

JAN CZERNIAWSKI

REWOLUCJA RELATYWISTYCZNA
A ONTOLOGIA FIZYKI

WSTĘP

Od początków fizyki jako nauki do przełomu XIX i XX wieku w jej ontologicznych ramach dokonał się istotny postęp. W okresie późniejszym nastąpił regres, w którym kluczową rolę odegrała proklamowana przez A. Einsteina eliminacja eteru, absolutnego czasu i absolutnej geometrii przestrzeni. Wielkości fizyczne, wcześniej postrzegane jako własności, uzyskały status samoistnego bytu. W rezultacie powstały warunki do traktowania pola jako niematerialnego pośrednika w oddziaływaniach, a cząstek materii jako „paczek energii”. Ruch częściowo odzyskał absolutny status, będąc określony względem geometrii czasoprzestrzeni, a nie materialnych układów odniesienia. Absolutny sens utraciła za to skala wymiarów przestrzennych i czasowych. W końcu zaś rolę fundamentu bytowego przejęły od rzeczy „zdarzenia”, które skądinąd mają nie zdarzać się, lecz aczasowo trwać w czterowymiarowym „świecie-bloku”. Potem było już tylko coraz gorzej... Zaprzeczono szereg wcześniej uzyskanych wyników, a ich miejsce zajęły rozwiązania zarazem przeciwiintuicyjne i bezpodstawne. W wyniku tego procesu ontologia fizyki jest dziś w opłakanym stanie, co zapewne pozostaje nie bez wpływu na tempo postępu w tej dziedzinie wiedzy. Zobaczmy, jak do tego doszło.

Dr JAN CZERNIAWSKI – Zakład Filozofii Nauk Przyrodniczych, Instytut Filozofii, Uniwersytet Jagielloński; adres do korespondencji: ul. Grodzka 52, 31-044 Kraków; e-mail: uczerni@cyf-kr.edu.pl

ELIMINACJA ETERU

Ważnym elementem XIX-wiecznej wiedzy fizycznej była koncepcja eteru elektromagnetycznego. W jej ramach pole elektromagnetyczne, które w wyniku dokonanej przez J. C. Maxwella unifikacji zastąpiło traktowane wcześniej jako odrębne pola elektryczne i magnetyczne, ujmowane było jako stan wypełniającego „pustą” przestrzeń, niepostrzegalnego zmysłowo ośrodka. Własnością eteru miała być prędkość rozprzestrzeniania się zaburzeń tego pola, jako szczególne przypadki których rozpoznano promienie świetlne.

Jak wiadomo, źródłem poważnego problemu teoretycznego było fiasko prób wykrycia ruchu laboratorium ziemskiego względem eteru na podstawie przewidywanych skutków tzw. wiatru eteru. A. Einstein w ramach swojej szczególnej teorii względności (STW) zaproponował radykalne rozwiązanie tego problemu, którego jednym z elementów było odrzucenie koncepcji eteru, jako rzekomo zbędnej. Przyczyną niewykrycia „wiatru eteru” miał być po prostu jego brak, wynikający z braku samego eteru.

Czy takie rozwiązanie było konieczne? Bynajmniej. Równoległe bowiem do niego pojawiło się rozwiązanie alternatywne, przedstawione przez H. A. Lorentza i dopracowane formalnie przez A. Poincarégo. Niewykrywalność „wiatru eteru” można było w jego ramach zrozumieć jako skutek systematycznej deformacji wyników pomiarów za pomocą makroskopowych przyrządów materialnych przez wpływ „wiatru eteru” właśnie na te przyrządy, w świetle „elektronowej” teorii budowy materii stanowiące złożone układy dynamiczne naładowanych cząstek, utrzymywane w równowadze przez oddziaływania elektromagnetyczne rozprzestrzeniające się w eterze¹.

Co więcej, w momencie powstania STW nie tylko nie było żadnych podstaw do uznania eteru za byt zbędny, ale nawet sama ta teoria wydawała się go potrzebować. Drugi spośród sławnych postulatów Einsteina zakłada niezależność prędkości rozprzestrzeniania się światła w próżni od ruchu źródła, co można było zrozumieć jako konsekwencję natury światła jako zaburzenia rozchodzącego się w pewnym ośrodku, natomiast całkiem niezrozumiałe było na gruncie koncepcji korpuskularnej, traktującej je jako strumień cząstek. Ceną odrzucenia eteru była więc, przynajmniej na tym etapie, niezrozumiałość drugiego postulatu.

¹ Por. J. S. Bell, *How to teach special relativity*, [w:] *tenże, Speakable and Unsayable in Quantum Mechanics*, Cambridge 1987.

Na tym jednak nie koniec. Konsekwencjami STW są efekty dylatacji czasu, skrócenia długości i relatywistycznego przyrostu masy. Nie ulega wątpliwości, że efekty te, zwłaszcza pierwszy z nich, nie są pozorne, lecz jak najbardziej realne; jako takie więc wymagają wyjaśnienia przez odwołanie się do realnych przyczyn. Wypracowana przez Lorentza dynamiczna interpretacja teorii względności pozwala wyjaśnić ich występowanie w układzie odniesienia związanym z eterem jako skutek ruchu względem eteru, przy czym dzięki zasadzie względności można w analogiczny sposób wyjaśnić je w dowolnym innym układzie inercyjnym². Eliminując eter, Einstein usunął podstawę dla takiego wyjaśnienia, na razie nie oferując nic w zamian. Co gorsza, brak eteru czy jakiegokolwiek jego substytutu czynił występowanie realnych skutków ruchu czymś niezrozumiałym. Nic dziwnego, że przedstawiona wkrótce potem jako alternatywa dla STW teoria emisyjna W. Ritza potraktowana została poważniej, niż na to zasługiwała³.

W końcu eliminacja zarówno eteru, jak i przestrzeni absolutnej pozostawia nierozwiązany problem układów inercyjnych. Zgodnie z zasadą bezwładności każde ciało swobodne spoczywa lub porusza się ruchem jednostajnym prostoliniowym. Oczywiście jednak ciała swobodne nie mogą się tak zachowywać w dowolnym układzie odniesienia, co oznacza istnienie wyróżnionej klasy tzw. inercyjnych układów odniesienia, w których ciała takie mogą spoczywać. Pojawia się pytanie o zasadę wyróżnienia tej klasy, tj. o to, dlaczego te, a nie inne układy są inercjalne. Zasadą taką mógłby być stan ich ruchu absolutnego bądź ruchu względem eteru. Tymczasem Einstein pozbył się obu tych zasad. Dziś wiemy, że istnieje też inne rozwiązanie tego problemu, odwołujące się do geometrii czasoprzestrzeni; Einstein jednak w 1905 r. jeszcze nim nie dysponował⁴.

