci autorzy, którzy nie znając jej zawartości, dali się zasugerować jej nazwą.

## 6. ZAKOŃCZENIE

Einstein, największy uczony XX stulecia, był być może także największym filozofem tego wieku. Był na pewno główną postacią trzech przełomów – trzech rewolucji, które miały miejsce w ubiegłym wieku: rewolucji relatywistycznej i rewolucji kwantowej w fizyce oraz przełomu w filozofii i metodologii nauk. A ponieważ konsekwencje jego odkryć zmieniły także oblicze astronomii, kosmologii oraz innych działów fizyki, można powiedzieć, że w fizyce był postacią równie wielką jak Newton. Dlatego mamy jak dotąd dwie gwiazdy pierwszej wielkości na firmamencie fizyki: są nimi Newton i Einstein.

## LITERATURA

- AUGUSTYNEK Z. (1970): Własności czasu, PWN, Warszawa.
- HELLER M. (1995): Szczęście w przestrzeniach Banacha, Wyd. Znak, Kraków.
- PAIS A. (2001): Pan Bóg jest wyrafinowany... Nauka i życie Alberta Einsteina, Prószyński i S-ka, Warszawa.
- PENROSE R. (1997): Makroświat, mikroświat i ludzki umysł, Prószyński i S-ka, Warszawa.
- RAINE D. J., HELLER M. (1981): The Science of Space-Time, Pachart Publishing House, Tucson.
- SUCH J. (2004): The Leibniz – Einstein Principle of the Minimization of Premises, [w:] J. SUCH, Multiformity of Science, Rodopi, Amsterdam–New York, s. 119-122.

THE PLACE OF THE THEORY OF RELATIVITY  
IN THE AREA OF HUMAN KNOWLEDGE

## S u m m a r y

The paper has outlined a broad perspective of references for the (particular and general) theory of relativity to various domains of human knowledge and to technique. These references are presented both in their current and historical dimension. The following issues are discussed: 1) the place of the theory of relativity in the development of physics and cosmology, 2) its contribution to the development of mathematics, 3) the significance of the theory of relativity in the development of technique, and 4) the role of the theory of relativity in the development of philosophy.

The theory of relativity is – aside to quantum mechanics – one of the two basic paradigms (relativistic paradigm) of contemporary physics. Likewise it plays a fundamental role in further development of physics, astronomy and cosmology, contributing at the same time to the development of mathematics and philosophy.

The author indicates that it is groundless to refer to the theory of relativity in the efforts to relativise and subjectivise cognitive and axiological questions. The theory of relativity does not relativise all its concepts of magnitudes, but it even confers the absolute status on certain magnitudes, which have been deemed relative before.

*Translated by Jan Klos*

**Słowa kluczowe:** teoria względności, kosmologia relatywistyczna, kwantowa grawitacja, unifikacja fizyki, metody globalne, relatywizacja pojęć.

**Key words:** theory of relativity, relativistic cosmology, quantum gravitation, unification of physics, global methods, relativisation of concepts.

**Information about Author:** Prof. Dr. JAN SUCH – Chair of Philosophy of Science, Institute of Philosophy, Adam Mickiewicz University; address for correspondence: ul. Szamarzewskiego 89c, PL 60-569 Poznań; e-mail: jansu@o2.pl