

Średniawa, Bolesław

Kontakty naukowe i współpraca polskich fizyków z Einsteinem

Kwartalnik Historii Nauki i Techniki 41/1, 59-98

1996

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.



Bronisław Średniawa
(Kraków)

KONTAKTY NAUKOWE I WSPÓŁPRACA POLSKICH FIZYKÓW Z EINSTEINEM

1. WSTĘP

Liczni polscy fizycy starszego pokolenia, aktywni w pierwszej połowie XX wieku, utrzymywali osobiste lub korespondencyjne kontakty z Einsteinem. Jakub Laub i Leopold Infeld współpracowali z Einsteinem i ogłaszali prace wspólnie z Einsteinem.

W pierwszych latach XX wieku zarówno Einstein, jak i Smoluchowski zajmowali się ruchami Browna, fluktuacjami i zjawiskami błękitu nieba. Wymieniali listy, żywili do siebie uczucie przyjaźni i wzajemnego szacunku. Ich kontakty naukowe przyczyniły się w istotny sposób do wyjaśnienia zjawisk fluktuacji i błękitu nieba.

Z Marią Skłodowską-Curie łączyła Einsteina wieloletnia przyjaźń, wzajemny szacunek i praca w Komisji Współpracy Intelktualnej Ligi Narodów. Lorię łączyła z Einsteinem osobista znajomość i prowadzona w ciągu lat korespondencja. Władysław Natanson i Einstein zaprzyjaźnili się w 1915 r. w Berlinie. Gdy Einstein przebywał w Bernie, kontaktował się z profesorem fizyki we Fryburgu, Józefem Kowalskim (późniejszym profesorem Uniwersytetu Warszawskiego i dyplomata). Mieczysław Wolfke i Jan Weyssenhoff w czasie pobytu w Zurychu w drugim dziesięcioleciu XX wieku utrzymywali kontakty i znajomość z Einsteinem. Pracujący przez wiele lat zagranicą Ludwik Silberstein utrzymywał z Einsteinem znajomość osobistą i korespondencyjną. Myron Mathisson korespondował przed drugą wojną światową z Einsteinem; Einstein zapraszał Mathissona do współpracy, która jednak nie doszła do skutku.

Znajomość z Einsteinem spowodowała nie tylko wzrost zainteresowania fizyków polskich teorią względności, lecz z pewnością wpłynęła u niektórych z nich na decyzję zajęcia się tą teorią od strony naukowej, jak również zachęciła ich do wysiłków nad popularyzacją teorii względności. Jan Weysenhoff prawie całą swoją działalność naukową poświęcił teorii względności, pracując nad podstawami tej teorii a później rozwijając wraz ze współpracownikami teorię cząstki spinowej. Pozycja naukowa, jaką zdobył Leopold Infeld dzięki współpracy z Einsteinem, pozwoliła mu później na stworzenie warszawskiej szkoły relatywistycznej. Można więc uważać, że znajomość polskich fizyków z Einsteinem miała pewien wpływ na rozwój fizyki teoretycznej w Polsce.

Pracujący zagranicą fizycy Jakub Laub i Ludwik Silberstein zostali w tym artykule wymienieni wśród fizyków polskich, gdyż urodzili się i studiowali w Polsce a w późniejszych latach utrzymywali łączność z fizyką polską i ogłaszali swoje wczesne prace również po polsku w polskich czasopismach.

Artykuły o kontaktach polskich fizyków z Einsteinem rozsiane są w wielu publikacjach i książkach. Krótki syntetyczny opis kontaktów niektórych polskich fizyków z Einsteinem znajduje się w interesującym artykule M. Suffczyńskiego¹, wydaje się jednak, że przedstawienie tych kontaktów w sposób bardziej szczegółowy i kompletny będzie pożyteczne zarówno dla fizyków, jak i szerszego grona ludzi interesujących się historią nauki, a zwłaszcza historią nauki polskiej.