Faktycznie do wyjaśnienia niewykrycia „wiatru eteru” w zupełności wystarczy pierwszy postulat, tj. zasada względności Einsteina. Pozwala on przewidzieć, że jeśli układ odniesienia spoczywający względem eteru jest układem inercyjnym, to wyniki dowolnego lokalnego eksperymentu fizycznego w dowolnym układzie inercyjnym muszą być takie same jak w układzie eteru, tj. takie, jak gdyby laboratorium spoczywało względem eteru. To prawda, że Einsteinowi obowiązywanie zasady względności wydawało się niemoż-

² Tamże.

³ Por. W. K o p c z y ń s k i, A. T r a u t m a n, *Czasoprzestrzeń i grawitacja*, Warszawa 1981, s. 64.

⁴ Por. W. R i n d l e r, *Essentials Relativity*, wyd. 2, New York 1977, s. 4 i 10.

liwe do pogodzenia z istnieniem eteru. Przeświadczenie to jednak nie jest niczym więcej niż prywatnym uprzedzeniem tego skądinąd genialnego umysłu.

Rzecz jasna, może nasunąć się pytanie, dlaczego to uprzedzenie nikomu nieznanego urzędnika biura patentowego udzieliło się społeczności naukowej⁵. Wydaje się, że miało to związek z faktem, iż akceptacja teorii względności wymaga przełamania fałszywej intuicji, sugerującej sprzeczność między postulatami Einsteina, co zresztą zauważył on sam⁶. Jeśli więc ktoś już się na to zdobył, zazwyczaj siłą rzeczy podążał za tokiem myślenia autora teorii, któremu w przewyciężeniu tej intuicji pomogło odrzucenie eteru. Rezygnacja z tego wspomagającego założenia wymagałaby podjęcia wysiłku zrozumienia treści teorii na nowo, który mógł wydawać się zbędny, skoro pewnym jej rozumieniem już dysponowano. Potem zaś pojawiły się dodatkowe argumenty, pozornie uzasadniające eliminację eteru, o których będzie jeszcze mowa.

Odrzucenie eteru wykluczało traktowanie pola elektromagnetycznego jako stanu materialnego ośrodka i zmuszało do uznania go za samoistny byt. Z drugiej strony, może ono powstawać w próżni w wyniku samej obecności lub ruchu naładowanych cząstek materii. Jako takie musiało więc nabrać posmaku czegoś w rodzaju Plotyńskiej „emanacji”. Falę elektromagnetyczną trzeba zaś było uznać za rozprzestrzeniającą się bez ośrodka, co przeczy samemu pojęciu fali. Faktycznie oznaczało to, że światło nie jest falą, lecz czymś innym.

Einstein w pełni zdawał sobie z tego sprawę, ale miał ważne powody, by nie martwić się tym zbyt. Badania nad efektem fotoelektrycznym zasugerowały mu bowiem, że światło jest raczej strumieniem pewnych cząstek, przenoszących energię promieniowania świetlnego. Pod wpływem energetyzmu, metafizycznej doktryny W. Ostwalda⁷, doszedł do wniosku, że cząstki te – fotony – są wręcz po prostu „paczkami” energii promienistej.

Oznaczało to jednak drastyczną zmianę pojęcia wielkości fizycznej takiej jak energia. Dotychczas energię uważano za własność ciał lub pól fizycznych, określającą ich zdolność do wykonania pracy. Teraz miała ona być rodzajem tworzywa, z którego zbudowany jest kwant światła, tj. jego materii. Stąd już niedaleko do podobnego potraktowania wszelkich wielkości charakteryzujących cząstki materii i uznanie tych ostatnich za wiązki wielkości fizycznych.

⁵ Dziękuję anonimowemu Recenzentowi za zwrócenie mi uwagi na ten problem.

⁶ Por. A. Einstein, *O elektrodynamice ciał w ruchu*, [w:] tenże, *5 prac, które zmieniły oblicze fizyki*, Warszawa 2005, s. 122.

⁷ Zob. np. L. K o s t r o, *Alberta Einsteina koncepcja nowego eteru*, Gdańsk 1999.

Zauważmy, że wyobrażenia tego rodzaju nie miałyby szans na poważne potraktowanie, gdyby nie ów pierwszy krok wykonany przez Einsteina. Krok ten zaś wcale nie wynikał z faktu, że energia promienista emitowana i absorbowana jest w skończonych porcjach. Foton nie musiał w tym celu być „paczką” energii, lecz równie dobrze mógłby być przenoszącym energię, zlokalizowanym przestrzennie zaburzeniem pola elektromagnetycznego jako stanu eteru. Co więcej, takie ujęcie zdawałoby sprawę nie tylko z korpuskularnego aspektu kwantów świetlnych, ale również z ich aspektu falowego, któremu odpowiada treść drugiego postulatu.

WZGLĘDNOŚĆ RÓWNOCZESNOŚCI

Eliminacja eteru była jednak brzemienne również w inne, nie mniej radykalne konsekwencje. Chyba najpoważniejszą z nich była względność równoczesności. Aby w pełni zrozumieć jej sens, należy najpierw uzmysłwić sobie treść wyobrażeń, z którymi zerwanie stanowiła.

Pojęcie równoczesności odgrywa kluczową rolę w określeniu czasu. Za specyficzny rys tego ostatniego uważano zaś jego „upływ”. To niezbyt fortunne określenie wiązano z kolei z pewnym przekonaniem na temat sposobu istnienia zdarzeń. Miały one mianowicie zdarzać się czy raczej stawać się. Oznaczało to, że nie miały one istnieć naraz, lecz sukcesywnie „wchodzić w istnienie”, by następnie ustąpić miejsca innym. W konsekwencji, na zbiorze wszystkich zdarzeń określona być miała równoważnościowa relacja współstawiania się, którą można było utożsamić z równoczesnością. Klasy abstrakcji względem tej relacji miały zaś stanowić zbiory zdarzeń zachodzących w różnych momentach czasu.

