

Szymborski, Krzysztof

Symposium "Krytyczne problemy historii nowej fizyki" (Kioto 1974)

Kwartalnik Historii Nauki i Techniki 22/1, 129-142

1977

Artykuł umieszczony jest w kolekcji cyfrowej Bazhum, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych tworzonej przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego.

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie ze środków specjalnych MNiSW dzięki Wydziałowi Historycznemu Uniwersytetu Warszawskiego.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.



Krzysztof Szymborski
(Warszawa)

SYMPOZJUM „KRYTYCZNE PROBLEMY HISTORII NOWEJ FIZYKI” (KIOTO 1974)

Zamiarem organizatorów symposium pt. „Critical problems in the history of modern physics”, które odbyło się w Kioto w czasie XIV Międzynarodowego Kongresu Historii Nauki¹ (19—27 sierpnia 1974 r.) było przedyskutowanie aktualnego statusu badań historycznych dotyczących najnowszego okresu rozwoju fizyki, który w pierwszych dziesięcioleciach obecnego wieku doprowadził do powstania szczególnej i ogólnej teorii względności oraz mechaniki kwantowej. Ogłoszone materiały z tego symposium² zawierają 6 referatów: inaugurujące obrady wystąpienie jego inicjatora profesora Tetu Hirosige *Wprowadzenie: węzłowe problemy historii nowej fizyki*, Thomasa S. Kuhna *Kwantowa teoria ciepła właściwego: problem profesjonalnego uznania*, Martina J. Kleina *Einstein, zasada Boltzmanna i mechanistyczny pogląd na świat*, Takehiko Takabayashi *Przejście kwantowe, fale materii i tworzenie się mechaniki kwantowej*, Sigeko Nisio *Teoria Sommerfelda z 1911 r. oraz komentarz Russella McCormmacha na temat węzłowych problemów w historii nowej fizyki*, który jest jedynym zamieszczonym w materiałach kongresowych rozszerzonym głosem w dyskusji. Całość dyskusji, jaka toczyła się w czasie symposium, nie została niestety utrwalona i jedynie krótką relację z jej przebiegu znaleźć można w sprawozdaniu prof. Jerzego Dobrzyckiego³.

Referat Tetu Hirosige, którego omówieniu chciałbym poświęcić najwięcej miejsca, odbiegał swym charakterem od pozostałych wygłoszonych na symposium referatów. Autor jego — oceniając stan badań nad dziejami nowej fizyki — dochodzi do wniosku, że w dziedzinie tej „problemy badawcze nadal wydają się być dobrane z punktu widzenia fizyki”⁴. Jakkolwiek docenia on znaczenie tak pomyślanych badań pozwalających np. na ściślejsze ustalanie pewnych faktów z dziejów nauki, warunkiem, aby historia nowej fizyki stała się dyscypliną rzeczywiście historyczną jest zmiana tego punktu widzenia na właściwy historii. Hirosige wyjaśnia dalej, co ma na myśli, kiedy postuluje konieczność dokładnego zrozumienia przez historyków nowej fizyki sytuacji problemowej panującej w tej dziedzinie w rozważanym okresie historycznym i niejako tytułem przykładu przedstawia niektóre problemy, które uważa za węzłowe dla historycznej analizy genezy teorii względności.

¹ Przebieg obrad Kongresu relacjonowany był w „Kwartalniku Historii Nauki i Techniki” 1975 nr 1 s. 169—182.

² *XIVth International Congress of the History of Science. Proceedings No 1 s. 162—194; Proceedings No. 4 s. 205—245.*

³ J. Dobrzycki: *Historia matematyki, fizyki i astronomii*. „Kwartalnik Historii Nauki i Techniki” 1975 nr 1 s. 175—177.

⁴ Proc. No. 1, s. 163.

Rodzaj wypowiedzi, jakim jest kongresowy referat, z konieczności dość zwięzły, nie daje możliwości dokładniejszego zdefiniowania używanych przez autora pojęć. Niekiedy może to poważnie utrudnić właściwe jego odczytanie — w szczególności dotyczy to wypowiedzi dotyczących zagadnień metodologicznych. Tetu Hirosige operuje kilkoma pojęciami, odgrywającymi w jego wywodach podstawową rolę, których zrozumienie zgodne z intencją autora wymagałoby, jak mi się wydaje, precyzyjnego zdefiniowania. Tym bardziej, że nie chodzi tu o problem terminologiczny. Pojęcia takie, jak „critical problem”, „key factor” i „problem-situation” stanowią swego rodzaju koncepcyjny układ odniesienia determinujący w pewnym stopniu charakter rozważań i wpływające z nich wnioski.

Pierwszy z tych terminów pojawia się w tytule referatu T. Hirosige, będącym zarazem hasłem przewodnim dla całego sympozjum. Tytuł ten zdecydowałem się przetłumaczyć jako „węzłowe problemy historii nowej fizyki”⁵. Drugie z użytych tu pojęć — „modern physics” — jest w języku angielskim wieloznaczne i odnosić się może zarówno do fizyki nowożytnej⁶ jak i do współczesnej nauki. Hirosige definiuje je w sposób następujący: „Przez nową fizykę rozumiem te dziedziny fizyki, które rozwinęły się po upadku dominacji mechaniki (since the fall of the reign of mechanics), spowodowanego powstaniem nowych teorii w rodzaju elektrodynamiki Maxwella czy też mechaniki statystycznej”⁷. Za przełomową datę w rozwoju fizyki można by — i wielu autorów tak czyni — przyjąć konwencjonalistycznie rok 1900. Za moment narodzin nowej fizyki uznać też można odkrycie promieniotwórczości w 1896 r. bądź ogłoszenie w 1905 r. szczególnej teorii względności. Hirosige stosuje periodyzację realistyczną, będącą odzwierciedleniem jego poglądów na dzieje rozwoju nauki, w których zasadnicze znaczenie przypisuje on wyznawanym przez uczonych koncepcjom światopoglądowym mogącym w okresach przełomowych stanowić swego rodzaju „filozoficzną predyspozycję” do wprowadzenia do nauki innowacji. Ten punkt widzenia autora — do którego jeszcze powrócę przy omawianiu wniosków z jego referatu — polegający na przypisywaniu tak doniosłej roli w procesie poznawczym filozoficznym poglądom uczonego znajduje wyraz w tym, że za przełomowy moment w rozwoju fizyki uznaje właśnie upadek dominacji filozofii mechanicznej. Od tego momentu aż do chwili obecnej rozwój fizyki miał, jak zdaje się sugerować Hirosige, charakter bardziej kumulatywny. Stara teoria kwantów, jakkolwiek nie jest już częścią współczesnej fizyki, stanowi reprezentację tego samego obrazu świata, z którego współczesna fizyka wyrosła. Tak, jak się wydaje, należy rozumieć różnicę między fizyką „nową” a „współczesną”.

