Jerzy Giedymin

# Konwencjonalizm geometryczny i fizykalny Poincarégo w sformułowaniu epistemologicznym

Nowa Krytyka 2, 3-30

1992

NOWA KRYTYKA 2 Rok 1992

Jerzy Giedymin

# Konwencjonalizm geometryczny i fizykalny Poincarégo w sformułowaniu epistemologicznym

Empiryzm geometryczny krytykowany przez Poincarégo to teza — historycznie pozostająca pod wpływem Newtonowskiej koncepcji metody naukowej — głosząca, że geometrię przestrzeni fizycznej wyznaczają jednoznacznie lokalne pomiary. Sprzeczna z nią teza konwencjonalizmu geometrycznego jest specjalnym przypadkiem koncepcji teorii fizykalnej Hamiltona-Hertza-Poincarégo, wywodząca się z badań nad podstawami optyki i elektromagnetyzmu klasycznego. Wedle tej koncepcji teoria fizykalna jest rodziną obserwacyjnie równoważnych teorii (w zwykłym sensie), opartą na wspólnej strukturze matematycznej i posiadającą nadbudowane, eksperymentalnie nierozstrzygalne i nie stwierdzane, ontologie świata pozazjawiskowego. Głównym argumentem natury logicznej na rzecz konwencjonalizmu geometrycznego i fizykalnego jest niedookreśloność wszelkiej teorii empirycznej w świetle potwierdzających wyników eksperymentalnych. Argumenty empiryczne (astronomiczne) na rzecz konwencjonalizmu geometrycznego znane za życia Poincarégo przedstawił w 1900 r. Schwarzschild.

Zadaniem tego artykułu jest przedstawienie z logicznego i historycznego punktu widzenia stosunku pomiędzy konwencjonalizmem geometrycznym a fizykalnym w ujęciu Henryka Poincarégo. Przez konwencjonalizm fizykalny rozumiem pogląd Poincarégo, podkreślający pewne konwencjonalne pierwiastki w strukturze i statusie epistemologicznym teorii fizykalnych. Dlatego konwencjonalizm geometryczny będę również rozumiał w sensie epistemologicznym, a nie jako konsekwencję pewnych własności (np. amorfizmu) przestrzeni. Jedną z moich głównych tez jest stwierdzenie, że konwencjonalizm geometryczny jest specjalnym przypadkiem koncepcji teorii fizykalnej Hamiltona-Hertza-Poincarégo, której źródłem były badania nad podstawami optyki i elektromagnetyzmu w XIX stuleciu.

Zainteresowania filozoficzne Henryka Poincarégo rozwijały się na marginesie jego badań w zakresie matematyki czystej i stosowanej. W czasie pracy nad teorią funkcji automorficznych odkrył on podobieństwo formalne pomiędzy geometrią płaską Łobaczewskiego a reprezentacją nieskończonych grup przekształceń homomorficznych górnej półpłaszczyzny zespolonej (podobną do reprezentacji funkcji dwuokresowej). Wydaje się, że to właśnie było motywem jego zainteresowania podstawami geometrii i filozofią racjonalizmu i empiryzmu w tym zakresie. Po ukończeniu badań nad funkcjami automorficznymi Poincaré podjął pracę w dziedzinie astronomii matematycznej i fizyki, zwłaszcza optyki i elektromagnetyzmu. Wykłady z optyki i elektromagnetyzmu (zwłaszcza teorii Maxwella), które Poincaré prowadził na Sorbonie, dostarczyły mu materiału do sformułowania poglądów filozoficznych dotyczących struktury i zadań teorii fizykalnych. Poglądy te stanowią właśnie dotrynę konwencjonalizmu fizykalnego. Zauważyć można duże podobieństwo pomiędzy dyskusjami nad empiryzmem geometrycznym, związanymi z odkryciem geometrii nieeuklidesowych, a debatą nad teoriami elektromagnetycznymi na krótko przed i po eksperymentach Henryka Hertza z 1888 r. W kontekście tym — o którym na ogół zapominają krytycy Poincarégo, np. Reichenbach — lepiej można zrozumieć motywy odrzucenia przez Poincarégo doktryny empiryzmu geometrycznego.

Wielu autorów przyczyniło się — bezpośrednio lub pośrednio — do sprecyzowania sensu doktryny konwencjonalizmu. Wśród nich trzeba by wymienić przynajmniej następujących: Rougier, Reichenbach, Carnap, Quine, Grünbaum, Sklar, Putnam, Glymour, Torretti, Johnson, a w Polsce Ajdukiewicz i Dąmbska[1]. Moje własne stanowisko w tej sprawie,

[1] L. Rougier: La philosophie géométrique de Henri Poincaré. Alcan. Paris 1920; H. Reichenbach: The Philosophy of space and time. Dover pubs. New York 1927 (1957); R. Carnap: Wstęp do ang. wyd. H. Reichenbacha: The Philosophy of space and time. 1956, ss. V - VII; R. Carnap: Philosophical foundations of physics. Basic Books. New York - London 1966; W. V. O. Quine: Word and object. MIT and John Wiley. New York 1966; idem: Ontological relativity and other essays. Columbia UP. New York - London 1969; A. Grünbaum: Philosophical problems of space and time. 2nd ed. Reidel. Dordrecht 1973; L. Sklar: The conventionality of geometry. "Am. Philos. Quarterly". 1967, No 3, ss. 42 - 47; H. Putnam: The refutation of conventionalism.

przedstawione uprzednio w pracach[2], zbliżone jest do poglądów Sklara, który jednak nie badał szczegółowo stosunku pomiędzy konwencjonalizmem geometrycznym i fizykalnym z logicznego i historycznego punktu widzenia.

Artykuł składa się z trzech części. Pierwsza dotyczy związków filozofii Poincarégo z kantyzmem i konsekwencji filozoficznych, jakie — w jego mniemaniu — płynęły z odkrycia geometrii nieeuklidesowych. Druga komentuje krytykę, jakiej Poincaré poddał empiryzm geometryczny i przedstawia stosunek pomiędzy konwencjonalizmem geometrycznym oraz fizykalnym. Trzecia część wreszcie referuje, na podstawie pewnej pracy Schwarzschilda, argumenty empiryczne na poparcie konwencjonalizmu geometrycznego, dostępne za życia Poincarégo.

## Odkrycie geometrii nieeuklidesowych, filozofia kantowska a konwencjonalizm geometryczny Poincarégo

Sytuacja problemowa, w której Poincaré rozwinął swą konwencjonalistyczną filozofię geometrii, obejmuje pewne elementy wyraźnie wymienione w jego opublikowanych pracach[3] oraz elementy, które ukazuje dopiero mniej lub bardziej skomplikowana analiza tekstów. Do tych pierwszych zaliczyć trzeba odkrycie lub — jeśli kto woli — konstrukcję geometrii nieeuklidesowych i istnienie dwóch konkurencyjnych poglądów na geometrię opartych na filozoficznej tradycji racjonalizmu i empiryzmu. Będzie więc rzeczą historycznie właściwą zacząć rekonstrukcję poglądów

"Mind, Language and Reality. CUP. London 1975; C. Glymour: The epistemology of geometry. "Nous" 1977, No 11; R. Torretti: Philosophy of geometry from Riemann to Poincaré. Reidel. Dordrecht 1978; D. M. Johnson: The problem of the invariance of dimension in the growth of modern topology. "Archive for Hist. Exact. Sci.". Part I: 1979 No 20, ss. 97 - 188; Part II: 1981 No 25, ss. 85 - 267; K. Ajdukiewicz: Język i poznanie. Warszawa 1960; I. Dąmbska: O konwencjach i konwencjonalizmie. Wrocław - Warszawa - Kraków - Gdańsk 1975.

[2] J. Giedymin: Instrumentalism and its critique: A re-appraisal. R. S. Cohen et al. (eds.) Essays in Memory of I. Lakatos. "Boston Studies in the Philos. of Sci." 1976, ss. 179 - 207; idem: On the origin and significance of Poincaré's conventionalism, "Studies in Hist. and Philos. Sci." 1977; idem: Hamilton's method in geometrical optics and Ramsey's view of theories. D. H. Mellor (ed.): Prospects for Pragmatism. CUP 1980; idem: Science and convention. Essays on H. Poincaré's philosophy of science and the conventionalist tradition. Pergamon Press. Oxford 1982.

[3] J. H. Poincaré: Sur les hypothèses fondamentales de la géométrie. "Bul. Soc. Math. Fr." 1987, ss. 203 - 216.

Poincarégo dotyczących podstaw filozoficznych geometrii od następującej negatywnej lub krytycznej tezy:

(C1) Aksjomaty geometrii metrycznych nie są ani prawdami syntetycznymi *a priori*, ani twierdzeniami narzuconymi nam w sposób jednoznaczny przez doświadczenie i indukcję. Dopóki system Euklidesa uważano za jedyną naukową teorię przestrzeni, głównym problemem filozoficznym (epistemologicznym) dotyczącym geometrii było pytanie, dlaczego geometria, w przeciwieństwie do tzw. nauk indukcyjnych, nie uległa zmianom i dlaczego wiedzę geometryczną uważano zawsze za intuicyjną, powszechną i pewną. Innymi słowy, dlaczego nauka o przestrzeni miała wszystkie cechy charakterystyczne przypisywane przez filozofów racjonalistycznych wiedzy apriorycznej. W sytuacji tej najprościej było stwierdzić, idąc za tradycją racjonalizmu, że geometria w istocie ma charakter *a priori*. Można było uznać, idąc za Platonem, że — po pierwsze — przedmioty geometryczne, takie jak punkty, proste, koła *etc.* nie są przedmiotami fizycznymi, lecz idealnymi; po drugie, że na nasza wiedza o tych przedmiotach nie jest oparta na doświadczeniu, lecz jest wrodzona i oparta na przypomnieniu świata Idei, w którym przebywały kiedyś nasze dusze; po trzecie, że zastosowania geometrii możliwe są dzięki temu, że przedmioty fizyczne partycypują, w pewnym sensie, w odpowiednich przedmiotach idealnych. Odmienną i późniejszą doktrynę racjonalistyczną znaleźć można było w idealizmie transcendentalnym Immanuela Kanta: przestrzeń i czas są formami apriorycznymi naszej zmysłowości, są one warunkami wszelkiego doświadczenia zmysłowego; prawdy geometrii mają charakter zdań syntetycznych *a priori*, tzn. oparte są na apriorycznej intuicji przestrzeni, tak jak prawdy analizy oparte są na apriorycznej intuicji czasu. W 1833 r. wielki irlandzki matematyk i zagorzały kantysta, Sir William Rowan Hamilton, pisał tak: „Żaden inteligentny i szczery człowiek nie może wątpić w prawdziwość głównych twierdzeń dotyczących linii równoległych podanych przez Euklidesa w „Elementach..."[4].