2. AUGUST WITKOWSKI I STANISŁAW LORIA

Teorią względności zainteresowano się w Polsce bardzo wcześnie, wkrótce po ukazaniu się pracy Einsteina² *O elektrodynamice ciał w ruchu* w 1905*. Na tę pracę zwrócili w Polsce uwagę najpierw fizycy krakowscy. Profesorem fizyki doświadczalnej w Krakowie w pierwszych latach XX wieku był August Witkowski (1854–1913)³. Profesorem fizyki teoretycznej był Władysław Natanson (1864–1937). Witkowski, pracujący eksperymentalnie w dziedzinie fizyki niskich temperatur, interesował się również żywo zagadnieniami fizyki teoretycznej, zwłaszcza teorią eteru, przestrzeni i czasu. Był więc dobrze przygotowany, aby szybko zrozumieć i przyjąć teorię względności. Stał się jednym z pierwszych jej zwolenników. Jego współpracownik z owego okresu, Stanisław Loria (1883–1958) wspominał o entuzjazmie, z jakim Witkowski odnosił się do teorii względności i do Einsteina⁴:

„Nazwisko Einsteina usłyszałem po raz pierwszy z ust Augusta Witkowskiego. Było to w kilka miesięcy po ukazaniu się rozprawy *Zur Elektrodynamik bewegter Körper*. Witkowski zalecał mi gorąco jak najprędzej zapoznać się z tą pracą. Wyrzcił opinię, że zmieni ona niezadługo nasze dzisiejsze podstawowe pojęcia fizyki. O jej młodym autorze

* O ile nie zaznaczono inaczej, tłumaczenia z języków angielskiego, francuskiego i niemieckiego pochodzą od autora.

mówił entuzjastycznie: «Okaze się on może w przyszłości drugim Kopernikiem». Kiedy dwa lata później pytałem moich kolegów w niemieckim wówczas Wrocławiu, Ledenburga i Borna, co sądzą o tej pracy Einsteina stwierdziłem, że żaden jeszcze jej nie znał i żaden nie miał pojęcia o jej istnieniu.”⁵

O zdarzeniu we Wrocławiu Loria opowiedział Infeldowi, który opisał je w słowach:

„Gdy później w 1907 r. prof. Loria spotkał profesora Maxa Borna, opowiedział mu o Einsteinie i spytał czy czytał jego pracę. Okazało się, że ani Born ani nikt z obecnych na zjeździe we Wrocławiu fizyków nic o Einsteinie nie słyszeli. Poszli więc do biblioteki i wzięwszy z półki siedemnasty tom «Annalen der Physik» zaczęli czytać pracę Einsteina. Max Born natychmiast zrozumiał jej doniosłość, a także potrzebę formalnego uogólnienia. Ogłoszona później własna praca Borna stała się jedną z najważniejszych jakie w pierwszym okresie napisano o teorii względności”⁶.

Witkowski nie znał Einsteina osobiście, natomiast Loria poznał Einsteina w 1913 r. w Wiedniu na Zjeździe Niemieckich Przyrodników i Lekarzy, który odbył się w dniach 21–28 września 1913 r.⁷ Był wówczas docentem Uniwersytetu Jagiellońskiego, Einstein był już profesorem w Zurichu. Loria wspominał rozmowy z Einsteinem o fizyce prowadzone podczas dłuższych wspólnych spacerów po Praterze.

W późniejszych latach Loria nawiązał dwukrotnie kontakt listowny z Einsteinem. O pierwszej wymianie listów Loria pisał:

„Po raz pierwszy napisałem do niego wkrótce po objęciu we Lwowie katedry fizyki teoretycznej w roku 1919. Znalazłem się tam w sytuacji z naukowego punktu widzenia bardzo trudnej. Składały się na to ciężkie warunki egzystencji, zupełny brak nowych książek, czasopism i środków na sprowadzenie ich skądkolwiek, osamotnienie z powodu braku towarzyszy pracy o podobnych zainteresowaniach naukowych, brak jakiegokolwiek zachęty i pobudki do pracy badawczej. W tych warunkach zwróciłem się do kilku znajomych fizyków zagranicznych, między innymi i do Einsteina, z prośbą, by mi przysłali odbitki swoich prac, opublikowanych w ostatnich kilku latach. Einstein przysłał mi wtedy cały pakiet publikacji z lat 1913–1919 z bardzo miłym listem, w którym przeproszał, że nie posyła mi wszystkich, ponieważ niektórych już mu zabrakło. Na szczęście między tymi, które doszły z tego i innych źródeł, było dość materiału do studium teorii względności. Owocem tych studiów były najpierw odczyty i dyskusje w Polskim Towarzystwie Politechnicznym w listopadzie i grudniu 1920 r., a potem dwa wydania pierwszej polskiej książki na temat teorii Einsteina”⁸.