Hirosige konstatując fakt niezwykle intensywnego w ostatnich latach rozwoju badań nad historią nowej fizyki stwierdza, że dzięki tym badaniom zdołano już rozwiązać szereg obiegowych mitów dotyczących genezy mechaniki kwantowej i teorii względności. Wykazano np., że wpro-

⁵ Prof. B. Leśnodorski w swym sprawozdaniu z Kongresu („Kwartalnik Historii Nauki i Techniki” 1975 nr 1 s. 169) tłumaczy go jako „Problemy historii współczesnej fizyki”. Wolę posłużyć się tu za Tatarkiewiczem pojęciem „nowej fizyki”.

⁶ Porównaj np. H. Butterfield: *The Origins of Modern Science 1300—1800*. London 1949.

⁷ Proc. No. 1, s. 162.

wadzenie przez Plancka do fizyki pojęcia kwantu działania nie było umotywowane dążeniem do zaradzenia „katastrofie ultrafioletowej” i że eksperyment Michelsona-Morleya nie miał decydującego znaczenia dla stworzenia przez Einsteina teorii względności. Historia nowej fizyki stała się polem badań równie aktywnie uprawianym jak badania dziejów rewolucji naukowej XVI i XVII w. Między tymi dwoma dziedzinami badawczymi istnieje jednak, zdaniem autora referatu, pewna zasadnicza różnica. Otóż „w historii nowej fizyki nie zostały jeszcze ustalone kluczowe czynniki (key factors), co do których można by zgodzić się powszechnie, że miały one węzłowe (critical) znaczenie dla jej genezy i rozwoju”⁸. W przypadku studiów nad rewolucją naukową XVI i XVII w. za czynniki takie uważa on m.in. rozwój filozofii mechanistycznej, powstanie nowych metod matematycznych, upowszechnienie metody eksperymentalnej, oraz stworzenie pojęć siły i bezwładności.

Jak wspominałem, T. Hirosige nie definiuje dokładnie pojęcia czynników kluczowych. Pewną jednak sugestią co do jego sensu zawiera stwierdzenie autora, że ich ustalenie umożliwia „interpretację złożonego historycznego procesu tworzenia się nowożytnej nauki”⁹. Wydaje się, że w cytowanym ustępie największą wagę przypisuje on słowu „historyczne”, bowiem opisaną procedurę przeciwstawia Hirosige praktykom tych historyków nowej fizyki (uważa on, że stanowią oni większość), którzy wybierają problemy badawcze z punktu widzenia współczesnej fizyki, a nie historii, tzn. przyjmują, iż pojęcia, prawa i fakty istotne dla współczesnej fizyki są równie ważne dla historyka nauki.

Jest to, jak słusznie wskazuje Hirosige, stanowisko niewłaściwe. Sformułowanie problemu powinno bowiem opierać się na kryteriach historycznych i znaczenie rozmaitych faktów z dziejów nauki powinno być oceniane w sposób niezależny od tego, czy przez współczesnych fizyków uważane są one za ważne.

Przykład stanowić tu może historia narodzin teorii względności. Badania historyków nowej fizyki¹⁰ dowiodły, że teoria elektronowa Lorentza-Poincarégo i teoria względności Einsteina, choć wnioski ich w wielu punktach były zbieżne, od początku nie były równoważne i miały za zadanie rozwiązanie różnych problemów. Zrozumienie prawdziwej natury odmienności tych teorii, a zatem i istoty nowatorstwa Einsteina wymaga jednak, zdaniem T. Hirosige, znalezienia odpowiedzi na pytanie: „Jaka sytuacja problemowa związana była z zagadnieniem dryfu eteru na przełomie wieków?”¹¹. Czy rzeczywiście — jak przedstawiają to autorzy wielu prac z historii fizyki — w badaniach problemu eteru chodziło o poszukiwanie absolutnego układu odniesienia dla ruchu? I czy Einstein stawiał sobie za cel rozwiązanie problemu eterowego? Są to pytania natury historycznej, na które zresztą Hirosige udziela przeczącej odpowiedzi.

Analizując ewolucję sytuacji problemowej w fizyce stwierdza on, że w pierwszej połowie XIX w. dla uczonych takich jak Arago, Fresnel czy Stokes badania eteru miały przede wszystkim na celu potwierdzenie falowej teorii światła. Później, w latach sześćdziesiątych i siedemdziesiątych, zainteresowanie badaczy skoncentrowało się na zagadnie-

⁸ Tamże s. 162.

⁹ Tamże s. 163.

¹⁰ Zobacz np. artykuł E. Zahara: *Why did Einstein's Programme supersede Lorentz's?* „British Journal of Philosophy of Science” T. 24: 1973 z. 5 s. 262.