Przed odkryciem geometrii nieeuklidesowych empiryzm geometryczny nie był filozofią braną zbyt poważnie przez czołowych matematyków. Dopiero Gauss w związku ze swymi nieopublikowanymi spekulacjami na temat geometrii nieeuklidesowych wysunął możliwość rozwiązania geometrii przestrzeni fizycznej za pomocą pomiarów na powierzchni

[4] W. R. Hamilton: On some results of the view of a characteristic function in optics. [w:] The mathemathical papers of Sir W. R. Hamilton. Vol. I, ss. 297 - 303.

Ziemi, Łobaczewski zaś od razu dostrzegł większe możliwości w pomiarach astronomicznych.

Jakie konsekwencje płynęły, zdaniem Poincarégo, dla filozofii kantowskiej z odkrycia geometrii nieeuklidesowych i dlaczego Poincaré odrzucił empiryzm geometryczny? Odpowiedź na to drugie pytanie zostanie podana w części drugiej niniejszego artykułu. Tutaj natomiast zajmiemy się pytaniem pierwszym.

Wedle filozofii Kanta zasada indukcji matematycznej w arytmetyce jest prawdą syntetyczną *a priori*: bez zasady tej arytmetyka jest niemożliwa, nie jest zaś ta zasada ani zdaniem analitycznym, ani prawdą syntetyczną *a posteriori*. Zbudowanie wewnętrznie niesprzecznych geometrii nieeuklidesowych wykazało, że postulat linii równoległych (i inne założenia specyficzne dla geometrii metrycznych) nie może rościć na tej samej podstawie pretensji do statusu prawdy syntetycznej *a priori*. Postulat ten więc (podobnie jak i inne założenia charakterystyczne dla geometrii metrycznych) musi być sądem o innym charakterze w ramach kantowskiej klasyfikacji sądów, na przykład może on być sądem syntetycznym *a posteriori* (uogólnieniem empirycznym). Być może jednak, konieczna jest rewizja kantowskiej (i hume'owskiej) klasyfikacji sądów na niezmienne i wyłączające się kategorie: w istocie, epistemologiczna analiza rzeczywistej matematyki i nauk empirycznych pokazuje, po pierwsze, że występujące w nich twierdzenia zmieniają od czasu do czasu swój charakter epistemologiczny na podstawie decyzji podejmowanych przez uczonych (czasem podnoszą oni uogólnienia empiryczne do rangi zasad, a później degradują te ostatnie, gdy nie spełniają one już oczekiwanych nadziei); po drugie, że istnieją w matematyce i naukach empirycznych zadania aprioryczne, które nie są ani analityczne, ani syntetyczne *a priori* w sensie Kanta; są to konwencje.

W rozumowaniu tym celowo pozostawiono pewną dwuznaczność: jeśli przyjąć, jak to czyni wielu komentatorów, że przez geometrię Kant rozumiał geometrię Euklidesa, a przez przestrzeń — przestrzeń euklidesową, to wtedy uzna się, że odkrycie geometrii nieeuklidesowych prowadzi do obalenia kantowskiej filozofii geometrii; odkrycie to bowiem wykazało — co podkreśla powyższe rozumowanie — że twierdzenia geometrii metrycznej nie są zdaniami syntetycznymi *a priori*. Jeśli natomiast przyjmie się, że przez przestrzeń Kant rozumiał (lub powinien był rozumieć) tylko pewną przestrzeń trójwymiarową (jak np. Cassirer), a przez geometrię ogólne założenia ważne w każdej geometrii metrycznej, to rozumowanie Poincarégo wskazuje tylko na to, jak należy dalej rozwinąć filozofię Kanta pod wpływem odkrycia geometrii nieeuklidesowych lub jak ją moża uzupełnić przez wprowadzenie nowego typu zdań apriorycznych. W związku z tym (C1) można rozumieć bądź jako zaprzeczenie odpowiedniej części filozofii Kanta, bądź jako usunięcie pewnej wieloznaczności na rzecz jednej z interpretacji tej filozofii.

Pewne sugestie w kierunku zmiany lub uzupełnienia filozofii Kanta Poincaré zaczerpnął z teorii ewolucji Darwina. W rezultacie jego poglądy dotyczące geometrii przekształciły się w pewien wariant epistemologii ewolucyjnej. Jest to przypadek tendencji rozpowszechnionej w ostatnim kwartale dziewiętnastego stulecia wśród tych filozofów — pozostających bądź pod wpływem tradycji racjonalizmu, bądź empiryzmu — którzy zadania filozofii widzieli w analizie nauki raczej niż w spekulacji metafizycznej. Ewolucjonizm w filozofii przeciwstawiał się koncepcji epistemologii jako badań nad naturą i prawami niezmiennego umysłu ludzkiego. Był on więc również niezgodny z doktryną powszechnej i niezmiennej apriorycznej intuicji przestrzeni i czasu jako źródła wiedzy geometrycznej i arytmetycznej. Jeśli istnieją aprioryczne pierwiastki w naszej wiedzy, to należy wyjaśnić ich istnienie w terminach zmienności, genetyki i doboru naturalnego. Tak więc epistemologia ewolucyjna narzucała pewien pogląd na kwestię genezy geometrii, mianowicie pogląd oparty na odpowiednim określeniu roli, jaką w walce o byt odgrywa orientacja w przestrzeni; ogólne pojęcie idealizacji, a w szczególności pojęcie abstrakcyjnej grupy — dostarczyło powiązań z czystą matematyką; fakt, iż przemieszczenia w przestrzeni stanowią grupę, znany był już Helmholtzowi, a Sophus Lie posłużył się swoją teorią grup transformacji przy rozwiązywaniu problemu bazy aksjomatycznej dla wszelkich geometrii metrycznych, euklidesowych i nieeuklidesowych.

Odrzuciwszy tezę o charakterze syntetycznym *a priori* założeń geometrii metrycznych, Poincaré nadal przypisywał ten charakter zasadzie indukcji matematycznej. Zgodnie jednak ze swą filozofią ewolucjonistyczną, musiał upatrywać genezy tej zasady w ewolucji, a nie w jakichś niezmiennych właściwościach umysłu ludzkiego.

Niektóre ze szczegółowych spekulacji ewolucjonistycznych Poincarégo nie dadzą się dzisiaj utrzymać, nie są one jednak istotne dla jego filozofii. To, co jest istotne, można ująć w następującą tezę:

(C2) Orientacja w przestrzeni, istotna dla przeżycia organizmu i jego funkcji, jest źródłem naszej wiedzy geometrycznej. Założenia geometrii metrycznej są wyidealizowanymi prawami przemieszczania się ciał (idealnie) sztywnych, podobnie jak wyidealizowane prawa zachowania się promieni świetlnych są założeniami geometrii rzutowej. Ponieważ przemieszczenia w przestrzeni stanowią grupę, geometria jest badaniem grup. W procesie ewolucji odziedziczyliśmy ogólne pojęcie grupy; w ramach tych wybieramy tę grupę, która stanowi najwygodniejszą podstawę naszych wnioskowań o stosunkach przestrzennych. Praktyczne zastosowania geometrii opierają się na tym, że jakkolwiek nie ma ciał doskonale sztywnych, z doświadczenia znamy przedmioty, których zachowanie jest dostatecznie bliskie ciałom sztywnym.

Pod wpływem epistemologii ewolucyjnej pojęcie użyteczności stało się dla równie ważne dla filozofii Poincarégo jak dla filozofii amerykańskich pragmatystów. W rozważaniach filozoficznych Williama Jamesa pojęcie to zdaje się zajmować miejsce klasycznego pojęcia prawdy. Poincaré nie poszedł tą drogą. Z rozważań ewolucyjnych jak i ze spostrzeżeń nad rolą formalnych analogii w matematyce i w naukach empirycznych wywiódł on wniosek, że prawda (którą rozumiał bądź w sensie klasycznym, bądź w sensie bardziej konstruktywnym) nie jest jedynym ideałem nauki ani jedynym kryterium selekcji elementów wiedzy naukowej: wiedza ta składa się nie z byle jakich zdań prawdziwych, lecz z tych zdań prawdziwych, które są zarazem użyteczne, w szerokim sensie użyteczności praktycznej i teoretycznej (u nas podkreślił to Łukasiewicz w swoim eseju „O twórczości w nauce"). Ale okazuje się zarazem, że ważną rolę w naszej wiedzy odgrywają zdania, które — jakkolwiek dosłownie rzecz biorąc są fałszywe — są użyteczne w osiąganiu pewnych celów poznawczych; podobnie też jest z pewnymi wyrażeniami zdaniowymi, które nie są ani prawdziwe, ani fałszywe. Są to dwie pierwsze kategorie konwencji. Trzecią kategorię konwencji stanowią zdania trywialnie prawdziwe, tzn. konwencje terminologiczne i ich konsekwencje. Tu też zaliczyć trzeba zdania podniesione do godności zasad, czyli zdania o interpretacji apriorycznej. Konwencjami innej kategorii są wreszcie zdania prawdziwe lub fałszywe, ale nie stwierdzalne w danej chwili, lub też w ogóle nie stwierdzalne w ramach nauki; przykładem zdań tego drugiego rodzaju mogą być hipotezy dotyczące natury światła bądź przyciągania, które wedle Newtona nie mają miejsca w nauce; przykładem ich pierwszego rodzaju są natomiast obserwacyjnie równoważne teorie fizykalne z nadbudowanymi założeniami ontologicznymi o charakterze eksperymentalnie nierozstrzygalnym (por. pojęcie teorii fizykalnych Hamiltona-Hertza-Poincarégo w części drugiej niniejszego artykułu).

Powyższą klasyfikację konwencji należy rozumieć z zastrzeżeniem, że wedle Poincarégo status epistemologiczny nie jest niezmienną cechą zdań matematyki i nauk empirycznych; przeciwnie, jest on zmienny i zależy od decyzji społeczności naukowej. Pogląd ten stanowi o różnicy pomiędzy stanowiskiem Poincarégo i Quine'a w sprawie rozróżnienia zdań analitycznych i syntetycznych. Ujmiemy powyższe spostrzeżenia w formie następującej tezy:

(C3) Istnieją konwencjonalne elementy w matematyce i naukach empirycznych; są to zdania aprioryczne, ale o charakterze pragmatycznym, których źródłem nie jest intuicja, lecz decyzje uczonych kierowane m.in. względami użyteczności, wygody, prostoty etc. Ogólnie, określony status epistemologiczny nie jest niezmiennikiem, lecz funkcją wyboru i decyzji (wyjątek stanowią zdania syntetyczne *a priori*, których status nie jest wynikiem decyzji). Dotyczy to również geometrii. Klasyfikacje zdań z epistemologicznego punktu widzenia muszą być zrelatywizowane.