O swoim drugim listownym kontakcie z 1932 r. z Einsteinem Loria napisał:

„Po raz drugi zwróciłem się do Einsteina wtedy, gdy wypadło mi zapytać jego (i Schrödingera), czy zechcą podjąć się wydania opinii o pracach proponowanego przeze mnie kandydata do stypendium Rockefellera. Kandydatem tym był ówczesny mój asystent i docent Uniwersytetu Lwowskiego [Leopold Infeld]. Odpowiedź Einsteina przyszła natychmiast. Była znowu nader przyjazna i serdeczna, a opinia, która dzięki kwalifikacjom kandydata mogła być pozytywna, okazała się skuteczna.

Wspomniałem o dwóch tych kontaktach listownych z Eisteinem nie tylko dlatego że dały mi one wiele osobistej satysfakcji, lecz że stanowiły także realną pomoc w mej pracy naukowej i zawodowej”⁹.

Ten listowny kontakt miał duże znaczenie dla popularyzacji teorii względności i fizyki w Polsce. Wykłady Lorii, a także popularyzatorska działalność profesora Politechniki Lwowskiej Maksymiliana Hubera (1872–1950) oraz filozofa profesora Zygmunta Zawirskiego (1882–1952), wzbudziły we Lwowie, a później w innych miastach polskich zainteresowanie szerokich kręgów polskiej inteligencji teorią względności oraz osiągnięciami fizyki owych lat i ich filozoficznymi konsekwencjami. Ten ruch intelektualny trwał kilka lat¹⁰.

3. JAKUB LAUB

Jakub Jan Laub (1881–1962)¹¹, urodzony w Rzeszowie, rozpoczął studia fizyki w Uniwersytecie Jagiellońskim w Krakowie i kontynuował je w Wiedniu i Getyndze. W 1905 r. rozpoczął w Würzburgu u Wilhelma Wiena doświadczalną pracę doktorską o własnościach wtórnych promieni katodowych, wytworzonych przez promienie Röntgena. Wien był wówczas redaktorem czasopisma „Annalen der Physik”. W 1905 r. przyjął do publikacji pracę Einsteina *O elektrodynamice ciał w ruchu* i bezpośrednio po jej ukazaniu się polecił Laubowi zreferowanie jej na najbliższym seminarium. Po referacie wywiązała się ożywiona dyskusja, której uczestnicy stwierdzili, że nie będzie łatwo przyzwyczaić się do nowych pojęć czasu i przestrzeni. W rok później Laub podczas obrony swojej doświadczalnej pracy doktorskiej bronił teorii względności wywołując tym konsternację wśród komisji egzaminacyjnej. Wien był jednak zadowolony z pracy Lauba i komisja uznała, że egzamin został złożony pomyślnie¹².

W czerwcu 1907 r. Laub opublikował pracę¹³ z teorii względności. W pracach tych zajął się obliczeniem współczynnika unoszenia Fizeau na podstawie teorii względności, nie posługując się pojęciem eteru. W pierwszej pracy obliczył ten współczynnik w pierwszym przybliżeniu (otrzymując zresztą ten sam wynik co Lorentz na podstawie teorii elektronów), w drugiej i trzeciej obliczył dokładnie podłużny i poprzeczny współczynnik unoszenia Fizeau korzystając z wzoru Einsteina na dodawanie prędkości i otrzymał poprawki relatywistyczne.