¹¹ Proc. No. 1, s. 162.

niu propagacji światła w przypadku, kiedy zarówno jego źródło, jak ośrodek i obserwator znajdują się we wzajemnym ruchu, do czego przyczynił się rozwój astronomii pozycyjnej. W latach osiemdziesiątych sytuacja problemowa znów uległa zmianie — głównym przedmiotem dociekań stał się stosunek eteru i materii ważkiej. Na przełomie wieków zgromadzone wyniki badań empirycznych zdawały się bezspornie już świadczyć, że poruszające się ciała nie pociągają za sobą eteru, wobec czego podjęto wzmożone wysiłki mające na celu eksperymentalne wykrycie efektów ruchu ciał ziemskich względem eteru. Ponieważ wysiłki te zawiodły, teoretycy stanęli wobec konieczności wyjaśnienia ich negatywnych rezultatów. Taka była sytuacja problemowa, która doprowadziła do stworzenia teorii Lorentza-Poincarégo w 1904—5 r.

W ciągu całego XIX w., jak stwierdza Hirosige, nie postawiono nigdy, w związku z problemem eteru, kwestii absolutnego układu odniesienia dla ruchu i spoczynku. A zatem koncepcja Einsteina, iż zasada względności powinna stosować się także do zjawisk elektromagnetycznych, nie była odpowiedzią na sytuację problemową, taką, jaką widzieli współcześni mu fizycy. Einstein postawił sobie całkowicie nowy problem, nie wynikający z kontynuacji badań eteru. Wyszedł on mianowicie z założenia, że należy podjąć próbę ujednoczenia mechaniki i elektromagnetyzmu na poziomie nowej zasady formalnej¹². Rezultatem tej próby było stworzenie przez Einsteina szczególnej teorii względności.

Wniosek, do jakiego w wyniku tego wywodu dochodzi T. Hirosige, jest następujący: ponieważ, jak podkreśla to on z pewnym naciskiem, sformułowanie problemu ujednoczenia mechaniki i elektrodynamiki przez Einsteina było niezbędnym wstępnym warunkiem powstania szczególnej teorii względności, za węzłowy uznać można problem — „dlaczego nikt inny, a właśnie Einstein, dostrzec mógł taką sytuację problemową?”¹³.

Autor próbuje znaleźć odpowiedź na to pytanie, odwołując się do wpływu, jaki na młodego Einsteina wywarła doktryna filozoficzna Macha. Przyjęcie krytycznego stanowiska Macha wobec mechanistycznego poglądu na świat prowadziło w konsekwencji do uznania mechaniki za naukę empiryczną, nie posiadającą uprzywilejowanego względem innych dziedzin fizyki statusu i było, w przypadku Einsteina, wstępnym warunkiem uświadomienia sobie istnienia problemu ujednoczenia mechaniki i elektromagnetyzmu. Stanowisko Lorentza i Poincarégo wobec epistemologicznego statusu mechaniki było odmienne i stąd wynika odmiennosc ich programów badawczych.

Rozważony przez T. Hirosige przykład, który — jak się wydaje — trafnie ilustruje jego stanowisko metodologiczne, skłania jednak do dwóch uwag.

Hirosige stwierdza m.in., że „choćby możliwy wpływ Macha na powstanie teorii względności był wielokrotnie wspominany (...), istnienie jakiegokolwiek związku genetycznego pomiędzy doktryną Macha a teorią względności pozostaje nie wyjaśnione”¹⁴. Wydaje mi się jednak, że znaczenie wpływu Macha na Einsteina zostało już wcześniej przez niektórych badaczy historii nowej fizyki docenione. John A. Wheeler, np.,

¹² Tamże s. 166.

¹³ Tamże s. 166.

¹⁴ Tamże s. 167.

w ogłoszonej w 1972 r. pracy¹⁵ stwierdza (s. 204): „A second idea that led him to relativity Einstein attributes to Mach”. Zdaniem J. Wheelera zasługa Einsteina polegała na syntezie, poprzez zasadę równoważności, zasady Macha („bezwładność związana jest z obecnością mas w innych częściach Wszechświata”) oraz koncepcji Riemanna głoszącej, iż „geometria jest częścią fizyki”. W tym przypadku chodzi, co prawda, o ogólną — a nie szczególną — teorię względności, lecz, wydaje się, geneza tych dwóch teorii jest w dużym stopniu wspólna. John A. Wheeler przytacza następujący fragment listu Einsteina do Macha¹⁶: „wnioski z pańskich cennych badań dotyczące podstaw mechaniki (...) znajdują wkrótce błyskotliwe potwierdzenie”. Rozważając wpływ filozoficznych koncepcji Macha na młodego Einsteina niesposób pominąć też prac Geralda Holtona, na którego zresztą Hirosige powołuje się w swym referacie. Jeden z artykułów Holtona tej właśnie kwestii jest poświęcony¹⁷. Zasadność twierdzenia T. Hirosige¹⁸, jakoby słowa Einsteina przypisującego Machowi inspiracyjną rolę w badaniach prowadzących do teorii względności nie były dotychczas „poważnie traktowane” przez historyków nauki, wydaje mi się zatem nieco wątpliwa.

Druga uwaga dotyczy sprawy bardziej zasadniczej. Czy bowiem istotnie T. Hirosige udziela zadowolającej odpowiedzi na postawione sobie pytanie, dlaczego właśnie Einstein dostrzegł nową sytuację problemową prowadzącą do sformułowania teorii względności? Jeżeli zgodzimy się z konkluzją referatu, to jednak wystarczy pytanie to nieco strawestować i zapytać: „dlaczego właśnie Einstein wyciągnął właściwe wnioski z doktryny filozoficznej Macha?” — by problem znów pozostał otwarty. Aby na to z kolei pytanie próbować odpowiedzieć, należałoby wkroczyć w dziedzinę psychologii twórczości naukowej, a być może nawet psychoanalizy.