## Konwencjonalizm geometryczny a konwencjonalizm fizykalny

Chociaż epistemologiczny status teorii naukowych jest zmienny i wiadomo, że geometria przed Euklidesem była zbiorem reguł pomiaru opartych na doświadczeniu, Poincaré odrzucił doktrynę empiryzmu geometrycznego. „Nie można — pisał — znaleźć w emiryzmie geometrycznym racjonalnego sensu”[5]. Aby należycie ocenić argumenty Poincarégo przeciwko empiryzmowi geometrycznemu, konieczne jest sprecyzowanie tego, co się w tym czasie rozumiało przez ową doktrynę. Pomoże nam to ująć dokładniej różnicę pomiędzy empiryzmem geometrycznym a stanowiskiem Poincarégo, mianowicie konwencjonalizmem geometrycznym.

Krytykę empiryzmu geometrycznego można znaleźć w pracy Poincarégo „La science et l'hypothèse” w rozdziale piątym[6]. Najważniejsze argumenty krytyczne zawarte są w paragrafie drugim i trzecim. W paragrafie drugim stwierdza się, na podstawie przykładu pomiaru stosunku promienia i obwodu materialnego koła, że w żadnym eksperymencie nie jest nam dana sama przestrzeń fizyczna; w każdym eksperymencie bezpośrednio dane mamy pewne własności materii i posługujemy się materialnymi narzędziami pomiaru. Stąd też we wszelkim eksperymentalnym określeniu geometrii przestrzeni opieramy się zawsze określeniu geometrii przestrzeni opieramy się zawsze na przesłankach geometrycznych i fizycznych. W paragrafie trzecim Poincaré rozpatruje problem wyboru pomiędzy geometrią Riemanna (w sensie węższym, tzn. przy założeniu stałej krzywizny) a Łobaczewskiego — na podstawie pomiarów astronomicznych gwiezdnej paralaksy. „Jeśli prawdziwa jest geometria Łobaczewskiego, to paralaksa bardzo odległej gwiazdy jest skończona. Jeśli

[5] J. H. Poincaré: La science et l'hypothèse. Flammarion. Paris 1902; idem: Science and Hypothesis. Dover Pubs. New York 1952, s. 79.

[6] Idem: La science et l'hypothèse...

geometria Riemanna jest prawdziwa, to paralaksa jest ujemna. Wnioski te wydają się być w zasięgu eksperymentu.(...) Ale to, co nazywamy linią prostą w geometrii, jest to pomiar promienia świetlnego.

Tak więc jeśli uzyskamy w pomiarze ujemną paralaksę, będziemy mieli do wyboru jeden z dwóch wniosków: możemy albo odrzucić geometrię Euklidesa, albo zmienić prawa optyki konkludując, że światło nie rozchodzi się ściśle po liniach prostych"[7]. Wydaje się jasne, że w cytowanym tekście Poincaré nie odrzuca możliwości eksperymentalnego rozstrzygania problemu geometrii przestrzeni świata, lecz tylko zaprzecza możliwości jednoznacznego rozstrzygnięcia poprzez pomiar.

Uważam więc, że przez empiryzm geometryczny Poincaré rozumiał pogląd, wedle którego geometrię przestrzeni wykryć można jednoznacznie na podstawie pomiarów, uogólnionych następnie przez indukcję.

Posługuję się tym sformułowaniem świadomie, aby podkreślić, iż empiryzm geometryczny zwalczany przez Poincarégo to specjalny przypadek newtonowskiej koncepcji metody naukowej prowadzącej do praw naukowych. Jak wiadomo, Newton twierdził, że prawa mechaniki uzyskał na podstawie dedukcji z eksperymentów i uogólnień indukcyjnych; podkreślał też, że wnioskowania indukcyjnego nie wolno unikać odwołując się do hipotez (takich jak np. przypuszczenia dotyczące natury światła lub przyciągania), dla których zresztą nie ma miejsca w nauce. Poglądy fizyków na metodę naukową, prawa i teorie fizykalne w pierwszych trzech kwartałach dziewiętnastego stulecia pozostawały pod przemożnym wpływem newtonowskiej filozofii nauki, jak to ilustruje na przykład tytuł, jaki Ampére nadał swemu dziełu ustanawiającemu podstawy elektrodynamiki: „Théorie mathématique des phénomenes électrodynamiques, uniquement déduite de l'expérience" (Paris 1826). Podobnych poglądów należy więc oczekiwać w ramach empirystycznej filozofii geometrii po odkryciu geometrii nieeuklidesowych. Utrzymały się one zresztą u niektórych autorów dwudziestowiecznych należących do tradycji empiryzmu, np. u Reichenbacha[8]. Charakterystyczne dla konwencjalizmu Poincarégo jest właśnie odrzucenie tezy o możliwości jednoznacznego określenia geometrii przestrzeni wyłącznie na podstawie pomiarów oraz nowa koncepcja hipotez jako konwencji: wyniki pomiarów i eksperymentów nie narzucają nam nigdy jednoznacznych rozwiązań teoretycznych, zawsze mamy do wyboru szereg teorii obserwacyjnie równoważnych; wbrew

---

[7] J. H. Poincaré: Science and hypothesis..., ss. 72 - 73.

[8] H. Reichenbach: The philosophy of space and time...

Newtonowi, hipotezy mają miejsce w nauce, ale jako konwencje. O tych i podobnych sprawach pisze Laudan[9].

Jakie są argumenty przeciw empiryzmowi geometrycznemu, przemawiające zaś za konwencjalizmem geometrycznym? Istnieją argumenty natury logicznej i empirycznej. Empiryczne zreferujemy w części trzeciej artykułu. Tutaj zaś zajmiemy się argumentami logicznymi. Najważniejszymi wydają się dwa następujące.

Po pierwsze, geometria stosowana, czyli fizyczna, zawsze obejmuje założenia czysto geometryczne i fizyczne; sprawdzamy eksperymentalnie zawsze całość: geometria-plus-fizyka.

Po drugie, geometria fizyczna nie jest teorią fenomenalistyczną: nie wszystkie pojęcia geometryczne dają się zdefiniować w terminach obserwacyjnych; istnieją też bezpośrednio nieobserwowalne własności globalne przestrzeni; wielkości wreszcie takie jak krzywizna przestrzeni mogą przyjmować wartości poniżej granicy pomiarów.

Wynika stąd, że geometria fizyczna — jak wszelka teoria fizyczna — jest zawsze niedookreślona przez wyniki eksperymentów; ani nie wynika ona z danych eksperymentalnych (z pomiarów), ani też — w przypadku wyników negatywnych — nie wiemy nigdy w sposób jednoznaczny, który z członów koniunkcji składającej się na system geometrii-plus-fizyki należy odrzucić. Tę drugą część tezy niedookreśloności teorii nazywa się dzisiaj zwykle tezą Duhema (lub Duhema-Quine'a). Jednakże pierwotne twierdzenie Duhema dotyczyło wyłącznie wieloznaczności wyników eksperymentu, któremu poddano koniunkcję zdań empirycznych; dotyczyło ono więc tego, co niektórzy nazywają niepewnością indukcji (np. Grinbaum) przy założeniu niezmiennej klasyfikacji zdań na syntetyczne, analityczne *etc.* Wedle Poincarégo, jak powiedzieliśmy uprzednio, status epistemologiczny odnośnych zdań jest zmienny i zależy od naszej decyzji. W ramach tego poglądu teza o niedookreśloności teorii implikuje — w przypadku wyników eksperymentu negatywnych dla sprawdzanej teorii — nie tylko niepewność indukcyjną (co do tego, który z empirycznych członów koniunkcji mamy odrzucić), ale również możliwość zmiany statusu epistemologicznego (niektórych członów koniunkcji). Ilustruje to właśnie cytat z Poincarégo dotyczący problemu rozstrzygnięcia eksperymentalnego między geometrią Riemanna i Łobaczewskiego: wynik pomiaru paralaksy gwiezdnej nie tylko nie określa jednoznacznie odrzucenia jednego z założeń empirycznych, lecz pozostawia ponadto możliwość zachowania dowolnego z założeń empirycznych przez nadanie mu interpretacji

[9] L. Laudan: Science and hypothesis. Dordrecht: D. Reidel 1981.

apriorycznej (np. przez decyzję: prosta — to prosta euklidesowa); odwrotnie też, możemy pozbawić dowolne założenie analityczne, włączając w to prawa logiki, godności założenia analitycznego, jeśli to ułatwi nam rozwiązanie jakiejś trudności wynikającej z konfrontacji naszej teorii z rezultatem eksperymentu.

Z tezy niedookreśloności wynika, że istnieje zawsze więcej niż jeden system geometrii fizycznej „ratujący zjawiska" (tzn. wyniki lokalnych pomiarów). Wprowadźmy termin „ontologia" na oznaczenie struktury lub własności przestrzeni nie ujawnionych w sposób jednoznaczny przez wyniki pomiarów, ale zgodnych z nimi. Pozwoli to nam zapisać główną tezę konwencjonalizmu geometrycznego w sposób następujący:

(C4) Każda geometria fizyczna jest rodziną obserwacyjnie ważnych systemów obejmujących założenia geometryczne i fizykalne i różniących się między sobą pod względem eksperymentalnie nierozróżnialnych ontologii.

Zauważmy, po pierwsze, że jeżeli obserwacyjnie równoważne teorie mają podobne struktury matematyczne, to wtedy rodzina takich teorii da się wyrazić za pomocą metody (zdania) Ramseya[10]; po drugie, przez ontologię geometryczną rozumieć można nie tylko własności metryczne i topologiczne przestrzeni nie ujawnione jednoznacznie przez pomiary, lecz także matematyczną konstrukcję przestrzeni z różnych elementów przestrzeni. W 1865 r. Plücker zwrócił uwagę na to, że naszą trójwymiarową przestrzeń uzyskać moża w trojaki sposób: za pomocą potrójnej nieskończoności punktów, potrójnej nieskończoności płaszczyzn lub poczwórnej nieskończoności prostych. Podobnie prostą generować można w dwojaki sposób (co daje dwie różne konstrukcje przestrzeni): elementami przestrzeni mogą być proste zbudowane z punktów bądź też proste określone przez przecinające się płaszczyzny. W optyce posługujemy się pierwszą z tych konstrukcji, gdy zakładamy, że punkty świetlne wysyłają promienie we wszystkich kierunkach; drugą natomiast wtedy, gdy zamiast o promieniach mówimy o czołach fal i ich kolejnych przecięciach[11]. Istnieją odwzorowania pomiędzy przestrzeniami generowanymi przez różne elementy, np. słynne przekształcenie Sophusa Lie geometrii opartych na prostej i na kuli. Wybór elementu przestrzeni decyduje o liczbie jej wy-

---

[10] F. Ramsey: Theories,[w:] D. H.Mellor (red.) Foundations: essays in philosophy, logic, mathematics and economics. Routledge, London 1928, 1978. Por też: R. Carnap: Philosophical foundations of physics. Basic Books, New York - London 1966.