W lutym 1908 r. Laub zwrócił się¹⁴ do Einsteina, który pracował wówczas w Urzędzie Patentowym w Bernie, z listownym zapytaniem czy mógłby przybyć do Berna i spędzić tam z Eisteinem trzy miesiące, poświęcając się pracy nad teorią względności. Odpowiedź Einsteina nie zachowała się, lecz musiała być przychylna, gdyż w ciągu następnych trzech miesięcy Einstein i Laub pracowali razem w Bernie. Ogłosili dwie wspólne prace ze szczególnej teorii względności. W pierwszej z nich, *O elektromagnetycznych równaniach podstawowych dla ciał ruchomych*¹⁵ zbadali prawa transformacji wektorów \mathbf{E} , \mathbf{D} , \mathbf{H} , \mathbf{B} określających pola

elektryczne i magnetyczne w dielektrykach izotropowych, spełniające równania Maxwella i prawa transformacji gęstości ładunku i gęstości prądu. Uogólnili przez to prawa transformacji tych wektorów w próżni, rozważane w pracy Einsteina z 1905 r. Korektę i uzupełnienie tej pracy ogłosili w osobnej notatce¹⁶.

W drugiej pracy *O siłach ponderomotorycznych wywieranych w polu elektromagnetycznym na ciała spoczywające*¹⁷ Einstein z Laubem zajęli się uogólnieniem wyrażenia na siłę Lorentza \mathbf{K} , działającą na ruchomy ładunek e w polu elektromagnetycznym w spoczywającym izotropowym ośrodku dielektrycznym

$$\mathbf{K} = e(\mathbf{E} + \mathbf{v} \times \mathbf{B}), \quad (1)$$

na przypadek gdy ten ośrodek porusza się ruchem jednostajnym postępowym. Skrytykowali wyrażenie na tę siłę wyprowadzone przez Minkowskiego, a wynikające wprost z wyrażenia (1) przez transformację Lorentza. (Wyrażenie to w dzisiejszym znakovaniu można zapisać jako

$$K_{\mu} = e B_{\mu\nu} u^{\nu} \quad (2)$$

gdzie $B_{\mu\nu}$ jest biwektorem pola elektromagnetycznego opisanym przez składowe wektorów \mathbf{E} i \mathbf{B} a u^{ν} czteropędkością cząstki). Einstein i Laub twierdzili, że wyrażenie Minkowskiego daje tylko składową siły elektromagnetycznej prostopadłą do wektora prędkości cząstki, a nie uwzględnia składowej równoległej. Próbowali oni obliczyć siłę elektromagnetyczną obliczając prąd dielektryczny (prąd przesunięcia) i prąd polaryzacyjny, otrzymując inne wyrażenie niż (1). Praca ta i praca Minkowskiego wywołały trwającą parę lat dyskusję. Okazało się, że wyrażenie Minkowskiego (2) było poprawne. Szczegółowy przebieg dyskusji czytelnik znajdzie w dziewiątym rozdziale książki Pyensona *Young Einstein*¹⁹.

Laub, który nie był związany stałą posadą, mógł podróżować i nawiązywać kontakty z fizykami i matematykami. Einstein pracował wówczas w biurze patentowym w Bernie i jego możliwości nawiązywania kontaktów były ograniczone i dlatego informacje Lauba o recepcji teorii względności przywożone z podróży były dla Einsteina cenne²⁰.

Laub pracował później w Heidelbergu u Philippa Lenarda nad zastosowaniem teorii względności do zjawisk dyspersji i nad artykułem o doświadczalnych sprawdzaniach teorii względności, mając zamiar habilitować się. Jednak stosunki Lauba z Lenardem psuły się; Lenard, ku oburzeniu Einsteina, nie dopuścił w 1910 r. Lauba do habilitacji.

W 1911 r. Laub przeniósł się do Argentyny, gdzie przebywał jako profesor wyższych uczelni do wybuchu pierwszej wojny światowej. W latach międzywojennych obrał karierę dyplomatyczną i pełnił funkcję przedstawiciela Argentyny w różnych stolicach Europy (w latach 1937–1939 w Warszawie). Okres drugiej wojny światowej spędził w Argentynie, w 1945 r. wrócił do Europy. W 1953 osiadł w Szwajcarii jako profesor Uniwersytetu we Fryburgu, gdzie zmarł w 1962 r.

Ostatnie listy Einsteina do Lauba (o charakterze osobistym), wymienione przez Pyensona²¹, nosiły daty 2.06.1946, 16.04.1947 i 18.07.1953.