Wątpliwości, o których wyżej wspomniałem, dotyczą jednak spraw drugorzędnych. Referat Hirosige nie miał być w swym założeniu pracą analityczną i fakt, że jego wnioski wydać się mogą nieco hipotetyczne nie ma większego znaczenia. Pytania, jakie stawia, są bowiem ważniejsze niż odpowiedzi, jakich na nie udziela. Hirosige zamierzał zilustrować pewną ogólną tezę metodologiczną i dokonał tego w sposób konsekwentny. W ostatecznej konkluzji swego referatu stwierdza on mianowicie: „Pogląd na świat określa rodzaj problemów rozważanych przez naukę oraz sposób, w jaki problemy te powinny być formułowane. Taki pogląd na świat jest, w pewnym sensie, «totalną ekspresją epoki» (total expression of the times). Może on być właściwie zrozumiany i oceniony jedynie drogą rozważań historycznych”¹⁹. Te zdania, które w całym referacie wydają mi się najważniejsze, wyjaśniają zarazem motywy wyboru przez autora omawianego już kryterium periodyzacji, a także ujawniają pewną jego ukrytą intencję. Jeśli udało mi się ją właściwie odczytać, to proponuje on, aby upadek filozofii mechanistycznej uznać za jeden z kluczowych czynników (key factors) w historii no-

¹⁵ John A. Wheeler: *From relativity to mutability* W: *The Physicist's Conception of Nature*. Ed. Jagdish Mehra. Dordrecht 1973 s. 202.

¹⁶ List Einsteina do Macha, Zürich 25.VI.1913 r. Einstein Archives, Princeton, New Jersey (cytuje za Wheelerem [15]).

¹⁷ Gerald Holton: *Mach, Einstein and the search for reality*. W: *Thematic Origins of Scientific Thought*. Cambridge, Mass. 1973 (data pierwszej publikacji: 1968).

¹⁸ Proc. No. 1, s. 166.

¹⁹ Tamże s. 169.

wej fizyki. Aby właściwie ocenić jego znaczenie, wyjść trzeba poza wewnętrzną, czy „pozytywistyczną” historię rozwoju tej dyscypliny.

Dwa spośród wygłoszonych w czasie sympozjum referatów stanowią przykłady zastosowania w badaniach historii nowej fizyki metody spełniającej podniesione przez T. Hirosige postulaty. Są to: praca T. S. Kuhna *Kwantowa teoria ciepła właściwego: problem uznania zawodowego*²⁰ oraz M. J. Kleina *Einstein, zasada Boltzmannna i mechanistyczny pogląd na świat*²¹. Tematem obu tych referatów (podobnie jak „szczegółowej” części wystąpienia T. Hirosige) jest osoba Alberta Einsteina i wkład tego uczonego w rozwój fizyki.

Teza referatu Kuhna jest następująca: opublikowana w 1907 r. praca Einsteina na temat teorii ciepła właściwego — w której doszedł on do wniosku, że w temperaturze zera bezwzględnego ciepło właściwe ciał stałych zmierza do zera — przez cztery lata od chwili ogłoszenia nie wywołała żadnego zainteresowania ze strony środowiska naukowego. Znajduje ona należyte uznanie dopiero w 1911 r., ale za to wówczas jej znaczenie okazuje się bardzo doniosłe dla dalszego rozwoju teorii kwantów. Za jej przyczyną ulega zmianie struktura problemowa (problem-structure) fizyki kwantowej, której centralnym problemem, obok zagadnienia promieniowania ciała doskonale czarnego, staje się kwantowa teoria ciepła właściwego. Taka reorientacja problematyki ma bardzo istotne konsekwencje, bowiem „...w odróżnieniu od promieniowania wneki, pojemności cieplne stanowiły od długiego czasu standardowy przedmiot drobiazgowych badań naukowych”²². Poprzez teorię Einsteina ciepła właściwego z 1907 r. kwanty przenikają więc niejako do nowego obszaru fizyki, co w konsekwencji okazuje się niezwykle owocne dla dalszego jej rozwoju.

Zdaniem Kuhna zastanawiające jest nie tyle nagle i powszechne zainteresowanie teorią Einsteina po 1911 r., co fakt, że przez cztery lata nie wywołała ona, praktycznie biorąc żadnej reakcji. Autor referatu stawia sobie zatem trzy pytania: dlaczego tak długo była ona ignorowana przez fizyków? Co sprawiło, że znalazła się nagle w centrum ich zainteresowań? oraz: jakie były konsekwencje zmiany tego stanu rzeczy?

Próbując odpowiedzieć na pierwsze z tych pytań Kuhn przeprowadza bardzo interesującą analizę ewolucji koncepcji kwantów w pierwszym dziesięcioleciu bieżącego stulecia. Wbrew panującym długi czas wśród historyków nauki poglądom Planck przez szereg lat po ogłoszeniu w 1900 r. swej teorii promieniowania ciała doskonale czarnego uważał, że teoria ta nie nakłada żadnych ograniczeń na klasycznie dozwolone energie oscylatorów i nie wprowadza nieciągłości ruchu. Wprowadzenie kwantu działania h miało, w jego przekonaniu, być jedynie zabiegiem formalnym służącym do określenia rozmiarów komórek przestrzeni fazowej, użytych przy obliczaniu prawdopodobieństwa określonego rozkładu energii. Einstein, który pierwszy (w swej pracy z 1905 r. wprowadzającej pojęcie kwantu światła, nazwanego potem fotonem) zwrócił uwagę na konieczność odwołania się przy rozważaniu procesów kwantowych do nieciągłości, sądził nawet początkowo, że teoria jego nie da się z teorią Plancka pogodzić.

²⁰ Tamże s. 170.

²¹ Tamże s. 183.

²² Tamże s. 170.

Interpretacja teorii Plancka zaczęła ulegać zmianie w 1906 r., kiedy Einstein wystąpił z twierdzeniem, że w istocie rzeczy teoria ta oparta jest, w sposób niejawni, na hipotezie kwantów światła. Do podobnych wniosków doszedł także Ehrenfest, który dowodził, że z założeń przyjętych przez Plancka poprawnie wprowadzić można jedynie prawo Rayleigha-Jeansa. W tym samym roku, w liście do Einsteina, młody asystent Plancka Max von Laue zgodził się częściowo z tymi argumentami i wyraził pogląd, iż energia może być emitowana i absorbowana jedynie w postaci skończonych kwantów, lecz nieciągłość tę przypisał właściwościom materiału emitującego lub absorbującego promieniowanie, nie zaś charakterowi samego promieniowania.