[11] J. Plücker: On a new geometry of space. "Philos. Trans. R. Soc." 1865, ss. 725 - 726; J. H. Poincaré: On the foundations of geometry. "Monist" IX, 1, ss. 21 - 24.

miarów (historię topologicznej teorii wymiarów przedstawia Johnson[12]).

W latach trzydziestych dziewiętnastego wieku, kiedy teoria falowa Younga-Fresnela walczyła o zdobycie przewagi nad teorią emisyjną, Hamilton — rozszerzając swą metodę z optyki geometrycznej na dynamikę[13] i nadającej tej ostatniej postać falową — wprowadził w efekcie do fizyki zasadę względności ontologicznej (w sensie Quine'a).

Motywem badań Hamiltona w zakresie optyki matematycznej była chęć nadania optyce przejrzystej i eleganckiej postaci matematycznej, podobnej do tej, jaką nadał Descartes geometrii. *Prima facie*, formalizm taki zależeć musiałby od tego, czy stoi się na gruncie teorii emisyjnej czy falowej światła. Jednakże Hamilton spostrzegł, że zachodzi formalne podobieństwo pomiędzy zasadą najmniejszego czasu (Fermat) a zasadą najmniejszego działania (Maupertuis 1744; Euler 1744; Lagrange 1760), z których pierwsza związana była z teorią falową a druga z teorią emisyjną. Formalna równowartość tych dwóch zasad (przynajmniej na terenie optyki geometrycznej) uwolniła Hamiltona od konieczności opowiedzenia się po stronie jednej z konkurencyjnych teorii; w swych najwcześniejszych pracach nad systemami promieni słonecznych Hamilton podkreślał, że jego nowa metoda jest całkowicie niezależna od wszelkich hipotez filozoficznych (takich jak hipoteza ekonomii przyrody) lub fizycznych (natura falowa lub cząstkowa światła). W latach późniejszych, zwłaszcza w 1848 r. podczas posiedzenia British Association w Manchesterze, Hamilton bronił — wraz z Humphrey Lloydem — teorii falowej przed atakami ze strony Brewstera i MacCullagha, ale jeszcze w latach dwudziestych i wczesnych latach trzydziestych był bardziej ostrożny. Wyniki eksperymentów Thomasa Younga ogłoszone w latach 1802 i 1804 nie miały wówczas jeszcze dostatecznego autorytetu, aby przekonać większość fizyków, że własności falowe światła nie są tylko sprawą hipotezy, lecz już i doświadczenia. Według Newtona reguł metodologicznych — wyniki fizyki powinny być wolne od hipotez w tym sensie, że jeżeli nawet uzyskało się je opierając się na pewnej hipotezie użytej w roli narzędzia heurystycznego, to jednak taka czy inna hipoteza nie może mieć wpływu na ich uznanie lub odrzucenie. W ten sposób prawa fizykalne są niezależne od ontologii ukrytej poza zjawiskami dostępnymi eksperymen-

[12] D. M. Johnson: The problem of the invariance of dimension in the growth of modern topology. "Archive for hist. exact. sci." 20, 1979, ss. 97 - 188; 25, 1981, ss. 85 - 267.

[13] Por. Hamilton (1828) i Hamilton (1834) [w:] The Mathematical Papers of Sir W. R. Hamilton, vol. 1 - 3, 1931.

tom. Formalna równoważność dwóch tradycyjnych zasad optycznych (w zakresie optyki geometrycznej) odkryta przez Hamiltona, nie tylko pozwoliła nadać optyce nową postać matematyczną zgodnie z regułami metodologicznymi Newtona, lecz również podsunęła mu myśl nowej postaci matematycznej równań dynamiki. Równania dynamiczne sformułowane przez Hamiltona są nieskończonościowymi przekształceniami kanonicznymi scharakteryzowanymi przez funkcję $H(q,p)$ a takie przekształcenia służą — podobnie jak konstrukcja Huygensa — jako matematyczna reprezentacja przenoszącego się czoła fali. Wedle mechaniki Hamiltona fala towarzyszy ewolucji systemu mechanicznego.

Jak większość ówczesnych fizyków Hamilton wierzył, że „matematyczne wyjaśnienie wszelkich zjawisk materialnych — w odróżnieniu od zjawisk życia — zależy ostatecznie od własności systemów punktów wzajemnie przyciągających się lub odpychających"[14]. Ponadto Hamilton był jednak zwolennikiem Boškoviča teorii materii, o czym świadczy fragment zaczerpnięty z jednej z jego prac poświęconych mechanice falowej:

„Lecz nauka o sile działającej wedle prawa w czasie i przestrzeni przeszła już ponowną ewolucję i stała się bardziej dynamiczna: odrzuciwszy prawie zupełnie pojęcia stałości i kohezji oraz owych innych związków materialnych i geometrycznych (na podstawie których Lagrange tak chętnie prowadził swoje rozumowania) i dążąc coraz to bardziej do sprowadzenia wszelkich oddziaływań wzajemnych ciał do atrakcji i repulsji punktów; podczas więc gdy nauka posuwa się w jednym kierunku, przez udoskonalanie poglądów fizycznych, może ona też posuwać się w kierunku innym, poprzez odkrywanie nowych metod matematycznych"[15].

Wedle Boškoviča (*Philosophiae naturalis theoria reducta ad unicum legem virium in natura existentum*, 1758), materia zbudowana jest z punktów matematycznych, które są centrami sił przyciagania i odpychania: przy małych odległościach działa siła odpychania, dzięki której mamy nieprzenikliwość materii: po przekroczeniu pewnej odległości działa przyciąganie, którego siła jest odwrotnie proporcjonalna do kwadratu odległości; pomiędzy tymi odległościami przyciąganie zmienia się w odpychanie i na odwrót. Wedle tego poglądu podstawowe dla fizyki są pojęcia siły i prawa działania sił oparte — *ad hoc* — na wynikach obserwacji. Boškovič wysunął swoją teorię w ramach sporu, dotyczącego istnienia sił centralnych działających na odległość, pomiędzy Leibnizem a zwolennikami Newtona. Boškovič podkreślał, że jego koncepcja

---

[14] Ibidem, vol. 2, s. 212.

[15] Ibidem, vol. 2, s. 104.

atomu-punktu jest zgodna z różnymi założeniami filozoficznymi i że prowadzi do tych samych praw matematycznych przy różnych założeniach. Koncepcja Boškoviča była historycznie rzecz biorąc poprzednikiem pojęcia pola; oddziałała też na powstanie tego ostatniego pojęcia poprzez Faradaya.

Jak Hamilton uzgadniał swoje poparcie dla hipotezy Boškoviča z regułami metodologicznymi Newtona? Do pojednania tych dwóch stanowisk doszło w ramach filozofii „fizyki zasad" (w znaczeniu Poincarégo). Z regułami Newtona filozofia ta podziela przekonanie, że eksperyment jest arbitrem prawdy i pewności naukowej; ale wbrew Newtonowi, filozofia owa podkreśla istnienie obserwacyjnie równoważnych praw i teorii fizykalnych, a więc wieloznaczność stosunku teorii i eksperymentu; odrzuca też Newtona radykalną banicję hipotez. Z istnienia teorii obserwacyjnie równoważnych wynika względność ontologiczna (nigdy nie wiemy w sensie absolutnym, o czym mówią nasze teorie); zamiast zakazu wszelkich hipotez przekraczających jednoznaczne wyniki eksperymentów mamy konwencjonalny wybór hipotez, które Newton dopuszczał jedynie jako narzędzia heurystyczne. Teoria fizykalna, wedle tej filozofii, to rodzina teorii obserwacyjnie równoważnych wyrażonych za pomocą jakiejś zasady wariacyjnej (takiej jak np. zasada Hamiltona w optyce) i zgodnych z rozmaitymi, eksperymentalnie nierozróżnialnymi ontologiami świata poza-zjawiskowego.

Hamiltonowską koncepcję teorii fizykalnej odnowili Hertz i Poincaré. Jest rzeczą interesującą chociaż nie zaskakującą, że doszło do tego w kontekście konfrontacji pomiędzy dwiema rywalizującymi szkołami na terenie elektromagnetyzmu w wypadku Hertza oraz w związku z wykładami z optyki i elektrodynamiki w wypadku Poincarégo. Ponieważ koncepcję teorii fizykalnej Hamiltona-Hertza-Poincarégo uważam za równoważną z konwencjonalizmem fizykalnym, będzie ona przedmiotem naszych rozważań do końca niniejszej części drugiej.

W połowie dziewiętnastego wieku istniało około dwunastu konkurencyjnych teorii elektromagnetycznych[16]. Niektóre z nich zostały w końcu wyeliminowane jako niezgodne z zasadą zachowania energii, odkrytą około 1845 r. (równocześnie i niezależnie przez Joule'a, Meyera, Helmholtza i kilku jeszcze innych uczonych) i stanowiącą odtąd jedną z podstawowych zasad fizyki klasycznej. Z pozostałych teorii elektromagnetycznych, największe powodzenie miały: teoria W. Webera, oparta na hipotezie Webera-Fechnera dotyczącej natury elektryczności; potencjał

[16] J. J. Thomson: Report on electric theories. Brit. Ass. Reports 1888.