Wspominamy tu Lauba wśród polskich relatywistów nie tylko z powodu jego polskiego pochodzenia, ale też dlatego, że do 1911 r. utrzymywał kontakty z fizyką polską. Wyniki swojej pracy²² o optyce ciał ruchomych relacjonował na X Zjeździe Przyrodników i Lekarzy Polskich we Lwowie w 1907 r., samą pracę ogłosił po polsku²³. Ogłosił też w języku polskim artykuł *Zarys teorii wektorów*²⁴ oraz swoją pracę doktorską *O wtórnych promieniach katodowych*²⁵.

4. JÓZEF WIERUSZ-KOWALSKI

Józef Wierusz-Kowalski (1886–1927)²⁶ studiował w Getyndze, gdzie otrzymał w 1889 stopień doktora fizyki, poczem przebywał krótko kolejno w Berlinie, Würzburgu i Zurychu, gdzie uzyskał stopień inżyniera. Habilitował się w 1892 r. w Bernie z fizyki i chemii fizycznej. W 1894 otrzymał nominację na profesora fizyki we Fryburgu, gdzie kierował katedrą fizyki do 1915 r. Okres fryburski był najważniejszy w jego pracy naukowej. Zajmował się badaniami fizyko-chemicznymi, wyładowaniami elektrycznymi, a później przeszedł do badań doświadczalnych i teoretycznych nad luminescencją i fosforescencją w niskich temperaturach²⁷. W latach pobytu we Fryburgu Kowalski, jak również jego ówczesny asystent Ignacy Mościcki (1881–1946) (późniejszy profesor Politechniki Lwowskiej i prezydent Rzeczypospolitej Polskiej w latach 1926–1939), utrzymywali kontakty naukowe z Einsteinem. Wspomnimy o dwóch kontaktach Kowalskiego z Einsteinem.

W dziedzinie luminescencji w pierwszych latach XX wieku była rozpowszechniona niekwantowa teoria J.J. Thomsona, opierająca się na przypuszczeniu, że w ciele, w którym występuje luminescencja, istnieją dwa układy atomowe, z których jeden zatrzymuje elektrony, a drugi wzbogaca je w energię i czyni zdolnymi do promieniowania. Kowalski wątpił w tę teorię. Gdy dyskutował osobiście o tej teorii z Einsteinem, Einstein wypowiedział przypuszczenie, że części energii promieniowania luminescencyjnego należy szukać w energii ruchu cząteczkowego. Stąd wniosek, że widmo fluorescencji powinno zależeć od temperatury. Doświadczenia Kowalskiego wykonane w temperaturach 8°–20°C, i –180°C z substancją luminescencyjną zależność tę potwierdziły.

W 1907 r. Einstein zaproponował²⁸ urządzenie do pomiarów małych ilości elektryczności, które nazwał „Maschinchen” (maszynka). Zbudowali je wkrótce Conrad i Paul Habichtowie. Urządzeniem tym zainteresował się Kowalski, który w liście do Einsteina napisał: „Dziś czytam w «Physikalische Zeitschrift» o Pańskim projekcie mierzenia elektryczności. To mnie bardzo zainteresowało i chętnie wykonałbym taki instrument”²⁹.

Kowalski przeniósł się w 1915 r. do Warszawy, gdzie rozpoczął wykłady na uniwersytecie i politechnice oraz organizował zakład fizyki uniwersytetu. W 1919 r.

przeszedł do służby dyplomatycznej na placówkach zagranicznych, którą pełnił do śmierci w 1927.

5. MARIAN SMOLUCHOWSKI

Zarówno Einsteina, jak i Smoluchowskiego (1872–1917)³⁰ interesowały w pierwszych latach XX wieku zagadnienia fluktuacji gęstości jak i związane z nimi zjawiska ruchów Browna, opalescencji w stanie krytycznym i błękitu nieba.

a) RUCHY BROWNA

Podstawowe dwie prace, wyjaśniające zjawisko ruchów Browna opublikował Einstein w latach 1905 i 1906. Pierwsza nosiła tytuł *O ruchu cząstek zawieszonych w cieczach, wymaganym przez molekularno-kinetyczną teorię ciepła*³¹, tytuł drugiej brzmiał *O teorii ruchów Browna*³².

Po ich ukazaniu się Smoluchowski ogłosił pracę pt. *O teorii kinetycznej ruchów Browna i roztworów mętnych*³³. W wymienionych pracach Einstein i Smoluchowski obliczyli, niezależnie od siebie i całkiem różnymi metodami, średni kwadrat przesunięcia cząstki zawieszony w ruchach Browna.