Sam Planck, a także m.in. Lorentz i Wien, potrzebę wprowadzenia nieciągłości do rozważań procesów fizycznych uznali w 1908 r. Wszyscy jednak, za wyjątkiem oczywiście Einsteina, a także Johannesesa Starka, zajęli wobec hipotezy kwantu światła stanowisko takie samo, jak Max von Laue. Nawiasem mówiąc, Stark będąc bardzo zręcznym eksperymentatorem, był raczej miernym teoretykiem i po stronie Einsteina opowiedział się nie dlatego, iż szybciej niż inni fizycy pojął dogłębnie istotę jego rewolucyjnych koncepcji, lecz głównie przez przekorę wobec powszechnie panujących opinii²³. Obaj byli w jakimś sensie outsiderami i ich wpływ na kształtowanie opinii środowiska był w owym czasie niewielki.

Taka była sytuacja w czasie, gdy Einstein ogłosił w 1907 r. swą teorię ciepła właściwego. Aby zrozumieć przyczyny rezerwy, z jaką została ona przyjęta, trzeba zdać sobie sprawę, że wcześniejsza praca Einsteina dotycząca teorii kwantów nie zyskała jeszcze wówczas uznania środowiska naukowego, a nowatorstwo jego kolejnej publikacji nie było wcale oczywiste od pierwszej chwili. Nie była to jednak jedyna przyczyna. Rezonatory Plancka były tworam i o naturze dość niejasnej i mechaniczna interpretacja, jaką nadawał początkowo (do 1908 r.) swej teorii Planck wsparta była na jego nadziei, iż dalszy rozwój teorii elektronowej pozwoli z czasem rozwiązać zagadki związane ze stałą h . Całkowicie odmiennie przedstawiała się natomiast sprawa oscylacji atomów i jonów, wobec których Einstein zastosował — w 1907 r. — prawo rozkładu Plancka. Sądono, że mechanika newtonowska dobrze opisuje ich ruch. Przyjęcie stanowiska Einsteina oznaczało definitywną rezygnację z nadziei ograniczenia nieciągłości do zjawisk zachodzących na styku promieniowania i materii.

Istotne było również to, że propozycja Einsteina skwantowania poziomów oscylacyjnych atomów w ciele stałym nie wydawała się w 1907 r. uzasadniona przez wyniki badań eksperymentalnych. Staranne pomiary przeprowadzone przez Koppa w latach sześćdziesiątych uważane były za dobrze zgodne z klasycznym prawem Dulonga-Petita. Jednym z nielicznych pierwiastków, których ciepła właściwe zachowały się, w świetle przyjętych poglądów, w sposób anomalny był węgiel. Einstein porównał swój wzór teoretyczny z danymi dla diamentu i do 1910 r. były to właściwie jedyne dane potwierdzające słuszność jego teorii.

Tak więc radykalna teoria Einsteina nie była zgodna ani z panującymi powszechnie w 1907 r. poglądami teoretycznymi, ani z wynikami

²³ Bardzo interesująco pisze na ten temat Armin Hermann: *The Genesis of Quantum Theory (1899—1913)*. Cambridge, Mass. 1971 s. 72.

większości badań eksperymentalnych. Co zatem sprawiło, że w 1911 r. została ona jednak przez środowisko naukowe zaakceptowana?

Zasługę za to ponosi, jak dowodzi Kuhn, fizykochemik, dyrektor Instytutu Berlińskiego, Walther Nernst. Z nazwiskiem tego uczonego wiąże się ogłoszona przez niego w 1906 r. tzw. Trzecia Zasada Termodynamiki. Dziś formułuje się ją na ogół w sposób następujący: entropia wszystkich substancji w temperaturze zera absolutnego dąży do zera. W tej formie oznacza ona oczywiście również, że do zera zmierza także ciepło właściwe. Nernst zajmował się jednak nie entropią, a energią swobodną i zasada ta w swej oryginalnej postaci nie miała tak jednoznacznej interpretacji.

Aby znaleźć potwierdzenie dla swej Trzeciej Zasady Termodynamiki Nernst postanowił zająć się pomiarami wielkości termodynamicznych w niskich temperaturach. Studiując jednocześnie literaturę dotyczącą przedmiotu natrafił na pracę Einsteina z 1907 r. W wydaniu swej *Theoretische Chemie* z 1909 r. powołuje się na nią, zaś w opublikowanej w marcu 1910 r. serii prac zamieszcza następującą uwagę: „odnosi się wrażenie, że (ciepło właściwe) dąży do zera w zgodzie z wymaganiem teorii Einsteina”²⁴.

Na początku 1910 r. Nernst uważał jeszcze teorię kwantów za pewnego rodzaju metodę rachunkową pozbawioną fizycznej interpretacji i teorię Einsteina zainteresował się jedynie ze względu na zgodność jej wniosków z wynikami jego własnych badań. Teoria ta zrobiła jednak na nim tak duże wrażenie, że postanowił złożyć osobistą wizytę Einsteinowi w Zürichu. W rezultacie rozmów, jakie przeprowadzili oni w czasie tego spotkania, które nastąpiło w marcu 1910 r., Nernst zrozumiał, jak wielką szansę przed fizyką otwiera teoria kwantów. Także dla Einsteina wizyta ta miała ogromne znaczenie — wzrósł jego osobisty prestiż i w osobie Nernsta zyskał orędownika swych koncepcji kwantowych.

Nernst był uczonym cieszącym się w środowisku naukowym wielkim autorytetem i jego opowiedzenie się po stronie Einsteina miało decydujący wpływ na późniejszą recepcję kwantowej teorii ciepła właściwego, a w dalszej konsekwencji na rozwój całej teorii kwantów.

Pomyślne zastosowanie koncepcji kwantowej do rozwiązania problemu ciepła właściwego rozszerzyło bardzo krąg uczonych, fizyków i chemików, zainteresowanych możliwościami, jakie stwarza ona w wielu dziedzinach badań. Potwierdzenie zyskał zarówno Planckowski wzór na rozkład energii, który okazał się słuszny nie tylko w przypadku promieniowania ciała doskonale czarnego, jak i pogląd Einsteina, iż zjawiska kwantowe nierozdzielnie wiążą się z nieciągłością procesów fizycznych.