F. Neumanna, mający charakter prawa fenomenalistycznego i Faradaya-Maxwella teoria pola elektromagnetycznego. Każda z tych trzech teorii mogła wyjaśnić wszystkie znane wyniki eksperymentalne i prawa empiryczne Coulomba, Ampèra i Faradaya, ale różniły się one radykalnie między sobą pod względem podstawowych założeń teoretycznych i ontologicznych: prawa Webera i Neumanna należały do post-newtonowskiej tradycji zakładającej tzw. działanie na odległość, tzn. przyjmowały one, że siły elektromagnetyczne — podobnie jak ciążenie powszechne — to siły centralne działające natychmiastowo na odległość bez pośrednictwa jakiegokolwiek ośrodka; teoria Faradaya-Maxwella natomiast twierdzi, że działania elektromagnetyczne rozchodzą się w ośrodku (eterze) w postaci fal poprzecznych z prędkością skończoną równą prędkości światła. Aby ułatwić (lub też umożliwić) porównania logiczne i eksperymentalne tych trzech teorii, Hermann von Helmholtz sformułował nową teorię elektromagnetyczną[17], która w efekcie redukowała teorie rywalizujące, lub też ich odpowiedniki, jako specjalne przypadki. Z matematycznego punktu widzenia, nowa teoria Helmholtza była uogólnieniem potencjału Neumanna; w uogólnionym prawie Helmholtza występuje nieokreślona stała *k* taka, że dla $k=1$ prawo to przechodzi w potencjał Neumanna, dla $k=-1$ otrzymuje się prawo Webera, a dla $k=0$ i przy dodatkowym założeniu eteru mającego charakter dielektryka o wysokim stopniu polaryzacji, uzyskuje się konsekwencje teorii Faradaya-Maxwella. Dopatrzeć się więc tu można formalnej analogii z geometriami metrycznymi o stałej (pozytywnej, negatywnej i zerowej) krzywiźnie, analogii, która być może kierowała Helmholtzem. Pojęciowo rzecz biorąc teoria Helmholtza oparta była na założeniu działania na odległość, przy czym dla $k=0$, tzn. w przypadku Maxwella, przyjmowało się, że prędkość działań elektromagnetycznych obniża się pod wpływem dielektrycznego ośrodka tak, że rozchodzą się one jako fale poprzeczne z prędkością światła. Pojęciowo więc teoria Helmholtza należy do tradycji zapoczątkowanej przez elektrostatykę Poissona.

Otóż stworzywszy tę matematycznie i pojęciowo jednolitą teorię elektromagnetyczną, Helmholtz namówił swego dawnego ucznia, Henryka Hertza, aby zgodził się opracować eksperymenty mające na celu rozstrzygnięcie pomiędzy trzema rywalizującymi teoriami, a ściślej biorąc pomiędzy ich odpowiednikami (reduktami) w ramach teorii Helmholtza.

---

[17] H. von Helmholtz: Über die Bewegungsgleichungen der Elektrizität für ruhende leitende Körper. "Borchardt's Journal für Reine und Angewandte Mathematik". Bd. LXXII. 1870, ss. 57 - 129.

Słynne eksperymenty Hertza z r. 1888 stanowiły drugą serię eksperymentów opracowanych i przeprowadzonych przez Hertza w wyniku tej perswazji[18]. Jakkolwiek w historii fizyki eksperymenty Hertza przedstawia się zwykle jako test teorii Maxwella, to jednak wiemy z pism Hertza, że nie były one oparte bezpośrednio na teorii Maxwella, lecz na teorii Helmholtza z r. 1870. Jak wszyscy prawie fizycy na kontynencie europejskim, Hertz był przekonany, że teoria Maxwella jest pojęciowo niejasna i w pewnym sensie wewnętrznie niespójna (posługiwała się bowiem również pojęciami zaczerpniętymi z tradycji działania na odległość); natomiast teoria Helmholtza z r. 1870 wydawała mu się jasna i zrozumiała[19]. Z logicznego punktu widzenia zatem, eksperymenty Hertza z 1888 r. były testem sprawdzającym specjalne przypadki dla różnych wartości $k$ w ramach teorii elektromagnetycznej Helmholtza. Skończona prędkość indukcji elektromagnetycznej, a więc jeden z głównych wyników uzyskanych przez Hertza, potwierdzała przypadek $k=0$ odpowiadający teorii Maxwella, a zarazem podważała przypadki, które implikowały prędkość natychmiastową bez wpływu ośrodka (eteru).

Wedle popularnego w tym czasie poglądu, eksperymenty Hertza wykazały istnienie eteru, uprzednio postulowanego hipotetycznie[20]. Ale czy eksperymenty te wykazały fałszywość hipotezy działania na odległość? Oczywiście nie zrobiły tego i nie mogły zrobić w ramach teorii Helmholtza, skoro potwierdziły jeden z przypadków tej teorii, a założenie to było jej częścią. Po to, by eksperymenty Hertza mogły służyć jako argument przeciwko hipotezie działania na odległość, potrzebne są dodatkowe przesłanki. Taką dodatkową przesłanką mogłoby być, na przykład, zdanie stwierdzające, że skoro nie ma obserwacyjnej różnicy pomiędzy Maxwella działaniem lokalnym rozchodzącym się ze skończoną prędkością a Helmholtza działaniem na odległość (natychmiastowym ale zredukowanym do prędkości skończonej przez oddziaływanie dielektrycznego ośrodka), różnica pojęciowa pomiędzy nimi ma charakter czysto metafizyczny, tzn. przypadek dla $k=0$ w ramach teorii Helmholtza pociąga negację zało-

[18] A. E. Woodruff: The contributions of H. von Helmholtz to electrodynamics. „Historical Studies in Physical Sciences" (ed.) R. McCormach. Univ. of Pennsylvania Press. Philadelphia 1969.

[19] H. Hertz: Gesamelte Werke, 2, Untersuchungen über die Ausbreitung der Elektrischen Kraft. Leipzig; idem: Electric waves. London 1893.

[20] Wg. T. Hirosige: Origins of Lorentz's theory of electrons and the concept of the electromagnetic field. R. McCormach (wyd.) „Historial Studies in the Physical Scientes" 1969 Vol. I.

żenia (natychmiastowego) działania na odległość. Jednakże nie można nikogo zmusić do przyjęcia tej dodatkowej przesłanki opierającej się na samej logice.

W dyskusjach wokół eksperymentów Hertza w owym czasie niektórzy przynajmniej komentatorzy podkreślali, że „Hertz nie wykazał bezpośrednio głównej koncepcji Maxwella, mianowicie działania prądu przesunięcia na galwanometr"; tak więc rozchodzenie się działań elektromagnetycznych ze skończoną prędkością może być faktem, a zarazem teoria Maxwella może być fałszywa. Poincaré, na przykład, uznał ten wniosek za słuszny w swojej analizie porównawczej różnych teorii elektromagnetycznych[21]. Stwierdził mianowicie, że niezbędne są dodatkowe przesłanki (m.in. założenie ciągłości przyczyny i skutku) po to, by z wyników eksperymentalnych Hertza wnioskować prawomocnie o prawdziwości „głównej idei" Maxwella (istnienia prądu przesunięcia). W pracach natury historycznej i filozoficznej nad elektromagnetyzmem klasycznym z ostatnich lat wielu autorów stara się wykazać, że nie można uważać eksperymentów Hertza za *experimentum crucis* prowadzące do uznania teorii Maxwella. Wedle nich fizycy w ostatnim kwartale dziewiętnastego wieku odrzucili teorie oparte na założeniu działania na odległość i uznali teorię Maxwella opierającą się raczej na argumentach teoretycznych, takich jak lokalne zachowanie energii (por. twierdzenie Poyntinga), niż na wynikach eksperymentalnych[22]. Z takich interpretacji eksperymentów Hertza można by wyprowadzić konkluzję podobną tej, jaką Poincaré wyprowadził ze swojej krytyki empiryzmu geometrycznego: „nie sposób dopatrzeć sie racjonalnego sensu w empiryzmie fizykalnym", oczywiście pod warunkiem, że przez „empiryzm fizykalny" rozumie się pogląd, wedle którego wyniki eksperymentów zawsze narzucają nam pewną teorię w sposób jednoznaczny (Newton: teoria jest indukcyjnym uogólnieniem wniosków, które wynikają logicznie z eksperymentów). Konkluzję te często wypowiada się dzisiaj za pomocą tezy Duhema: „Nie istnieje *experimentum crucis*".

Jakkolwiek Hertz stwierdził, że eksperymenty swe oparł na teorii Helmholtza, a nie bezpośrednio na Maxwella teorii pola elektromagnetycznego, to jednak nie ulega wątpliwości, iż chciał on, by wyniki tych

[21] J. H. Poincaré: Science and hypothesis..., s. 240.

[22] Por.: F. Bevilacqua: H. Hertz's experiments and the shift towards contiguous propagation in the early nineties. „Riv. Sto. Sci." 1984 no 1(2), ss. 239 - 256; B. Mundy: Distant action in classical electromagnetic theory. „The Brit. J. Phil. Sci." 1989, vol. 40, No. 1.

eksperymentów miały związek z zasadniczą treścią teorii Maxwella (w odróżnieniu od pojęciowej szaty, jaką Maxwell nadał swej teorii). Aby związek taki ustalić, Hertz postawił swe słynne pytanie: „Co to jest teoria Maxwella?" oraz dał na nie odpowiedź:

„Na pytanie «Co to jest teoria Maxwella?» nie znam krótszej i bardziej definitywnej odpowiedzi niż odpowiedź następująca: Teorię Maxwella stanowi układ równań Maxwella. Każdą teorię, która prowadzi do tego samego układu równań, a więc obejmuje ten sam zakres zjawisk, uważam za pewną postać lub specjalny przypadek teorii Maxwella"[23].

Porównajmy teraz ten pogląd Hertza na teorię Maxwella z redukcją tej teorii w ramach teorii Helmholtza. Aby umożliwić lub ułatwić porównanie logiczne i eksperymentalne konkurencyjnych teorii elektromagnetycznych, Helmholtz ujął je jako specjalne przypadki w ramach pewnej formuły matematycznej i ujednoliconego systemu pojęciowego (sił centralnych działających natychmiastowo na odległość). Specjalny przypadek Maxwella dla $k=0$ w ramach teorii Helmholtza jest oczywiście daleki od zamierzonej interpretacji pierwotnej wersji teorii Maxwella. Toteż krytycy oskarżają Helmholtza, że „zniszczył subtelną harmonię maxwellowskiej koncepcji"[24]. Jakkolwiek Hertz początkowo przyjął teorię Helmholtza za podstawę swych eksperymentów i wstępnych wnioskowań z owych eksperymentów (potwierdzając przypadek Maxwella i podważając inne przypadki), to jednak w końcu odrzucił on tę teorię — jak na to wskazuje przytoczony fragment tekstu — i przyjął w jej miejsce inną ramę logiczną: ramą tą nie była jednak pierwotna teoria pola elektromagnetycznego w sformułowaniu Maxwella, lecz teoria Maxwella pojęta jako r o d z i n a teorii obserwacyjnie równoważnych, oparta na strukturze matematycznej równoważnej układowi równań Maxwella i dopuszczająca rozmaite nadbudowane, ale eksperymentalnie nierozróżnialne, ontologie (tj. teoretyczne założenia dotyczące natury elektryczności, jej przenoszenia się i roli ośrodka, w którym działania elektromagnetyczne mają miejsce). Pierwotna wersja teorii Maxwella jest oczywiście jednym z członów tej rodziny — jest, można by rzec, jej członkiem–założycielem — ale należy do niej również specjalny (maxwellowski) przypadek dla $k=0$ w ramach teorii Helmholtza (z nadbudową ontologiczną opartą na założeniu działań na odległość), należą też pewne teorie — hybrydy wy-

[23] Hertz H.: Gesammelte Werke..., s. 21.