Rozumiana jak wyżej równoczesność nie nastrocza większych problemów pojęciowych. Aby jednak możliwy był efektywny opis zjawisk fizycznych, konieczne jest nadanie pojęciu równoczesności sensu operacyjnego, wiążącego je z wynikami możliwych obserwacji. Poincaré, który jako pierwszy zwrócił uwagę na ten problem⁸, zauważył, że jeden ze sposobów określenia równoczesności mógłby polegać na wykorzystaniu rozprzestrzeniania się światła. Einstein rozwinął ten wątek, konkretyzując operacyjny sens równoczesności w postaci znanej sygnałowej procedury synchronizacji zegarów. Zauważył przy tym, że

⁸ Por. H. Poincaré, *Miara czasu*, [w:] tenże, *Wartość nauki*, Warszawa 1908, s. 22-36.

określona w ten sposób równoczesność jest względna, tj. zależy od układu odniesienia, w którym procedura jest przeprowadzana. Wyprowadził stąd wniosek o względnym z natury charakterze równoczesności.

Wniosek ten jednak oznaczał zanegowanie pierwotnego rozumienia tego pojęcia, które na mocy określenia musiało być absolutne. Konsekwencją jego odrzucenia była zaś odmowa przyznania jakiegokolwiek ontologicznej doniosłości „foliacji” czasoprzestrzeni na klasy zdarzeń równoczesnych. W rezultacie ontologiczną doniosłość straciły również pojęcia czasu i przestrzeni, a zyskało ją powołane do życia przez H. Minkowskiego pojęcie czasoprzestrzeni. Istotnie nowy był nie tyle sam pomysł czterowymiarowego ujęcia rzeczywistości fizycznej, który pojawił się już wcześniej u Poincarégo⁹, co utożsamienie czterowymiarowego kontinuum zdarzeń nie z historią świata, lecz ze światem.

W czasoprzestrzeni rolę rozciągłych tylko przestrzennie ciał siłą rzeczy przejąć musiały obiekty rozciągnięte czasoprzestrzennie, a rolę punktów materialnych – obiekty punktowe czasoprzestrzennie. Naturalne jest, by te pierwsze utożsamić z procesami, a te drugie potraktować jako idealizacje zdarzeń. Oba te określenia zyskały jednak nowy sens. Sposobem istnienia tradycyjnie przypisywanym procesom było dzianie się, a zdarzeń – stawanie się. Wobec jednak zakwestionowania odpowiadającego temu drugiemu rozumienia równoczesności, zakwestionowany musiał zostać on sam, a w konsekwencji również sposób istnienia przypisywany procesom, które w zasadzie można zrekonstruować jako zbiory punktowych zdarzeń. Zdarzenia miały więc nie zdarzać się, lecz aczasowo istnieć, a procesy nie dziać się, lecz podobnie aczasowo rozpościerać się w czasoprzestrzeni. W ten sposób z obrazu świata odpowiadającego wiedzy fizycznej wyeliminowany został tak ważny fenomen, jak „upływ” czasu, a sam czas zdegradowany został do roli jednego z wymiarów czasoprzestrzeni.

Zapoczątkowane w ten sposób przekształcanie obrazu świata trudno było już zatrzymać. Gdy potem trzeba było w jakiś sposób uwzględnić indeterminizm kwantowy, nie wydawało się już możliwe ujęcie go w ramy rozgałęzionej historii świata (rozgałęzionego czasu), lecz za rozgałęziony trzeba było uznać sam czterowymiarowy świat (czasoprzestrzeń)¹⁰. Co więcej,

⁹ Por. t e n ż e, *Sur la dynamique de l'électron*, „Rendiconti del Circolo Matematico di Palermo” 21 (1906), s. 129-175.

¹⁰ Por. T. P l a c e k, *Is Nature Deterministic?: a Branching Perspective on EPR Phenomena*, Kraków 2000.

obrazu tego nie można było już traktować jako użytecznej przenośni, lecz trzeba było uznać go za prawdę dosłowną.

Eliminacja „upływu” czasu stworzyła też warunki sprzyjające zawrotnym pomysłom na temat samego czasu i związku przyczynowego. Dopóki wyobrażenia o czasie nierozłącznie wiązano z „upływem”, nikomu nie przyszłoby do głowy kwestionowanie jednowymiarowości czasu. Dziś tego typu spekulacje nikogo nie dziwią, co więcej, bez większych oporów publikowane są w renomowanych czasopismach naukowych¹¹. Poważnie dyskutuje się też wsteczną przyczynowość, co było nie do pomyślenia, gdy zakładano, że zdarzenia przeszłe nieodwołalnie odchodzą w niebyt.

Oczywiście w tego rodzaju związkach przyczynowych musiałyby pośredniczyć procesy przebiegające wstecz w czasie. Nic dziwnego, że rozważanie takich procesów jest na porządku dziennym. Wystarczy wspomnieć znaną interpretację antycząstek jako odpowiednich cząstek poruszających się wstecz w czasie¹². Nikogo też nie dziwi przedstawiany jako oficjalna prawda naukowa scenariusz, zgodnie z którym swobodnie spadająca cząstka próbna w pobliżu horyzontu czarnej dziury „ucieka” do czasowej nieskończoności, by następnie stamtąd... powrócić, omijając w ten przemyślny sposób horyzont¹³.

Czy stwarzająca pole dla tak karkołomnych pomysłów rewolucyjna zmiana pojęcia czasu była konieczna? Bynajmniej. Można było przecież od określonej operacyjnie, względnej równoczesności fizycznej (czy też empirycznej) odróżnić odpowiadającą „upływowi”, absolutną równoczesność ontologiczną¹⁴. To, że takie rozwiązanie wydawało się Einsteinowi nie do przyjęcia, pozostaje w związku z jego uprzedzeniem do eteru. Równoczesność ontologiczna musiałaby bowiem koincydować z równoczesnością fizyczną w pewnym inercjalnym układzie odniesienia, wyróżniając go w ten sposób spośród układów inercjalnych. Układ ten w naturalny sposób kandydowałby do roli układu spoczywającego względem eteru, a co najmniej sam stanowiłby tzw. eter geometryczny¹⁵, rozumiany jako wyróżniony układ odniesienia właśnie.

¹¹ Por. np. J. G. Taylor, *Do electroweak interactions imply six extra time dimensions?*, „Journal of Physics A: Mathematical and General” 13 (1980), s. 1861-1866.

¹² Por. R. P. Feynman, *The theory of positrons*, „Physical Review” 76 (1949), s. 749-759.

¹³ Zob. *Encyklopedia fizyki*, t. 3, Warszawa 1974, s. 289.

¹⁴ Zob. S. Snihur, *Czas i przemijanie*, Warszawa 1990, s. 68; J. Czerniawski, *Dwie interpretacje teorii względności*, „Zagadnienia Naukoznawstwa” 26 (1990), s. 315-329.