Smoluchowski napisał we wstępie swojej publikacji o ruchach Browna o obu wspomnianych przez nas pracach Einsteina: „... Wypracowałem już przed kilku laty teorię kinetyczną tego zjawiska [tj. ruchów Browna], która wydawała mi się najprawdopodobniejsza; wyników dotychczas nie ogłosiłem, chcąc je naprzód sprawdzić ściślejszymi pomiarami doświadczalnymi. Tymczasem jednak dyskusja nad tym przedmiotem została znowu otwarta przez dwie prace teoretyczne Einsteina, w których autor oblicza przesunięcie drobnych cząstek, jakie powstać musi wskutek ruchu molekularnego i wnioskuje ze zgodności z obserwacjami ruchów Browna o kinetycznej ich naturze. Odnalazłem we wzorach Einsteina część moich wyników i ostateczny jego rezultat, choć otrzymany zupełnie odmienną metodą, zgadza się najzupełniej z moim. Dlatego podaję moje rozumowania, zwłaszcza że moja metoda wydaje mi się przejrzystsza i dlatego bardziej przekonująca niż metoda Einsteina, która nie jest wolna od zarzutów”³⁴.

Po wyprowadzeniu wzoru na średnie przesunięcie cząstki w ruchu Browna (w gazach) Smoluchowski zauważył: „Nie będę wchodził na tem miejscu w roztrząsanie bardzo pomysłowych rozumowań, za pomocą których Einstein doszedł do swych wzorów, zauważę jednak, że obie metody przez niego użyte polegają na wnioskowaniu pośrednim, które nie wydaje się zupełnie przekonującym.

Np. przeniesienie praw ciśnienia osmotycznego na cząstki M zwieszzone w cieczy i obliczenie szybkości, z którą one przez tę ciecz dyfundują lub zastosowanie twierdzenia Boltzmana (o wpływie sił potencjalnych na statystyczny układ systemów mechanicznych)

do siły niepotencjalnej, jaką jest opór doznawany przez cząstkę M w ruchu przez ośrodek, nie jest całkiem wolne od zarzutów.

W każdym razie zgodność z bezpośrednią metodą tutaj użytą, która lepiej wyjaśnia mechanizm całego zjawiska, należy uważać za pożądane potwierdzenie obu sposobów rachunku.

Drobna różnica we współczynniku liczbowym nie ma znaczenia; tłumaczy się ona upraszczającymi założeniami (np. jednostajnej prędkości C) a w zastosowaniu może nam chodzić tylko o rząd wielkości³⁵.

Prace Smoluchowskiego zainteresowały Einsteina, który napisał z Berna do Smoluchowskiego list³⁶.

„Wielce Szanowny Panie,

Berno, 11.VI.1908

Razem z tą kartką przesyłam te spośród moich prac, które mogą Pana jeszcze zainteresować. Równocześnie proszę Pana o przysłanie mi Pańskich prac, ponieważ pragnąłbym się nimi zająć dokładnie.

Z najlepszym pozdrowieniem, Pański oddany

Albert Einstein

W liście³⁷ do Jean'a Perrina z dnia 24 stycznia 1909 (w języku francuskim) Smoluchowski ponownie uznał priorytet Einsteina, pisząc:

„... Jeśli chodzi o wyprowadzenie wzoru $\Delta\bar{n} = \sqrt{(RT/M)(1/3\pi\eta)}$, które Pan pragnie poznać, pozwalam sobie stwierdzić, że pierwszeństwo należy się naturalnie Einsteinowi (1905), którego płodność i talent wzbudza we mnie głęboki szacunek. Jest moim błędem, że zwlekałem aż do lipca 1906 r. z publikacją moich badań nad tym zagadnieniem, którym zajmowałem się od 1900 r. (prace F. Exnera). Wyprowadziłem ten wzór (z dokładnością do nieznacznie różniącego się liczbowego czynnika, pochodzącego z innego sposobu przybliżania) w sposób bezpośredni, różny od Pana Einsteina... W mojej pracy z 1906 r. podałem najpierw ogólną analizę danych doświadczalnych o ruchach Browna, które proszą się o porównanie z teorią stanowiącą zagadnienie, którego zresztą Pan Einstein wcale nie rozważa.”