[24] L. Rosenfeld: The velocity of light and the evolution of electrodynamics. „Nuovo Cimento", Suppl. 1956, No 5, vol. 4.

mienione przez Hertza w jego wstępnym eseju[25] oraz pojęciowo „oczyszczona" wersja teorii Maxwella sformułowana przez Hertza w 1881 i oparta na znanych dzisiaj powszechnie czterech równaniach (sformułowanych niezależnie przez O. Heaviside'a) równoważnych pierwotnemu układowi równań Maxwella.

Ponieważ problemy właśnie poruszone wiążą się w sposób oczywisty z kontrowersją dotyczącą tzw. niewspółmierności teorii (Kuhn, Feyerabend), chciałbym poczynić na ten temat kilka uwag.

*Prima facie* teoria Helmholtza z r. 1870 może uchodzić za dobry przykład dążenia do pośredniego porównania teorii, w pewnym sensie konkurencyjnych, ale bezpośrednio nieporównywalnych ze względu na niewspółmierność pojęciową. Pierwotna teoria Maxwella wyklucza natychmiastowe działania na odległość. Z drugiej strony Helmholtz i inni zwolennicy założenia sił centralnych działających na odległość uważali specyficzne maxwellowskie pojęcie prądu przesunięcia za niezrozumiałe, za pozbawione jasnej interpretacji fizycznej; zastępuje je w teorii Helmholtza pojęcie polaryzacji. Toteż odpowiednik teorii Maxwella, przy $k=0$ (i założeniu eteru) w ramach teorii Helmholtza nie jest oczywiście przekładem zachowującym pierwotne znaczenie terminów teorii Maxwella. Teoria Helmholtza nie redukuje pierwotnej teorii Maxwella, natomiast pomiędzy odpowiednikiem tej ostatniej przy $k=0$ a teorią Helmholtza zachodzi stosunek redukcji homogenicznej (pojęciowo jednorodnej).

Ale w jakim sensie specjalny przypadek dla $k=0$ w ramach teorii Helmholtza jest „odpowiednikiem" teorii Maxwella? Jak doszedł Helmholtz do sformułowania tego specjalnego przypadku? Wyjaśnia to następująca wypowiedź Helmholtza ujawniająca zarazem drugi — dotychczas przez nas nie wymieniony — motyw, który kierował Helmholtzem w sformułowaniu uogólnionej teorii: „(...) uwagi godna analogia pomiędzy rozchodzeniem się elektryczności w ośrodku dielektrycznym a ruchami świetlnego eteru nie zależy od specyficznej formy hipotez p. Maxwella, lecz można ją również uzyskać zachowując dawny pogląd na siłę elektryczną jako działającą na odległość"[26].

Jak widać z przytoczonej wypowiedzi, przypadek specjalny (dla $k=0$) w teorii Helmholtza jest (pojęciowo heterogenicznym) odpowiednikiem teorii Maxwella w tym sensie, że wynika z niego — podobnie jak w pierwotnej teorii Maxwela — nie sprawdzone jeszcze wtedy eksperymen-

[25] H. Hertz: Gesamelte Werke...

[26] H. von Helmholtz: Über die Bewegungsgleichungen..., s. 558.

talnie przewidywanie głoszące, że działania elektromagnetyczne rozchodzą się — podobnie jak światło w eterze — w postaci fal poprzecznych ze skończoną prędkością, równą prędkości światła. Na jakiej konsekwencji, formalnie rzecz biorąc, oparte jest to przewidywanie? Opiera się ono na pewnej czysto matematycznej konsekwencji, mianowicie na równaniu fali, które wynika z równań pola elektromagnetycznego, ale wynika również z uogólnionego potencjału Neumanna, tzn. z teorii Helmholtza. Jeśli zaś zapytamy o sens empiryczny tego przewidywania w ramach teorii Maxwella lub w ramach teorii Helmholtza, to odpowiedź będzie taka: dokładnego sensu empirycznego nie znał wtedy jeszcze nikt, jakkolwiek znano oczywiście sugestie oparte na analogii ze światłem: prędkość światła mierzono już uprzednio z coraz większą dokładnością, a własności falowe światła, takie jak uginanie i interferencja, pokazał eksperymentalnie Thomas Young (1802 – 1803). Dokładny sens empiryczny nadał przewidywaniu Maxwella dopiero Hertz w r. 1888 (i wcześniej nieco, niezależnie Fitzgerald), budując nową aparaturę dla swych eksperymentów na podstawie analogii z eksperymentami Younga i Fresnela.

Z przytoczonej uprzednio wypowiedzi Helmholtza wynika również wniosek następujący: jeżeli eksperymenty pokażą, że działania elektromagnetyczne w istocie przenoszą się w postaci fal poprzecznych z prędkością światła, to i tak można zachować założenie działania na odległość, podobnie jak można zachować geometrię euklidesową nawet, jeżeli odkryje się ujemną paralaksę. Toteż teoria elektromagnetyczna Helmholtza z r. 1870 wyrażała jego metafizyczną akceptację założenia sił centralnych działających na odległość. Hertz natomiast wolał przejść na stanowisko, wedle którego teoria Maxwella jest rodziną teorii obserwacyjnie równoważnych, opartych na równaniach Maxwella (lub na równoważnej strukturze matematycznej) i rozszerzalnych do poza-zjawiskowych ontologii, mających status konwencjonalny. Tę koncepcję teorii można zrozumieć, oczywiście, w sposób instrumentalistyczny: zbiór poza-zjawiskowych ontologii jest wtedy pusty, a język obserwacyjny wspólny dla całej rodziny; jednakże dopuszczalne jest tu również stanowisko realistyczne, przy którym poza-zjawiskowe ontologie mają interpretacje fizyczne, ale nie są rozstrzygalne empirycznie i pozostają niestwierdzone: między zdaniami opisującymi wyniki eksperymentów i należącymi do poszczególnych elementów rodziny teorii wystarczy wtedy ustalić odpowiednią korespondencję.

Poincaré doszedł do koncepcji teorii fizykalnej równoważnej koncepcji Hertza niezależnie, opierając się na analizie filozofii związanej z

„fizyką zasad” oraz na analizie rozwoju teorii elektromagnetycznych[27]. Ten pogląd na istotę teorii fizykalnej stanowi główną podstawę konwencjonalizmu fizykalnego:

(C5) Teoria fizykalna jest rodziną teorii obserwacyjnie równoważnych mających wspólną strukturę matematyczną (lub: operujących równoważnymi strukturami matematycznymi) i nadbudowane — eksperymentalnie nierozróżnialne i nie stwierdzane — ontologie świata pozazjawiskowego.

Ta koncepcja teorii fizykalnych jest nie tylko istotna dla zrozumienia filozofii konwencjonalistycznej Poincarégo, lecz również dla zrozumienia jego wypowiedzi na temat współczesnch mu teorii fizykalnych. Tak więc na przykład wyjaśnia ona, dlaczego Poincaré uważał Einsteina specjalną teorię względności i „nową mechanikę” Lorenza za jedną i tę samą teorię.

Również Reichenbach[28] posługiwał się pojęciem teorii podobnym do (C5) — nie wymieniając jednak historycznych precedensów — w swej analizie mechaniki kwantowej; wszelako mówiąc o „klasie równoważnych opisów przedmiotów nieobserwowalnych” (interfenomenów), Reichenbach identyfikował „równoważność” z „równoważnością obserwacyjną”, co jest charakterystyczne dla instrumentalizmu (w rozumieniu Poppera). Wbrew stanowisku Poppera i Feyerabenda starałem się pokazać[29], że anty-realizm w poglądach na teorie — czy to w pismach starożytnych greckich astronomów, czy też w pismach astronomów w okresie renesansu — nie był stanowiskiem semantycznym, lecz pragmatycznym, domagał się bowiem zawieszenia asercji w stosunku do teoretycznych hipotez; twierdziłem też, że konstruktywistyczne pojęcie prawdy, jakim posługiwali się zwykle Poincaré i Duhem, nie pozwalało im uważać za cel nauki stwierdzania spekulatywnych, teoretycznych hipotez dotyczących świata pozazjawiskowego. Van Fraassen[30] definiuje anty-realizm jako pogląd, wedle którego przyjęcie teorii pociąga za sobą jedynie przekonanie o

---

[27] J. Giedymin: Hamilton's method in geometrical optics..., (por. przypis 2), zwłaszcza rozdz. 2. oraz 5. (ss. 180 - 185). Przedstawiono tam Poincarégo analizę podobieństwa strukturalnego pomiędzy równaniami wiążącymi wektory Fresnela i Neumanna w optyce opartej na teorii elastyczności a równaniami Maxwella w wersji Hertza.

[28] H. Reinchenbach: Philosophic foundations of quantum mechanics. U. of Callifornia Press. Berkeley 1965, ss. 19 - 20, 23.

[29] J. Giedymin: Instrumentalism and its critique: A re-appraisal. R. S. Cohen et al. (eds.): Essays in Memory of I. Lakatos. „Boston Studies in the Philos. of. Sci.” 1976, ss. 184, 185 - 187, 195 - 196.

[30] Bas. C. van Fraassen: The scientific image. Calrendon Press, Oxford 1980.

jej adekwatności empirycznej. Koncepcja teorii Hamiltona-Hertza-Poincarégo jest w tym sensie anty-realistyczna, ale zarazem podkreśla ona wyraźnie, że poszczególni fizycy lub grupy fizyków uznający daną teorię (np. teorię elektromagnetyczną Maxwella) mogą zarazem uznawać jedną z nadbudowanych pozazjawiskowych ontologii lub też operować w celach heurystycznych różnymi ontologiami.