¹⁵ Zob. Kopyński, Trautman, *Czasoprzestrzeń i grawitacja*, s. 58.

Z rozumianą dosłownie zasadą względności koliduje nie samo istnienie takiego wyróżnionego układu, lecz tylko przypisywanie fizycznego charakteru jego wyróżnieniu, tj. możliwości jego wyróżnienia na podstawie obserwacji. Einstein jednak chciał tę zasadę rozumieć w taki sposób, by wykluczała istnienie układu inercjalnego wyróżnionego pod jakimkolwiek fundamentalnym względem, a nie tylko fizycznie. Chwila refleksji pozwala zauważyć, że takie mocne rozumienie zasady względności nie tylko nie ma, ale nawet nie może mieć uzasadnienia empirycznego. Nie mamy tu więc do czynienia z niczym innym, tylko z bezzasadnym uprzedzeniem, któremu pozoru uzasadnienia dostarcza wcześniejsza eliminacja eteru jako materialnego ośrodka.

WZGLĘDNOŚĆ STOSUNKÓW DŁUGOŚCI I TRWANIA

Inna doniosła konsekwencja względności równoczesności pojawia się w związku z porównywaniem czasu trwania procesów i wymiarów liniowych ciał. W pewnym, dość trywialnym sensie względność tych wielkości była znana od dawna. Ich określenie liczbowe zależy bowiem od wyboru wzorców jednostek czasu i długości. Zakładano jednak, że absolutny sens mają ich stosunki, niezależnie od tego, gdzie porównywane obiekty się znajdują i czy spoczywają, czy też poruszają się względem siebie.

Szczególna teoria względności podważyła te wyobrażenia. Zauważono bowiem, że w odniesieniu do obiektów poruszających się względem siebie wynik takiego porównania na ogół w istotny sposób zależy od określenia równoczesności. W konsekwencji względności równoczesności wynik ten w takim wypadku musi więc zależeć od układu odniesienia. Oznacza to, że nawet stosunki czasów trwania i wymiarów liniowych są względne.

W świetle tej teorii jednak absolutny sens stosunki te nadal miały w odniesieniu do obiektów względem siebie spoczywających, bez względu na to, w jakich wzajemnych odległościach się znajdowały. Ogólna teoria względności (OTW) podważyła go również w takich przypadkach. Konceptualnym środkiem do określenia tych stosunków jest przeniesienie równoległe pomysłanej repliki jednego z porównywanych obiektów w pobliże drugiego. W czasoprzestrzeni STW wynik takiego przemieszczenia jest jednoznaczny. Niestety, w zakrzywionej czasoprzestrzeni OTW na ogół zależy on od linii,

wzdłuż której przemieszczenie zostało przeprowadzone¹⁶. W rezultacie, w zależności od wyboru takiej linii, przemieszczona replika pierwszego obiektu może być w różnych stanach ruchu względem drugiego, co w konsekwencji względności lokalnie określonej równoczesności może wpłynąć na wynik porównania.

W czasoprzestrzeni OTW wyróżnionymi układami odniesienia są tzw. lokalne układy inercjalne. Układy takie określone są również w czasoprzestrzeni STW, z tym, że tam jednoznaczność przeniesienia równoległego pozwala jednoznacznie ekstrapolować określone w nich standardy metryczne na całą czasoprzestrzeń, nadając im charakter globalny. W ogólnym przypadku czasoprzestrzeni OTW, jeśli taka ekstrapolacja jest w ogóle możliwa, to i tak zazwyczaj jest niejednoznaczna. Stosunki czasów trwania i wymiarów liniowych w odniesieniu do obiektów różnie zlokalizowanych są więc w niej w podwójnym sensie względne, zależąc już nie tylko od lokalnie określonego układu odniesienia wybranego do ich opisu, lecz również od sposobu jego ekstrapolacji na obszar czasoprzestrzenny obejmujący oba porównywane obiekty. Można zatem powiedzieć, że ogólna teoria względności wzmacnia jeszcze wprowadzoną przez teorię szczególną względność tych stosunków.

Czy dla tak radykalnej zmiany wyobrażeń na temat ich charakteru nie było alternatywy? Bynajmniej. Ich względność jako zależność od lokalnego układu odniesienia jest pochodną względności równoczesności i jako taka dotyczy nie tyle tych stosunków samych w sobie, co raczej ich określenia na podstawie obserwacji w różnych układach odniesienia. Głębszy sens może jej zapewnić jedynie odrzucenie równoczesności ontologicznej, która pozwala założyć, że stosunki te, pomimo względności ich operacyjnego określenia, mają jednak pewien bardziej podstawowy sens absolutny. Ich dodatkowa względność wprowadzona przez ogólną teorię względności nie ma zaś większej doniosłości, jeśli założyć, że zakrzywienie fizycznej geometrii czasoprzestrzeni to jedynie skutek wpływu grawitacji na fizyczne standardy metryczne i że oprócz geometrii fizycznej czasoprzestrzeń ma jeszcze tzw. geometrię tła¹⁷, odpowiadającą pomiarom skorygowanym przez uwzględnienie tego wpływu. Takie rozwiązanie sprzeciwiałoby się jednak charakterystycznej dla sposobu myślenia Einsteina tendencji do eliminacji elementów struktury czasoprzestrzeni pozbawionych operacyjnego sensu.

¹⁶ Por. B. F. S c h u t z, *Wstęp do ogólnej teorii względności*, tł. z ang. W. Koczyński, Warszawa 2002, s. 168-169.

¹⁷ Por. tamże, 201-202; K o p c z y ń s k i, T r a u t m a n, *Czasoprzestrzeń i grawitacja*, s. 160.

POŁOWICZNA WZGLĘDNOŚĆ RUCHU

Intencją, która przyświecała Einsteinowi, gdy, formułując szczególną teorię względności, odrzucił istnienie eteru, była realizacja idei względności ruchu. Rzeczywiście, jeśli założyć, że eter absolutnie spoczywa, to ruch względem eteru jest identyczny z ruchem absolutnym. Eliminacja eteru może więc uchodzić za sposób eliminacji absolutnego ruchu.