Einstein scharakteryzował pracę Smoluchowskiego o ruchach Browna w nekrologu³⁸, napisanym w 1917 r. po śmierci Smoluchowskiego.

„Smoluchowski dostarczył szczególnie pięknej i poglądowej teorii tego zjawiska [tj. ruchów Browna] gdy wyszedł z zasady ekwipartycji teorii kinetycznej... Ta wymaga, aby cząstka o średnicy 1μ (i gęstości wody) poruszała się w stanie równowagi termodynamicznej ze średnią prędkością 3 mm na sekundę; ponieważ Smoluchowski stwierdził w sposób ilościowy, że tę prędkość, stale niszczonej przez tarcie wewnętrzne odtwarzają znowu zderzenia molekularne, doszedł do wyjaśnienia tego zjawiska.”

Einstein uważał jednak, czemu dał wyraz w liście do Seeligera³⁹ z dnia 15 września 1952 r., że jego metoda jest ogólniejsza niż metoda Smoluchowskiego, „gdyż [praca Smoluchowskiego] jest oparta na mechanice, podczas gdy moje poszukiwania zakładają w istocie tylko prawo ciśnienia osmotycznego”. Praca Smoluchowskiego odnosi się tylko do gazów i „nie osiągnęła wystarczającego stopnia ścisłości”.

W drugiej swojej pracy⁴⁰ o ruchach Browna Einstein zajął się w §2 ruchami cząstek zawieszony pod wpływem sił zewnętrznych i obliczył średni kwadrat wychylenia cząstki zawieszony, podległej zewnętrznej sile sprężystej (wzdłuż osi x)

$$F = -\kappa x, \quad \kappa = \text{const} > 0. \quad (3)$$

Problem ten podjął Smoluchowski. Na 84-tym Zjeździe przyrodników w Münster, który odbył się w dniach 15–21 września 1912 r., wygłosił wykład *O doświadczalnie sprawdzalnych zjawiskach molekularnych, zaprzeczających zwykłej termodynamice*⁴¹. Przedstawił tam, wspomniany przed chwilą, wynik Einsteina odnoszący się do ruchów Browna w obecności siły sprężystej i w dalszym ciągu (w §16) zwrócił uwagę na możliwość wykonania doświadczenia, z bardzo małym zwierciadełkiem, zawieszonym na cienkiej nitce, znajdującym się w ośrodku gazowym. Może ono wykonywać drgania torsyjne równocześnie z ruchami Browna, wywołanymi przez uderzenia molekuł powietrza w zwierciadełko. W pracy pt. *O pewnych przykładach ruchów Browna pod wpływem sił zewnętrznych*⁴² Smoluchowski obliczył, stosując inną metodę niż Einstein (mianowicie rozwiązując tzw. równanie Smoluchowskiego), prawdopodobieństwo znalezienia cząstki zawieszony w chwili t w położeniu między x a $x + dx$, gdy w chwili $t = 0$ znajdowała się w położeniu x_0 oraz średni czas powrotu do położenia $x = x_0$.

Doświadczenia zaproponowane przez Smoluchowskiego ze zwierciadłem torsyjnym (zwanym zwierciadłem Smoluchowskiego) wykonali Gerlach⁴³ i Kappler⁴⁴. Ich doświadczenia potwierdziły wyniki rachunków Smoluchowskiego⁴⁵.

b) OPALESCENCJA W STANIE KRYTYCZNYM I BŁĘKIT NIEBA

Zjawiska opalescencji w stanie krytycznym jak i błękitu nieba są spowodowane przez fluktuacje gęstości w gazach i cieczach. Zagadnienie fluktuacji gęstości postawił po raz pierwszy Smoluchowski w 1904 r. w pracy *O nieregularnościach w rozkładzie cząsteczek gazu i ich wpływ na entropię i równanie stanu*⁴⁶. Według Smoluchowskiego gęstość gazu lub cieczy nie jest stała w całym obszarze przezeń zajmowanym, lecz ulega fluktuacjom. Polegają one na tym, że liczba n cząsteczek gazu lub cieczy w małej stałej objętości v w zbiorniku o objętości V zmienia się z biegiem czasu, wahając się dokoła średniej liczby $\langle n \rangle$ cząsteczek w objętości v . Zgęszczeniem liczby cząsteczek w objętości v nazywamy wielkość