We wcześniejszych pracach[31] twierdziłem też, że wedle Hamiltona i Poincarégo treść teorii fizykalnej wyznaczona jest przez klasę jej konsekwencji obserwacyjnych i przez strukturę matematyczną wiążącą terminy teorii. W terminologii teorii modeli można to wyrazić mówiąc, że dopuszcza się tylko te modele obserwacyjnych konsekwencji teorii, które dają się rozszerzyć do pełnych modeli teorii. Stanowisko to nazywałem realizmem strukturalnym lub konwencjonalizmem strukturalnym. Wydaje mi się, że podobne pojęcie treści teorii występuje u Laudana[32].

Na zakończenie części drugiej podkreślimy, że teza (C4) wynika z (C5) dla specjalnego przypadku geometrii fizycznej jako teorii fizykalnej. W tym sensie twierdziliśmy, że konwencjonalizm geometryczny jest specjalnym przypadkiem konwencjonalizmu fizykalnego. Aby uzyskać również tezę (C2) jako konsekwencję, trzeba by tezę (C5) związać z pewną postacią epistemologii ewolucyjnej; leżałoby to poza zakresem zadań postawionych w tym artykule. Teza (C3) jest ściśle ogólna.

**Empiryczne dane i argumenty na poparcie konwencjonalizmu geometrycznego dostępne za życia Poincarégo**

W r. 1899 — tzn. w tym samym czasie, kiedy Poincaré ogłosił swą krytykę empiryzmu geometrycznego — K. Schwarzschild wygłosił odczyt, opublikowany następnie w postaci artykułu zatytułowanego „O dopuszczalnej mierze krzywizny przestrzeni"[33]. W części tej podam dosyć dokładne streszczenie tego odczytu, ponieważ pokazuje on, że wiedza astronomiczna na przełomie stulecia popierała tezę konwencjonalizmu geometrycznego, dostarczając zarazem argumentów przeciwko empiryzmowi geometrycznemu.

Schwarzschild rozpatrywał sytuację geometrii nieeuklidesowych, zwłaszcza geometrii świata sferycznego i pseudo-sferycznego i szukał

[31] J. Giedymin: Hamilton's method in geometrical optics..., ss. 230, 243, 245 - 246, 248 - 253.

[32] L. Laudan: Progress and its problems. U. of California Press, Berkeley 1977.

[33] K. Schwarzschild: Über das zulässige Krümmungsmaass des Raumes. Vierteljahrschrift der Astronomischen Gesellschaft 1900, ss. 337 - 347.

odpowiedzi na pytania: w jakim stopniu dane empiryczne rozstrzygają, która z nich jest prawdziwa w odniesieniu do naszego świata; jak wielka jest krzywizna przestrzeni i gdzie leży dolna granica limitująca nasz wybór wielkości promienia krzywizny przestrzeni? Zwykle daje się odpowiedź następującą na drugie z tych pytań: krzywizna przestrzeni musi być bardzo mała (lub równa zeru), ponieważ suma kątów wewnętrznych w największym zmierzonym dotychczas trójkącie — w trójkącie, którego wierzchołkiem jest jedna ze stałych gwiazd, a podstawą średnica orbity ziemskiej — nie różni się dostrzegalnie od $180^{\circ}$. Odpowiedź ta jednak nie jest zadowalająca z astronomicznego punktu widzenia ze względu na założenia, na których jest oparta. Dlatego też Schwarzschild wybrał nieco inne podejście do problemu twierdząc zarazem, że rzuci ona światło na status epistemologiczny geometrii nieeuklidesowych.

Rozważmy trójkąt wyznaczony przez trzy punkty w przestrzeni astronomicznej, o bokach $a$, $b$, $c$ będących torami promieni światła; długość boków mierzymy czasem, w jakim przebiega je światło, a kąty za pomocą zwykłych metod astronomicznych. Zakładamy, że zwykła trygonometria sprawdza się tylko w przybliżeniu, natomiast następujące równania wiążące boki i kąty są ściśle prawdziwe:

$$(a) \qquad \sin\alpha : \sin\beta : \sin\gamma = \sin\frac{a}{R} : \sin\frac{b}{R} : \sin\frac{c}{R}$$

$$(b) \qquad \cos\frac{c}{R} = \cos\frac{a}{R}\cos\frac{b}{R} + \sin\frac{a}{R}\sin\frac{b}{R}\cos\gamma$$

gdzie $R$ oznacza promień krzywizny przestrzeni. Równanie (a) i (b) zgodne są z trygonometrią sferyczną, a ta ostatnia przechodzi w trygonometrię zwykłą, gdy boki trójkąta są małe w porównaniu z promieniem $R$ kuli. Wybierając dostateczną wielkość dla $R$, możemy być pewni, że w granicach dokładności wyznaczonych przez nasze narzędzia pomiarowe, równania (a) i (b) będą zawsze zgodne ze zwykłą trygonometrią, tzn. równania (a) i (b) nie popadną nigdy w konflikt z doświadczeniem, o ile nadamy $R$ dostateczną wielkość. Spełnienie wzorów trygonometrii sferycznej przez wszystkie trójkąty przestrzeni nie wyznacza w sposób jednoznaczny struktury przestrzeni, bo wzory te zgodne są zarówno z założeniem przestrzeni sferycznej, jak i eliptycznej (obie te przestrzenie są nieskończone a ich wielkość zależy od $R$). W dalszym ciągu rozważamy tylko przestrzeń eliptyczną. Zastępując $R$ w równaniach (a) i (b) przez wielkość urojoną $iR$ otrzymamy:

$$(a') \quad sin\alpha : sin\beta : sin\gamma = sinh\frac{a}{R} : sinh\frac{b}{R} : sinh\frac{c}{R}$$

$$(b') \quad cosh\frac{c}{R} = cosh\frac{a}{R}cosh\frac{b}{R} - sinh\frac{a}{R} \cdot sinh\frac{b}{R}cos\gamma$$

gdzie sinh i cosh są to funkcje hiperboliczne. Gdy wartość $R$ rośnie, równania (a') i (b') również przechodzą w równania zwykłej trygonometrii i znowu mamy szereg przestrzeni, dla których równania te są prawdziwe; najprostszą z nich jest przestrzeń pseudo-sferyczna lub hipersferyczna; jest ona nieskończona; przez każdy punkt przechodzi nieskończenie wiele prostych, nie mających wspólnego punktu z daną prostą; geometria tej przestrzeni jest analogiczna do geometrii pseudo-sfery, charakteryzującej się stałą ujemną krzywizną.

Rozważmy teraz pomiar paralaksy gwiezdnej, najpierw przy założeniu przestrzeni eliptycznej, a następnie hiperbolicznej. Dla uproszczenia przyjmijmy, że jedna z gwiazd, $S1$, leży dokładnie w kierunku średnicy orbity ziemskiej i niech druga gwiazda, $S2$, leży mniej więcej w kierunku prostopadłym. Jeżeli $E1$ i $E2$ oznaczają dwa położenia Ziemi (oddzielone sześciomiesięcznym okresem), tak że $E1E2 = r$, tj. promień orbity, to wtedy obserwacja daje nam kąty $S1E1S2 = \alpha$ oraz $S1E2S2 = \beta$; wielkość $p = \alpha - \beta/2$ jest paralaksą gwiazdy $S2$. Musimy teraz obliczyć z $\alpha, \beta, 2r$ odległość $E2S2 = a$ oraz $E1S2 = b$ gwiazdy $S2$ od dwóch pozycji Ziemi, raz zakładając geometrię eliptyczną, a drugi raz zakładając geometrię hiperboliczną. Ponieważ $S2$ jest w przybliżeniu w kierunku prostopadłym do $E2E1S1$, można położyć $a=b=d$ gdzie $d$ jest odległością gwiazdy. Ponadto, skoro paralaksa p jest zawsze małym kątem, a promień $R$ krzywizny przestrzeni jest z pewnością bardzo duży w porównaniu ze średnicą orbity ziemskiej, otrzymujemy następujące wzory dla odległości w przestrzeni eliptycznej:

$$(c) \quad ctg\frac{d}{R} = \frac{R}{r}p \quad lub \quad sin\frac{d}{R} = c\frac{r}{\sqrt{p^2R^2 + r^2}}$$

oraz dla przestrzeni hiperbolicznej:

$$(c) \quad ctg\frac{d}{R} = \frac{R}{r}p \quad lub \quad sin\frac{d}{R} = c\frac{r}{\sqrt{p^2R^2 - r^2}}$$

Na podstawie tego ostatniego wzoru możemy łatwo odrzucić założenie przestrzeni hiperbolicznej. Dla każdej rzeczywistej wartości $d$ nierówność $pR > r$ jest prawdziwa. Daje to minimalną paralaksę $p = r/R$ dla każdej, najbardziej nawet odległej gwiazdy. Ponieważ wiele gwiazd nie ma paralaksy równej 0,05", wartość minimalnej paralaksy musi być poniżej 0,05". W ten sposób otrzymujemy dolną granicę promienia krzywizny przestrzeni przy założeniu geometrii hiperbolicznej:

$$R > \frac{r}{arc\ 0,05''}\ \textit{lub tez}\ R > 4000000 \cdot \textit{promien orbity ziemskiej}$$

Stąd krzywizna przestrzeni hiperbolicznej jest tak mała, że nie wykryją jej żadne pomiary w ramach układu słonecznego.* Skoro jednak przestrzeń hiperboliczna — podobnie jak i przestrzeń euklidesowa — jest nieskończona, nie pojawią się w niej żadne nieoczekiwane zjawiska nawet wtedy, gdy rozszerzymy obserwację do gwiazd stałych.

Rozważmy teraz pomiar paralaksy przy założeniu przestrzeni eliptycznej. Z wzoru (c):

$$ctg\ d/R = R/r \cdot p$$

otrzymujemy dla każdej wartości paralaksy $p$ rzeczywistą i możliwą odległość gwiazd $d$, którą można również identyfikować z promieniem krzywizny $R$. Dolną granicę wartości $R$ określają okoliczności fizyczne, a nie metryczne. Oczywiście, zbyt mała wartość $R$ prowadziłaby do niedopuszczalnych konsekwencji już w granicach układu słonecznego. Jednakże przy wartości $R$ równej przynajmniej 30 000 promieni orbity ziemskiej nie mielibyśmy dostrzegalnego wpływu na krzywiznę nawet w trójkątach rozciągających się do orbity Neptuna.