Czy jednak założenie to jest konieczne? Koncepcja eteru elektromagnetycznego pojawiła się w kontekście mechaniki Newtona, która wydawała się wymagać istnienia absolutnego ruchu i spoczynku, by sens miała leżąca u jej podstaw pierwsza zasada dynamiki, tj. zasada bezwładności. Istnienie klasy układów inercjalnych, jako układów odniesienia, w których mogą spoczywać ciała swobodne spełniające zasadę bezwładności, wydawało się zakładać istnienie takich układów w wyróżnionym stanie ruchu, jakim był absolutny spoczynek. Jeśli jednak, jak uważał G.W. Leibniz, bezwładność wiąże się nie z ruchem absolutnym, lecz z ruchem względem wypełniającego „pustą” przestrzeń eteru¹⁸, to pojęcie absolutnego spoczynku okazuje się zbędne, gdyż we wspomnianej funkcji może go w pełni zastąpić spoczynek względem eteru właśnie. Pojawienie się koncepcji eteru elektromagnetycznego nie musiało więc zostać potraktowane jako konkretyzacja absolutnego spoczynku, lecz, wręcz przeciwnie, można było uznać je za jego zastąpienie przez spoczynek względem eteru. Można zatem twierdzić, że eliminacja z fizyki absolutnego ruchu w ramach szczególnej teorii względności była zabiegiem zbędnym, gdyż od jakiegoś czasu wcale go tam nie było.

Co gorsza, wątpliwości budzić może jej efektywność. Podobnie jak w mechanice nierelatywistycznej, w szczególnej teorii względności pojawia się problem zasady wyróżnienia klasy układów inercjalnych, w których obowiązuje zasada bezwładności. Odrzuciwszy zarówno eter, jak i ruch absolutny, Einstein początkowo nie dysponował żadnym rozwiązaniem tego problemu, więc jego stwierdzenie, że oba te pojęcia okazały się zbędne, było cokolwiek na wyrost. Rozwiązanie podsunął mu dopiero Minkowski, formułując geometryczną interpretację teorii względności, w ramach której układy inercjalne można powiązać z czasopodobnymi liniami geodezyjnymi w czasoprzestrzeni.

Geodezyjne pozwala zdefiniować koneksja afiniczna, którą z kolei można zdefiniować za pomocą metryki czasoprzestrzeni. W czasoprzestrzeni STW

¹⁸ Por. G. W. Leibniz, *Polemika z Clarke’iem*, [w:] tenże, *Wyznanie wiary filozofa*, tł. z franc. i ang. S. Cichowicz, Warszawa 1969, s. 319-448, zwł. 340.

jednak metryka, a co za tym idzie – również koneksja, ma charakter absolutny. Absolutna koneksja zaś, w połączeniu z absolutną metryką, dostarcza absolutnej miary przyśpieszenia ruchu. Chociaż więc w czasoprzestrzeni tej ruch jest w określonym sensie względny – nie ma w niej bowiem absolutnego spoczynku, więc jego prędkość nieusuwalnie zależy od układu odniesienia – to nie jest w pełni względny, bo jego przyśpieszenie jest wręcz absolutne. Ścisłej mówiąc, w czasoprzestrzeni STW jest określona absolutna miara przyśpieszenia, którą stanowi norma (wartość) czterowektora przyśpieszenia¹⁹.

W czasoprzestrzeni OTW sytuacja przedstawia się nieco inaczej, gdyż koneksja i metryka nie są w niej absolutne, lecz dynamiczne²⁰. Tym niemniej wielkości te nadal pozwalają określić miarę przyśpieszenia w sposób niezależny od układu odniesienia. Chociaż więc w ramach OTW przyśpieszenie ruchu nie jest już absolutne, nie jest ono też względne. Oznacza to, że również ogólna teoria względności, sama w sobie, wbrew wyraźnej intencji Einsteina nie realizuje w pełni idei względności ruchu²¹.

Czy pełna realizacja tej idei nie była możliwa? OTW przypisuje czasoprzestrzeni jedynie określoną przez dynamiczną metrykę geometrię fizyczną. W ramach jej interpretacji można jednak założyć, że czasoprzestrzeń jest też wyposażona w geometrię tła, w obrębie której określony jest jednoznaczny sens ruchów względnych. Bezwładność zaś wiąże się nie z ruchem absolutnym ani ze stosunkiem ruchu do geometrii czasoprzestrzeni, lecz z ruchem względem eteru. Jeśli jednak z góry odrzucić pojęcie eteru i niefizycznej geometrii tła, to takie rozwiązanie nie wchodzi w rachubę.

SUBSTANCJALNA CZASOPRZESTRZEŃ A GEOMETRYCZNE WYJAŚNIENIE SYMETRII PRAW PRZYRODY

Zgodnie z wyobrażeniami Newtona, absolutny spoczynek miał być spoczynkiem w absolutnej przestrzeni. Istnienie wyróżnionej klasy układów inercjalnych wyjaśniał więc nie tyle sam absolutny spoczynek, co raczej przestrzeń absolutna. Przyczyną efektów bezwładnościowych miał być ruch absolutny rozumiany jako ruch względem przestrzeni absolutnej. Aby jednak

¹⁹ Zob. K o p c z y ń s k i, T r a u t m a n, *Czasoprzestrzeń i grawitacja*, s. 95-96.

²⁰ Zob. tamże, s. 158-160.

²¹ Por. M. H e l l e r, A. S t a r u s z k i e w i c z, *Polemika Leibniza z Clarke'iem w świetle współczesnej fizyki*, [w:] M. H e l l e r, *Wieczność, czas, kosmos*, Kraków 1995, s. 41-54.

tak było, przestrzeń absolutna nie mogła być jedynie abstrakcyjną strukturą, lecz musiał jej przysługiwać status rzeczy – „substancji”²².

To samo dotyczy wyjaśnienia tych efektów w ramach geometrycznej interpretacji teorii względności. Aby geometria czasoprzestrzeni mogła decydować, w których układach odniesienia mogą spoczywać ciała swobodne, czasoprzestrzeń nie może być jedynie abstrakcyjną strukturą, lecz musi być czymś więcej. Ponadto, jeśli odrzucić pojęcie równoczesności ontologicznej, pozwalającej potraktować czasoprzestrzeń jako geometryczną strukturę nie tyle świata, co raczej jego historii rozumianej jako czasowa sekwencja stanów świata, to trzeba jej przyznać wręcz status bytu substancjalnego.

Rozwiązanie to ma nad rozwiązaniem odwołującym się do pojęcia substancjalnej przestrzeni pewną przewagę. Tym, co wyznacza możliwe stany ruchu ciał swobodnych, jest koneksja afiniczna czasoprzestrzeni. Jako taka zaś jest ona własnością nie przestrzeni, lecz czasoprzestrzeni. Można więc dojść do wniosku, że do wyjaśnienia faktu istnienia wyróżnionych stanów ruchu, a co za tym idzie – wyróżnionych układów odniesienia, lepiej nadaje się substancjalna czasoprzestrzeń niż substancjalna przestrzeń.