Zainteresowanie autora „Struktury rewolucji naukowych” tym szczególnie dla rozwoju teorii kwantów okresem, jakim były lata 1907—1910, jest zrozumiałe. Jest to bez wątpienia dla losów tej nowej koncepcji naukowej okres przełomowy, „rewolucyjny” w Kuhnowskim sensie tego słowa. Jeśli zna się stanowisko Kuhna w kwestii mechanizmu rozwoju nauki, nie dziwi także jego skłonność do poszukiwania w procesie tego rozwoju takich czynników sprawczych, które wykraczają poza wewnętrzną logikę odkryć i postępu myśli naukowej i sięgają w sferę socjologii i psychologii nauki. Przykład wybrany przez Kuhna — który

²⁴ Cyt. za T. S. Kuhnem.

pracuje od kilku lat nad książką dotyczącą dziejów starej teorii kwantów — jest szczególnie trafną ilustracją znaczenia takich psychosocjologicznych czynników w procesie uznania przez środowisko fizyków nowatorskich koncepcji kwantowych Einsteina. Akces Walthera Nernsta do obozu zwolenników teorii kwantów miał niewątpliwie duży wpływ na dalsze losy tej teorii, a przede wszystkim na przebieg pierwszego kongresu Solvayowskiego, zwołanego w październiku 1911 r. Jeśli jednak chodzi o sprawę uznania Einsteina przez środowisko i wzrostu jego prestiżu naukowego, to wydaje mi się, że Nernst przyczyniając się do „promocji” Einsteina miał już wybitnie ułatwione zadanie. Kuhn w swym referacie koncentruje się na jednym wątku z konieczności wyizolowanym z szerszego kontekstu zdarzeń. Kuhn nie wspomina np. o 81 kongresie niemieckich fizyków i lekarzy, który odbył się w Salzburgu we wrześniu 1909 r., a więc niespełna pół roku przed wizytą Nernsta w Zürichu. Jak wspomina Max Born, na tym właśnie kongresie, w którym uczestniczył m.in. Max Planck, „osiągnięcia Einsteina uzyskały pieczęć aprobaty od szacownego grona uczestniczących w tym zgromadzeniu uczonych”²⁵. Mam zatem pewne wątpliwości, czy było istotnie tak, jak pisze Kuhn cytując George’a Hevesy „Einstein przybył do Zürichu (w 1909 r.) jako nieznaną osobę; potem przyjechał Nernst i ludzie w Zürichu powiedzieli «ten Einstein musi być mądrym facetem, jeśli wielki Nernst przyjeżdża aż z Berlina, żeby z nim porozmawiać»”²⁶.

Dla historyków fizyki XX w. Albert Einstein stanowi postać najbardziej fascynującą i zagadkową. Był on pierwszym bodajże uczonym, który z całą ostrością uświadomił sobie krytyczną sytuację, w jakiej znalazła się fizyka w pierwszych latach bieżącego stulecia. Był też uczonym, który wniósł wyjątkowo duży wkład w dzieło tworzenia jej nowych podstaw. Ze względu na niezwykle cechy umysłowości tego człowieka analiza działalności twórczej Einsteina jest dla badaczy dziejów nauki zadaniem niezmiernie trudnym. Jak pisze Armin Hermann²⁷: „Historyk fizyki ulega pokusie, aby prześledzić w szczegółach proces, w którym powoli kształtowały się jego odkrywcze idee, poznać jego zakręty i ślepe uliczki. Jednakże Einstein, przynajmniej w swych młodszych latach, obdarzony był tak niezwykłymi zdolnościami twórczymi, umożliwiającymi tak szybką ewolucję jego odkrywczych koncepcji, że autor tych słów nie podjąłby się na podstawie zbyt skąpej dostępnej ilości danych ewolucji tej opisać”. Próbę taką, w pewnym zakresie, podejmuje w swym referacie z sympozjum w Kioto Martin J. Klein²⁸.

Tematem jego pracy jest ewolucja stanowiska Einsteina wobec zagadnienia statystycznej interpretacji entropii pomiędzy rokiem 1901 a 1911. Jak przyznaje Klein cel, jaki sobie postawił, był ogólniejszy — „zbadać rozwój poglądów (Einsteina) w jednym aspekcie musi do pomocy w całościowym wyjaśnieniu tego procesu (tzn. procesu ewolucji jego stanowiska — przyp. aut.)”²⁹. Fizykę statystyczną wybrał on dlatego, że na jej przykładzie możliwe jest dość szczegółowe prześledzenie

²⁵ Max Born: *Die Relativitätstheorie Einsteins*. Berlin 1920 s. 237 (cytuje za Arminem Hermannem, *The Genesis...*).

²⁶ Proc. No. 1, s. 178.

²⁷ Armin Hermann, *The Genesis...*, s. 51.

²⁸ Proc. No. 1, s. 183—194.

²⁹ Tamże s. 184.

przemian w podejściu Einsteina do przedmiotu. Teoria względności możliwości takiej nie stwarza. Gdyby próba takiej diachronicznej analizy, miała okazać się owocna, mogłaby ona nawet rzucić pewne światło na charakter procesów umysłowych związanych z przełomowymi okresami w historii nauki, określanymi — jak pisze Klein — „nadużywaną i mylącą metaforą 'rewolucji naukowych'”³⁰.

Pierwsza znacząca praca Einsteina dotycząca mechaniki statystycznej ukazała się w 1902 r., jakkolwiek istnieją źródła wskazujące na jego wcześniejsze zainteresowanie tym tematem. Język, jakim posługuje się w tej pracy Einstein, system używanych przez niego pojęć, świadczą niedwuznacznie, że reprezentuje on stanowisko mechanistyczne już w owym czasie uważane przez awangardę środowiska naukowego za anachroniczne. Jest to o tyle zrozumiałe, że — jak wiadomo — Einstein nie miał z tym środowiskiem kontaktu i był zasadniczo samoukiem. W pracy z 1902 r. nie znajdujemy jeszcze wzmianki o zasadzie Boltzmanna, zaś pojęcie prawdopodobieństwa pojawia się jedynie przy wprowadzeniu i stosowaniu boltzmannowskiego wykładniczego rozkładu energii.