Przy założeniu, że $R$ równe jest 30 000 promieni orbity ziemskiej, z wzoru (c) otrzymamy różne wartości paralaksy dla różnych odległości gwiezdnych:

$$\textit{dla}\quad p = 1,0''\ d = 0,908\frac{R\Pi}{2} = 42000\ \textit{promieni}$$

$$\textit{dla}\quad p = 0,1''\ d = 0,991\frac{R\Pi}{2} = 46700\ \textit{promieni}$$

* Symbol *arc* – użyty w powyższym wzorze – oznacza tu funkcję przyporządkowującą kątom ich miary łukowe; *arc* 0,05" $< 25 \cdot 10^{-8}$ radianów. (red.)

$$dla \quad p = 0,0'' \; d = 1,000\frac{R\Pi}{2} = 47100\, promieni$$

Wyniki powyższe są nieco absurdalne z punktu widzenia przestrzennego rozmieszczenia gwiazd. Sto gwiazd mających $p > 0{,}1''$ mieściłoby się w sferze wyznaczonej przez 46 700 promieni, podczas gdy miliony pozostałych gwiazd musiałoby się zadowolić resztą przestrzeni, odpowiadającej 400 promieniom. Przyjmując, że istnieje około 100 milionów gwiazd, średnia odległość między dwiema gwiazdami w pierwszej części przestrzeni wynosiłaby 15 000 promieni, podczas gdy średnia odległość w pozostałej części przestrzeni wynosiłaby tylko 40 promieni; jest to oczywiście wykluczone. Wynika stąd, że 30 000 promieni jest zbyt małą wartością dla $R$. Oczywiście zwiększając tę wartość unikamy trudności. Jeżeli $R = 160$ milionów promieni, trzeba by 8 000 lat na to, by światło przebiegło odległość $R$ tzn. dookoła świata. Przestrzeń eliptyczna przy tej wielkości świata byłaby mniejsza niż system gwiazd wedle naszej wiedzy. Wnioskujemy, że nie doszliśmy do żadnej sprzeczności z doświadczeniem przyjmując, na przykład, że $R = 100\,000\,000$ promieni.

Musimy poczynić jednak następujące zastrzeżenie. W przestrzeni eliptycznej promień świetlny wraca do punktu wyjścia. Prowadziłoby to do powstawania dla wszelkich przedmiotów, takich jak Słońce, ich przeciwobrazów. Ponieważ z doświaczenia nie znamy takich przeciwobrazów, musielibyśmy przyjąć, że niszczy je silna absorbcja w czasie podróży światła dookoła świata.

Możemy teraz sformułować wnioski dotyczące geometrii eliptycznej i hiperbolicznej w sposób następujący:

„Nie popadając w sprzeczność z doświadczeniem możemy stwierdzić, że świat jest zawarty bądź w przestrzeni hiperobolicznej o promieniu krzywizny R równym 4 000 000 promieni orbity ziemskiej, bądź też w nieskończonej przestrzeni eliptycznej o promieniu krzywizny R ponad 100 000 000 promieni orbity ziemskiej z odpowiednią absorbcją światła (niweczącą przeciwobrazy przedmiotów) w jego podróży dookoła świata".

Na zakończenie swego odczytu Schwarzschild podkreśla, że — wbrew częstym twierdzeniom — własności metryczne przestrzeni euklidesowej nie wiążą się w sposób konieczny z nieskończonością przestrzeni. Najprostsza z geometrii Clifforda-Kleina łączy skończoną przestrzeń z metrycznymi właściowościami przestrzeni euklidesowej.

Zapytajmy w konkluzji, jaki jest związek rozważań Schwarzschilda z tezami empiryzmu i konwencjonalizmu empirycznego.

Wnioski Schwarzschilda zaprzeczają tezie empiryzmu geometrycznego rozumianego w sensie sprecyzowanym w części drugiej i potwierdzają tezę konwencjonalizmu geometrycznego, wedle której dane doświadczenia pozostawiają nam zawsze więcej niż jedną, zgodną z nimi, geometrię fizyczną. Przypomnijmy, że punktem wyjścia rozważań Schwarzschilda, było powszechnie w owym czasie uznawane twierdzenie — którego Schwarzschild nie odrzucał, kwestionując tylko jego założenia — że krzywizna przestrzeni jest bądź bardzo mała, bądź równa zeru (tak, jak w przypadku przestrzeni euklidesowej). Oczywiście wnioski Schwarzschilda zakładają stan teoretyczny i eksprymentalny wiedzy astronomicznej z przełomu stulecia. Późniejsze wyniki fizyki, mianowicie ogólna teoria względności i oparte na niej teorie kosmologiczne, odnowiły kontrowersję pomiędzy zwolennikami empiryzmu i konwencjonalizmu geometrycznego, zwłaszcza zaś spór wokół tezy Poincarégo, że zawsze będzie moża zachować wyróżnioną geometrię, nadając jej interpretację aprioryczną i czyniąc odpowiednie zmiany w fizyce. Krytycy konwencjonalizmu geometrycznego wskazują na to, że strategia konwencjonalistyczna może okazać się zbyt kosztowna: może ona prowadzić do zbyt skomplikowanej i dziwnej fizyki. Odpowiadając na ten zarzut warto podkreślić, że z tezy konwencjonalizmu geometrycznego nie wynika wcale, że obserwacyjnie równoważne systemy geometrii fizycznej są jednakowo proste. Wprost przeciwnie, jedną z najważniejszych konsekwencji konwencjonalizmu w zakresie teorii poznania jest twierdzenie, że skoro dla wszelkich danych eksperymentalnych istnieje zawsze wiele zgodnych z nimi teorii i stąd każdy wynik eksperymentu można rozmaicie interpretować, racjonalność empiryczna ma tu swą granicę. Jeśli granicę tę chcemy przekroczyć, to musimy obok empirycznych kryteriów wyboru, przyjąć kryteria inne, takie jak prostota. Empiryzm geometryczny i w ogóle czysto empirystyczna koncepcja nauki nie biorą pod uwagę prostoty, ponieważ nie dostrzegają potrzeby rozważania wyboru pomiędzy różnymi empirycznie adekwatnymi teoriami.

# Informacja dotycząca biografii naukowej prof. Jerzego Giedymina

Jerzy Giedymin od 1946 r. studiował filozofię na Uniwersytecie Jagiellońskim, a kontynuował ten kierunek na Uniwersytecie Poznańskim (od 1956 r. Uniwersytet im. A. Mickiewicza) będąc zarazem studentem Akademii Handlowej w Poznaniu (obecnie Akademia Ekonomiczna). Już w czasie studiów miał bliski kontakt z prof. Kazimierzem Ajdukiewiczem, co zdecydowało o wyborze perspektywy badawczej, gdy przystępował do doktoratu. Studia ukończył w 1949 r., w 1952 r. natomiast obronił pracę doktorską z zakresu metodologii nauk historycznych, napisaną pod kierunkiem Kazimierza Ajdukiewicza. W tym czasie dr Jerzy Giedymin podjął pracę na Uniwersytecie Poznańskim, w Zakładzie Logiki prowadzonym przez prof. Adama Wiegnera.

W latach 1956/57 i ponownie 1958/59 przebywał na stażu naukowym w Anglii, gdzie nawiązał współpracę z Karlem Popperem. Ukończył wtedy habilitację i uzyskał stanowisko docenta. W 1960 r. został kierownikiem Zakładu Logiki na Wydziale Filozoficzno-Historycznym Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza, obejmując zarazem opiekę naukową nad gronem pracowników tegoż zakładu (Jerzy Kmita, od 1961 r. - Teresa Kostyrko, od 1964 - Krystyna Zamiara) i seminarzystów.

Zakład Logiki poszerzył wówczas swój profil badawczy zgodnie z zainteresowaniami Jerzego Giedymina przyjmując nazwę Zakładu Logiki i Metodologii Nauk. Jerzy Giedymin prowadził z takiego właśnie przedmiotu wykłady na Wydziale Filozoficzno-Historycznym oraz Wydziale Prawa. W tym czasie ukazały się najważniejsze jego publikacje książkowe z tego zakresu:

— „Z problemów logicznych analizy historycznej". Poznań 1961;

— „Problemy , założenia, rozstrzygnięcia". Poznań 1964;

— podręcznik: „Wykłady z logiki formalnej, teorii komunikacji i metodologii nauk" (współautor Jerzy Kmita). Poznań 1966;

oraz artykuły w „Studiach Źródłoznawczych", „Studiach Filozoficznych", w „Studia Logica" oraz „British Journal for the Philosophy of Science".

W 1966 roku Jerzy Giedymin wyjechał do Anglii na zaproszenie strony brytyjskiej z cyklem wykładów dla Uniwersytetu Londyńskiego. W 1967 roku uzyskał w Polsce tytuł profesora nadzwyczajnego. Od tegoż roku do 1971 r. wykładał na Uniwersytecie Londyńskim, *Durham University* oraz *Sussex University*.

W 1972 r. został kierownikiem zakładu *Logic and Scientific Method, School of Mathematical and Physical Sciences, Sussex University* (w *Brighton*) i pracował na tym stanowisku do 1986 roku. W latach 1983 do 1986 był Prezydentem *British Society for the Philosophy of Science* i od 1986 r. członkiem Rady Redakcyjnej *British Journal for the Philosophy of Science*. W latach 1986 do 1990 wykładał historię i filozofię fizyki w *Sussex University*. Przez cały ten czas mieszka w *Brighton*.

Istotną zasługą J. Giedymina - dla upowszechnienia osiągnięć polskiej nauki - było dokonanie przekładu na angielski pism Kazimierza Ajdukiewicza i wydanie ich wyboru z własnym obszernym tekstem wstępnym. Książka Kazimierza Ajdukiewicza *The Scientific World Perspective and Other Essays* ukazała się w wydawnictwie Reidla w 1987 roku. Badawcze zainteresowania J. Giedymina koncentrowały się na filozofii i historii nauki, nauki w znaczeniu *Science*. Ów kierunek zainteresowań różni prace J. Giedymina powstałe w Anglii od jego prac z okresu „poznańskiego", poświęconych głównie problemom metodologicznym nauk historycznych. Wyniki prac badawczych prowadzonych w tym drugim okresie opublikował Profesor w 1982 r. w książce: *Science and Convention, Essays on H. Poincaré's philosophy of Science and the conventionalist tradition*. (*Oxford-London Pergamon Press*).

Około 60 artykułów J. Giedymina ukazało się ponadto w następujących czasopismach: *Boston Studies in the Philosophy of Science, Studies in History and Philosophy of Science, British Journal for the Philosophy of Science*. W przygotowaniu jest książka J. Giedymina pt. *Conventionalism and the pluralist conception of Theory*. Odczyty J. Giedymina, przedstawione w ub. roku na posiedzeniu Towarzystwa Filozoficznego w Poznaniu oraz na Uniwersytecie Warszawskim w roku bieżącym, związane były z problematyką tej książki.

**Teresa Kostyrko**