Co więcej, pojęcie substancjalnej czasoprzestrzeni dostarcza też pewnego wyjaśnienia faktu relatywistycznej symetrii praw przyrody. Otóż symetria ta miałaby być konsekwencją odpowiedniej symetrii czasoprzestrzeni jako swego rodzaju „tła” dla zjawisk fizycznych. Innymi słowy, „tło” miałoby narzucać zjawiskom swoją symetrię – obojętne, czy chodziłoby tu o symetrię globalną, jak w STW, czy jedynie lokalną, jak w OTW. Oczywiście, aby tak mogło być, „tło” nie może być jedynie abstrakcyjną strukturą, lecz trzeba mu przypisać status substancjalnego bytu. Rozważane wyjaśnienie nie ma więc, jak to się czasem przedstawia, czysto geometrycznego charakteru, lecz faktycznie jest pewnego rodzaju wyjaśnieniem dynamicznym.

Warto zauważyć, że aby takie wyjaśnienie było możliwe, czasoprzestrzeń musi mieć wystarczająco bogatą symetrię. W szczególności musi ona być symetryczna względem przekształceń Lorentza. Gdyby jednak pewien układ inercjalny był w niej wyróżniony jako spoczywający względem eteru, to symetria ta byłaby złamana. Jeśli więc ktoś chce dysponować tego rodzaju wyjaśnieniem symetrii praw, to musi odrzucić istnienie eteru.

Dlaczego jednak nie spróbować odwołać się do własności przestrzeni? W tym przypadku substancjalna czasoprzestrzeń wydaje się mieć nad substan-

²² Zob. tamże.

cialną przestrzenią jeszcze wyraźniejszą przewagę niż w związku z problemem układów inercjalnych. Ta ostatnia bowiem nie jest wystarczająco bogata w symetrię. Chociaż więc symetrię praw względem translacji i obrotów przestrzennych można byłoby próbować wyjaśniać przez odpowiednią symetrię przestrzeni, a symetrię względem translacji czasowej – przez jej stałość w czasie, to ich symetria względem przekształceń Lorentza pozostałaby niewyjaśniona.

Wyjaśnienie symetrii praw można uważać za niebagatelny sukces. Jakim jednak kosztem go osiągnięto? Już samo pojęcie substancjalnej czasoprzestrzeni budzi poważne wątpliwości, skoro pojęcie substancji ukształtowało się w zastosowaniu do rzeczy rozciągniętych jedynie przestrzennie, a nie czasowo. Co gorsza, można zastanawiać się, czy obiekt taki może spełnić funkcję, jaką mu w ramach tego wyjaśnienia wyznaczono.

Jedyne intuicje dynamiczne, jakimi dysponujemy, dotyczą oddziaływania ciał. Ich uogólnienie na jakieś inne rozciągnięte przestrzennie, trwające i zmieniające się w czasie rzeczy, za jakie uznać można pola oddziaływań fizycznych czy nawet substancjalną przestrzeń, nie nastrocza większych problemów. Tu jednak należałoby je zastosować do rozciągniętych czasoprzestrzennie zjawisk i do samej czasoprzestrzeni. Co więcej, są to obiekty, które z samej swej istoty nie mogą się poruszać. Tymczasem nasze intuicje nierozzerwalnie wiążą oddziaływania z funkcją wprawiania w ruch, zatrzymywania lub zapobiegania ruchowi, co zakłada jego zasadniczą możliwość. Cóż więc miałyby znaczyć oddziaływania w przypadku takich obiektów?

Oczywiście lepsze jest wyjaśnienie niedoskonałe niż żadne. Zważywszy jednak wspomniane koszty, nie byłoby roztropne przyjmowanie go, gdyby istniała dla niego jakaś rozsądna alternatywa. Tymczasem alternatywa taka faktycznie istnieje! Pamiętamy, że funkcją eteru miało być przenoszenie oddziaływań elektromagnetycznych z charakterystyczną dla niego, stałą prędkością. W euklidesowej przestrzeni zaś równanie rozprzestrzeniania się tego rodzaju zaburzeń jest symetryczne nie tylko względem przekształceń stanowiących symetrię przestrzeni i czasu, ale też właśnie względem przekształceń Lorentza. Jeśli więc eter przenosi również inne oddziaływania fundamentalne, a wspomniana prędkość jest uniwersalną prędkością ich rozprzestrzeniania się, to zrozumiała staje się odpowiednia symetria praw rządzących przebiegiem zjawisk będących skutkami tych oddziaływań.

Oczywiście w ten sposób można przede wszystkim wyjaśnić globalną, ścisłą symetrię praw obowiązujących w ramach STW, co jest równoważne odtworzeniu, jako wtórnej względem założonych własności eteru, geometrii Minkowskiego czasoprzestrzeni tej teorii. Podobnie jednak jak w przypadku

geometrycznej interpretacji teorii względności uogólnienie na opisywane przez OTW przypadki z grawitacją uzyskano, czyniąc geometrię czasoprzestrzeni dynamiczną, tu stosowne uogólnienie jest możliwe dzięki uczynieniu dynamicznym eteru.

W szczególności eter można wprawić w ruch, nie naruszając jego jednorodności ani izotropii. Okazuje się, że w takim prostym, „hydrodynamicznym” modelu można bez trudu odtworzyć, jako wtórne względem tego ruchu, geometrie szeregu interesujących rozwiązań równań Einsteina, w tym pewnej wersji rozwiązania kosmologicznego Friedmanna i szczególnie interesującego z punktu widzenia empirii rozwiązania Schwarzschilda²³. Przy nieco większym wysiłku można zaś nawet otrzymać w nim tak wyrafinowany twór, jak rozwiązanie Kerra²⁴, odpowiadające polu grawitacyjnemu wytwarzanemu przez obracającą się gwiazdę. Jeszcze większe możliwości stwarza rezygnacja z założenia jednorodności i izotropii eteru. Można powiedzieć, że jeśli coś stwarza tu pewien problem, to nie tyle brak takich modeli, co raczej ich nadmierna obfitość i związana z tym niejednoznaczność wyboru tego właściwego.