Już w tej jednak publikacji, jakkolwiek eksponującej mechanistyczny pogląd na świat, znaleźć można zapowiedź przyszłego kierunku poszukiwań Einsteina. Zastanawia się on mianowicie, w jakim stopniu wnioski jego można by „uwolnić” od mechanistycznych podstaw, z których zostały one wywiedzione.

Proces tego „wyzwalania” był konsekwentnie przez Einsteina kontynuowany w dwóch następnych pracach z tej serii, opublikowanych w latach 1903 i 1904. W tej ostatniej rozważa on zagadnienia fluktuacji, a ponieważ — jak podkreśla — żadna z wielkości w wyprowadzonym przez niego równaniu nie wymaga odwołania się do mechaniki, używa wkrótce potem tego równania przy rozważaniu problemu promieniowania ciała doskonale czarnego, czyli w stosunku do układu niemechanicznego.

Proces dojrzewania poglądów Einsteina dotyczących fizyki statystycznej nie zakończył się jeszcze z chwilą opublikowania trzech wspomnianych prac. W 1905 r. ogłasza on artykuł zawierający hipotezę kwantów światła. Argumentacja, którą przytacza, opiera się na zasadzie Boltzmanna. Zasadę tę, opisującą zależność pomiędzy entropią a prawdopodobieństwem stanu, uznał Einstein za fundamentalną. W czasie dyskusji na pierwszym kongresie Solvayowskim w Brukseli w 1911 r., stwierdził on, że przy poszukiwaniu rozwiązania problemów, wobec których stanęła fizyka, „powinniśmy słuszność tej zasady uznać bez żadnych zastrzeżeń”³¹.

Aby wykazać ogólność zasady Boltzmanna i jej niezależność od jakichkolwiek założeń mechanicznych Einstein powraca jeszcze do tego zagadnienia w kilku pracach ogłoszonych pomiędzy rokiem 1909 a 1911. W 1909 r. podaje poprawną definicję prawdopodobieństwa i wskazuje na błąd popełniony przez Plancka w wyprowadzeniu wzoru na rozkład energii promieniowania ciała doskonale czarnego. W pracy z 1910 r. stwierdza, że przy tak zdefiniowanym prawdopodobieństwie zasada Boltzmanna jest słuszna niezależnie od tego, jaka „elementarna teoria” posłużyła do obliczenia owego prawdopodobieństwa.

Jak konkluduje Martin J. Klein, którego wywody przedstawiłem tu

³⁰ Tamże s. 184.

³¹ Tamże s. 183.

jedynie w bardzo szkicowej formie, sądzić można, że podobny proces ewolucji myślowej poprzedził także powstanie szczególnej teorii względności. Dwa podstawowe założenia tej teorii stanowią niejako te elementy z dorobku mechaniki i elektromagnetyzmu, które Einstein uznał za bezwarunkowo słuszne i podniósł do rangi postulatów.

Analogia ta w istocie wydaje mi się dość bliska. Kiedy bowiem czytamy przytoczone przez E. Zahara³² słowa H. A. Lorentza, który mówi o szczególnej teorii względności: „[...] główna różnica (w naszym podejściu polega na tym), że Einstein po prostu postuluje to, co myśmy wydedukowali z pewną trudnością i w niezbyt zadowalający sposób z fundamentalnych równań pola elektromagnetycznego”³³ nasuwa się myśl, że w podobny sposób potraktował on zasadę Boltzmann’a, do której jej twórca doszedł po kilkudziesięciu latach przemyśleń i z której nie wyciągnął wniosków tak radykalnych, jak uczynił to Einstein.

Na marginesie rozważań Martina J. Kleina nasuwa mi się pewna refleksja. W jednym ze swych popularnych wykładów naukowych³⁴ Ernst Mach wygłosił następujące zdanie: „fizyka jest doświadczeniem uporządkowanym w ekonomiczny sposób”. Czy historycy nauki, badający — tak jak Tetu Hirosige — wpływ, jaki filozoficzna doktryna Macha wywarła na Einsteina, nie powinni zwrócić uwagi na to, że jego generalny stosunek do fizyki ściśle odpowiada temu postulatowi? Czy „ekonomiczność” jego opisu przyrody (a także stosowanych przez niego metod obliczeniowych — np. rotacji wskaźnikowej) nie była świadomą realizacją założenia metodologicznego, które przejął mógł od tego filozofa?

Z metodologicznego punktu widzenia referaty T. Takabayashi *Przejście kwantowe, fale materii i powstanie mechaniki kwantowej* oraz komentarz S. Nisio zatytułowany *Teoria kwantowa Sommerfelda z 1911 r.* są mniej interesujące od trzech dotychczas przez nas omówionych. Zrezygnuję z ich relacjonowania — które ze względu na obszerność poruszonych przez nich zagadnień zajęłoby zbyt wiele miejsca — by poświęcić jeszcze nieco uwagi wystąpieniu Russella McCormacha, nawiązującemu bezpośrednio do referatu Hirosige.

Russell McCormach zgadza się w pełni z Hirosige jeśli chodzi o ocenę stosowanych dotychczas powszechnie przez historyków nowej nauki kryteriów wyboru problemów badawczych. Uważa on, że zasadniczym błędem, jaki pociąga za sobą stosowanie „fizycznego punktu widzenia”, jest „usiłowanie wyjaśnienia *post factum* (from the hindsight) rozwoju nowej fizyki w terminach logicznego, naukowego postępu”³⁵. Historyczny punkt widzenia uwzględniła, przeciwnie, wiele czynników — instytucjonalnych, kulturalnych czy społecznych — które na rozwój ten wywierają nader istotny wpływ.