ZNACZENIE ETERU

Omawiane wyżej psucie ontologii fizyki zaczęło się od eliminacji eteru. Nasuwa się więc wniosek, że jej naprawa powinna zacząć się od jego przywrócenia. Czy jednak pojęcie eteru rzeczywiście jest użyteczne? Spróbujmy przyrzeć się jego niektórym zastosowaniom.

Mówiąc ściśle, można odróżnić dwa znaczenia terminu „eter”. W pierwszym znaczeniu, gdy mowa jest o tzw. eterze materialnym, chodzi o rodzaj ośrodka wypełniającego co najmniej obszary przestrzeni pozbawione materii korpuskularnej, stanowiącego substancjalny „nośnik” pól oddziaływań fundamentalnych. Do pomyślenia jest zresztą eter materialny wypełniający całą przestrzeń, a zatem mogący przestrzennie koincydować z cząstkami elementarnymi, które, podobnie jak pola, byłyby jego stanami.

²³ Por. A. Trautman, *Comparison of Newtonian and relativistic theories of space-time*, [w:] B. Hoffman (ed.), *Perspectives in Geometry and Relativity*, Bloomington 1966, s. 413-425.

²⁴ Por. A. J. S. Hamilton, J. P. Lisle, *The river model of black holes*, preprint gr-qc/0411060, <http://arxiv.org>, ukaże się w „American Journal of Physics”.

W drugim znaczeniu chodzi o wspomniany wyżej eter geometryczny, tj. wyróżniony układ odniesienia. Najbardziej naturalną jego interpretacją jest utożsamienie go z układem spoczywającym względem eteru materialnego. Do pomyślenia jest jednak również eter geometryczny w świecie bez eteru materialnego²⁵. W zasadzie właśnie jako eter geometryczny potraktować można układ obserwatorów fundamentalnych w kosmologii relatywistycznej. Tak rozumiany eter geometryczny ma nawet sens fizyczny. Jeśli jednak nie zakłada się istnienia eteru materialnego, to eter geometryczny nie ma żadnej doniosłości ontologicznej, stanowiąc jedynie specyficzny rys pewnych szczególnych rozwiązań równań Einsteina. Z drugiej strony zaś pojęcie relatywistycznego eteru Einsteina²⁶, tj. eteru materialnego, niewyznaczającego w czasoprzestrzeni eteru geometrycznego, trudno jest odróżnić od pojęcia substancjalnej czasoprzestrzeni, równie jak ono egzotycznego.

Eter geometryczny pozostaje więc w ścisłym związku z eterem materialnym. Tym niemniej te dwa pojęcia różnią się co do treści, więc warto rozważyć korzyści płynące z każdego z nich z osobna. Zaczniemy od eteru materialnego. Ten hipotetyczny ośrodek pierwotnie miał spełniać funkcję substancjalnego „nośnika” pól fizycznych. Zapobiegało to potraktowaniu ich jako czegoś w rodzaju bytów platońskich, które w kontekście przypuszczenia o polowym charakterze również materii korpuskularnej daje dziś asumpt do spekulacji na temat rzekomej „dematerializacji materii w fizyce współczesnej”²⁷ i zaciera różnicę między formalnym jedynie istnieniem bytów matematycznych a realnym istnieniem obiektów fizycznych²⁸. Jako własność eteru można jednak też potraktować określające fizyczną geometrię czasoprzestrzeni pole metryczne, jak również, ewentualnie, pola tensorowe, określające absolutną geometrię tła, jeśli ich wprowadzenie uznać za celowe. W ten sposób całą treść fizyki zinterpretować można w duchu konsekwentnego arystotelizmu, wbrew popularnemu dziś pogładowi, że jedynej spójnej interpretacji dostarcza jej platonizm.

Z kolei doniosłość eteru geometrycznego w pierwszej kolejności ujawnia się w związku z kwestią możliwości wprowadzenia w czasoprzestrzeni, w ramach geometrii tła, równoczesności ontologicznej odpowiadającej pojęciu „upływu” czasu, co w kontekście fizyki relatywistycznej nie jest możli-

²⁵ Por. K o p c z y ń s k i, T r a u t m a n, *Czasoprzestrzeń i grawitacja*, 58.

²⁶ Zob. K o s t r o, *Alberta Einsteina koncepcja nowego eteru*.

²⁷ Por. J. Ż y c i ń s k i, *Filozoficzne aspekty dematerializacji materii w fizyce współczesnej*, [w:] *Z zagadnień filozofii przyrodoznawstwa i filozofii przyrody*, t. 8, Warszawa 1986, s. 49-74.

²⁸ Zob. Z. H a j d u k, *Ontologiczne założenia matematyki*, [w:] M. H e l l e r, J. Ż y c i ń s k i, A. M i c h a l i k (red.), *Matematyczność przyrody*, Kraków 1990, s. 93-112.

we bez wyróżnienia pewnego układu odniesienia. Oprócz zachowania tego głęboko intuicyjnego pojęcia, pozwala to odeprzeć uroszczenia, jakoby ontologią fizyki współczesnej musiał być procesualizm lub ewentyzm, a nie arystotelejski substancjalizm czy wręcz reizm. Eter geometryczny pozwala też w sposób spójny zinterpretować wyrażające w ramach OTW grawitację nieintuicyjne cechy geometrii czasoprzestrzeni w intuicyjnych kategoriach ruchu i modyfikacji własności eteru.

To prawda, że kategorie te obecnie dość powszechnie uważa się za bezużyteczne. Nie jest to jednak nic więcej niż uporczywie podtrzymywany przesąd, wspierany równie uporczywie i wbrew faktom hodowanym mitem, jakoby taka interpretacja była niemożliwa. Oczywiście sama ich intuicyjność nie wystarcza dla uzasadnienia ich zachowania. Intuicja bynajmniej nie gwarantuje nieomyślności; czasem wręcz prowadzi na manowce, jak choćby w przypadku wspomnianej wcześniej fałszywej intuicji, sugerującej sprzeczność elektrodynamiki klasycznej z zasadą względności. Aby jednak podważyć wyraźne, silne intuicje, należałoby odwołać się do empirii, a co najmniej przeciwstawić im równie silne intuicje przeciwne. Każde inne postępowanie ma charakter destrukcyjny i nie jest niczym więcej niż jałowym sceptycyzmem. Tym gorzej, gdy ten sceptycyzm wykorzystuje się dla wsparcia koncepcji jawnie przeciwnych.

Niestety, nieprzychylna naturalnym intuicjom postawa obecnie zdecydowanie dominuje wśród fizyków i filozofów usiłujących uprawiać filozofię przyrody w kontekście współczesnej wiedzy fizycznej. Na szczęście ostatnio można dostrzec pewne nieśmiałe próby reorientacji. Wprawdzie jakakolwiek wzmianka o eterze wciąż na ogół zamyka autorowi drogę na łamy najbardziej prestiżowych czasopism naukowych, jednak również tam pojawiają się artykuły odwołujące się do tego pojęcia, chociaż starannie unikające użycia „zakazanego” słowa²⁹. Z nadzieją można też odnotować pojawienie się we wspólnej publikacji, obok tekstów najwyższych autoritetów z dziedziny fizyki, pracy, której autorzy ośmielają się kwestionować wartość oferowanego w ramach obowiązującej ortodoksji geometrycznego wyjaśnienia relatywistycznej symetrii praw przyrody³⁰. Oczywiście jedna jaskółka wiosny nie czyni... Bądźmy jednak dobrej myśli!

²⁹ Por. np. M. Visser, C. Barceló, S. Liberati, *Analogue models of and for gravity*, „General Relativity and Gravitation” 34 (2002), s. 1719-1734.

³⁰ Por. H. R. Brown, O. Pooley, *The origin of the spacetime metric: Bell's Lorentzian pedagogy and its significance in general relativity*, [w:] C. Callender, N. Huggett (eds.), *Physics Meets Philosophy at the Planck Scale*, Cambridge 2001.

BIBLIOGRAFIA

- Bell J. S.: How to teach special relativity, [w:] tenże, *Speakable and Unsayable in Quantum Mechanics*, Cambridge: Cambridge University Press 1987.
- Brown H. R., Pooley O.: The origin of the spacetime metric: Bell's Lorentzian pedagogy and its significance in general relativity, [w:] C. Callender, N. Huggett (eds.), *Physics Meets Philosophy at the Planck Scale*, Cambridge: Cambridge University Press 2001.
- Czerwiński J.: Dwie interpretacje teorii względności, „Zagadnienia Naukoznawstwa” 26 (1990), s. 315-329.
- Einstein A.: O elektrodynamice ciał w ruchu, [w:] tenże, 5 prac, które zmieniły oblicze fizyki, Warszawa: Wyd. Uniwersytetu Warszawskiego 2005.
- Feynman R. P.: The theory of positrons, „Physical Review” 76 (1949), s. 749-759.
- Hajduk Z.: Ontologiczne założenia matematyki, [w:] M. Heller, J. Życiński, A. Michalik (red.), *Matematyczność przyrody*, Kraków: OBI 1990, s. 93-112.
- Hamilton A. J. S., Lisle J. P.: The river model of black holes, preprint gr-qc/0411060, <http://arxiv.org>, ukaże się w „American Journal of Physics”.
- Heller M., Staruszkiewicz A.: Polemika Leibniza z Clarke'iem w świetle współczesnej fizyki, [w:] M. Heller, *Wieczność, czas, kosmos*, Kraków: ZNAK 1995, s. 41-54.
- Kopczyński W., Trautman A.: *Czasoprzestrzeń i grawitacja*, Warszawa: PWN 1981.
- Kostro L.: Alberta Einsteina koncepcja nowego eteru, Gdańsk: Wyd. „Scientia” 1999.
- Leibniz G. W.: Polemika z Clarke'iem, [w:] tenże, *Wyznanie wiary filozofa*, tł. z franc. i ang. S. Cichowicz, Warszawa 1969, s. 319-448.
- Plaček T.: *Is Nature Deterministic?: a Branching Perspective on EPR Phenomena*, Kraków: Jagiellonian University Press 2000.
- Poincaré H.: Sur la dynamique de l'électron, „Rendiconti del Circolo Matematico di Palermo” 21 (1906), s. 129-175.
- *Miara czasu*, [w:] tenże, *Wartość nauki*, Warszawa: G. Centnerszwer i S-ka 1908, s. 22-36.
- Rindler W.: *Essentials Relativity*, wyd. 2, New York: Springer 1977.
- Schutz B. F.: *Wstęp do ogólnej teorii względności*, tł. z ang. W. Kopczyński, Warszawa 2002.
- Snihur S.: *Czas i przemijanie*, Warszawa: Wyd. SGGW-AR 1990.
- Taylor J. G.: Do electroweak interactions imply six extra time dimensions?, „Journal of Physics A: Mathematical and General” 13 (1980), s. 1861-1866.
- Trautman A.: Comparison of Newtonian and relativistic theories of space-time, [w:] B. Hoffman (ed.), *Perspectives in Geometry and Relativity*, Bloomington 1966, s. 413-425.
- Visser M., Barceló C., Liberati S.: Analogue models of and for gravity, „General Relativity and Gravitation” 34 (2002), s. 1719-1734.
- Życiński J.: Filozoficzne aspekty dematerializacji materii w fizyce współczesnej, [w] *Z zagadnień filozofii przyrodznawstwa i filozofii przyrody*, t. 8, Warszawa: ATK 1986, s. 49-74.

RELATIVISTIC REVOLUTION AND ONTOLOGY OF PHYSICS

Summary

In the course of the development of physics until the beginning of the twentieth century there was an evolutionary progress within its ontological frameworks. Its continuity was violated by A. Einstein's works of 1905 and his so-called „quantum and relativistic revolution.” In its course people gave up a series of results they had achieved, and replaced them by some radical solutions that differed from common sense intuitions. In particular, in the context of the theory of relativity

the concept of electromagnetic ether was rejected. Then the concept of absolute time and absolute geometry of space were removed, facts that eliminated the „flow” of time and change of the ontology of physics from the substantialist one into the eventist one. The changes turned out unnecessary, they resulted not from the very theory of relativity, but from some arbitrary solutions within the frameworks of its philosophical interpretation. On the other hand, they clash with clear ontological intuitions and make an explanation of the „flow” of time impossible. What is more, they are also not beneficial for a further progress in the development of physics, especially in the context of seeking a quantum theory of gravitation. It seems right to return to pre-relativistic concepts, starting from ether. For it is the elimination of the latter that had started the „revolution.”

Translated by Jan Kłos

Słowa kluczowe: względność, eter, dynamika, upływ czasu, geometria czasoprzestrzeni.

Key words: relativity, ether, dynamics, time flow, space-time geometry.

Information about Author: Dr JAN CZERNIAWSKI – Department of Philosophy of Sciences, Institute of Philosophy, Jagiellonian University in Krakow; address for correspondence: ul. Grodzka 52, PL 31-044 Kraków; e-mail: uzczerni@cyf-kr.edu.pl