Historyk nowej nauki, jeśli chce czynniki te wziąć pod uwagę, musi posłużyć się w swych rozważaniach właściwymi pojęciami. Za takie uważa autor referatu m.in. pojęcia „obrazu świata” (world picture), „profesji” i „dyscypliny naukowej”. Omówieniu ich przydatności przy badaniu dziejów nowej fizyki poświęca McCormach większą część

³² Zahar, dz. cyt. s. 262.

³³ H. A. Lorentz: *The Theory of Electrons*. Leipzig 1909, s. 230 (cytuje za E. Zaharem).

³⁴ Ernst Mach: *The Economical Nature of Physics*. W: *Theories and Observation in Science*. Red. Richard E. Grandy. Englewood Cliffs 1973 s. 16.

³⁵ Proc. No. 4, s. 223.

swego wystąpienia. Zastanawiając się na rolę „obrazu świata” w twórczości fizyków powołuje się na opinie Maxa Plancka i Woldemara Voigta. Zdaniem tego pierwszego „obraz świata naukowca nie podlega naukowemu dowodowi, lecz ma istotne znaczenie dla jego sukcesu”³⁶, drugi zaś twierdził, iż „uczeni posługują się często obrazem świata w sposób podobny jak teolodzy czy filozofowie światopoglądem; dzięki obrazowi świata świat fizyczny staje się czytelny dla uczonego, który opierając się na nim stawiać może owocne hipotezy robocze”³⁷. W okresie, kiedy tworzyła się nowa fizyka, o obrazie świata fizyków decydowała przede wszystkim ich ocena epistemologicznego statusu mechaniki. Wybór problemu, którym w referacie swym zajmował się T. Hirosige, był zatem — z historycznego punktu widzenia — bardzo trafny.

Pojęcia „zawodu fizyka” czy związanej z nim „dyscypliny naukowej” mogą być przydatne w badaniach historycznych dotyczących warunków, w jakich kształtowały się obszary problemowe fizyki. Przedmiotem tych badań mogą być oddziaływania, konflikty i współdziałanie fizyki i innych dyscyplin naukowych i technicznych. Osiągnięcia danej dyscypliny rozpatrywać można w całym ich narodowym, społecznym, kulturalnym i technologicznym kontekście.

Bardzo istotny postulat pod adresem historyków nowej fizyki wysuwa McCormmach na końcu swego wystąpienia: „[...] wydaje mi się — stwierdza on — że kryteria wyboru istotnych (*historycznych* — *przyp. aut.*) problemów badawczych powinny uwzględniać także staranie o to, aby rezultaty prac historyków nowej fizyki mogły stać się bardziej przystępne dla historyków innych specjalności”³⁸.

Ostatni cytat wydaje mi się najlepszym punktem wyjścia dla podsumowania tej dyskusji dotyczącej przebiegu sympozjum nt. węzłowych problemów historii nowej fizyki. Jakkolwiek sympozjum to nie udzieliło odpowiedzi na pytanie, jakie są to problemy, ani też jakie czynniki przy badaniu tej historii uznać należy za kluczowe, przebieg jego był bardzo interesujący. Bo choć dorobek badaczy dziejów dwudziestowiecznej fizyki został na nim zaprezentowany jedynie w bardzo fragmentaryczny sposób, to jednak lektura referatów, które starałem się tu zrelacjonować, pozwala zorientować się w pewnym stopniu, wobec jakich problemów stoi dziś ta młoda dziedzina historii nauki. Pytanie o to, „jak uprawiać historię nowej fizyki?” jest jednocześnie pytaniem o to, w jakiej relacji ma się ona znajdować wobec innych nauk. Przede wszystkim wobec historii, lecz także wobec filozofii i metodologii fizyki, czy wreszcie samej fizyki.

Ci autorzy, który wspominali o określonych trudnościach czy błędach popełnianych częstokroć przez badaczy zajmujących się historią nowej fizyki, nie starali się wskazać na podstawową przyczynę takiego stanu rzeczy, jaką jest, w moim przekonaniu, brak wystarczająco odległej perspektywy historycznej.

Specyfiką historii nauki jest to, że jest ona nauką o nauce. Nauka zaś — w tym przypadku fizyka — traktowana jako dyscyplina akade-

³⁶ Max Planck: *New Paths of Physical Knowledge* (1913) W: M. Planck: *A Survey of Physical Theory* (tłum. ang.) New York 1960 s. 54 (cytuje za McCormmachem).

³⁷ Woldemar Voigt: *Veber Arbeitshypothesen: „Nachrichten von der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Math.-physik. Klasse”* (1905) s. 114—115 (cytuje za McCormmachem)

³⁸ Proc. No. 4, s. 229.

micka, sama w sobie zawiera już refleksję nad własną przeszłością i rozwojem. Historia fizyki, jaką odczytać można w większości podręczników tego przedmiotu, nie zasługuje jednak zazwyczaj — jak zwrócił już na to bardzo słusznie uwagę m.in. T. S. Kuhn³⁹ — na zbyt-
nie zaufanie. Ma ona zwykle spełnić jedynie służebną rolę względem dydaktyki i opis procesu rozwoju nauki, jaki maluje, charakteryzuje się logiką, choć często mija się z prawdą. Jest to pierwszy etap dojrzewania nowej dyscypliny historycznej. W drugim etapie dyscyplina ta jest nadal zmonopolizowana — ze względu na swą względną hermetyczność — przez fizyków. Stosowanie się przez nich do pewnych rygorów metodologicznych umożliwia już jednak ustalenie pewnych faktów i sprostowanie wcześniejszych błędów. Jest to jednak nadal „wewnętrzna” historia fizyki. W ostatnich latach, jak sądzić można, historia nowej fizyki wchodzi w trzeci etap rozwoju. Symposium w Kioto było próbą przyspieszenia tej metamorfozy.

³⁹ T. S. Kuhn: *Struktura Rewolucji Naukowych*. Warszawa 1968 s. 32 i in.