$$\delta = \frac{n - \langle n \rangle}{\langle n \rangle}. \quad (4)$$

We wspomnianej pracy Smoluchowski obliczył średnie zgęszczenie cząsteczek w gazie doskonałym i otrzymał wartość

$$\sqrt{\delta^2} = \frac{1}{\sqrt{\langle n \rangle}}. \quad (5)$$

W następnej pracy o fluktuacjach pt. *Teoria kinetyczna opalescencji gazów w stanie krytycznym oraz innych zjawisk pokrewnych*⁴⁷ Smoluchowski obliczył w 1907 r. średnie zgęszczenie molekuł gazu van der Waalsa. Otrzymał jego przybliżoną wartość

$$\bar{\delta}^2 = - \frac{RT\rho}{\langle n \rangle} \left(\frac{1}{\bar{v}} \frac{d\bar{v}}{dp} \right)_T$$

gdzie T , ρ , \bar{v} oznaczają kolejno temperaturę, średnią gęstość molekuł i objętość właściwą gazu.

Pochodne $(d\rho/d\bar{v})$ przyjmują szczególnie duże wartości w pobliżu punktu krytycznego (gdzie $(d\rho/d\bar{v})_T = (d^2\rho/d\bar{v}^2)_T = 0$), zatem tam fluktuacje są bardzo duże.

Smoluchowski zwrócił uwagę na to, że fluktuacje gęstości powinny spowodować „występowanie zjawisk charakterystycznych dla ośrodków mętnych tj. zjawisk opalescencji oraz tzw. zjawiska Tyndalla”, polegającego na rozpraszaniu promieniowania przechodzącego przez ośrodek mętny. W bliskości stanu krytycznego to zjawisko powoduje powstawanie opalescencji. A zatem, jak pisze Abraham Pais⁴⁸, Smoluchowski widział nie tylko prawdziwą przyczynę opalescencji krytycznej, lecz też związek tego zjawiska z błękitem nieba w południe i poczerwienieniem słońca o zachodzie. Smoluchowski przytoczył też i przedyskutował wzór Rayleigha na rozpraszanie promieniowania przez cząstki pyłu w ośrodku o rozmiarach małych wobec długości fali padającego światła, lecz nie obliczył rozpraszania promieniowania przez małe obszary gazu, w których chwilowa fluktuacja gęstości gazu powoduje zmianę współczynnika załamania i rozpraszanie światła.

Rachunek taki wkrótce wykonał Einstein w pracy pt. *Teoria opalescencji cieczy jednorodnych i mieszanin cieczy w pobliżu stanu krytycznego*⁴⁹. Praca ta zaczyna się od słów:

„Smoluchowski wskazał w ważnej pracy teoretycznej, że opalescencja w cieczach w pobliżu stanu krytycznego, jak również opalescencja w mieszaninach cieczy w pobliżu stanu krytycznego składu mieszaniny i temperatury krytycznej może być wyjaśniona w prosty sposób ze stasnowiska molekularnej teorii ciepła [...] Smoluchowski [...] nie wykonał jednak dokładnego obliczenia ilości światła rozproszonego na boki. Tę lukę należy w dalszym ciągu wypełnić.”

We wspomnianej pracy Einstein przeprowadził rachunek wzorowany na obliczeniach Rayleigha, rozważając rozpraszanie, nie jak to uczynił Rayleigh na cząstkach pyłu w ośrodku, lecz na małych objętościach samego ośrodka, gdzie gęstości różnią się od gęstości średniej. W swoich obliczeniach Einstein posługiwał się równaniami Maxwella, związkiem Lorentza-Lorentza pomiędzy współczynnikiem załamania a stałą dielektryczną i założył, podobnie jak Rayleigh, że cząstki ośrodka wypełniają zbiornik w sposób zupełnie nieuporządkowany. Otrzymał ten sam wynik jak Rayleigh. Zauważył też, że: „Jest przy tym rzeczą godną

W 1911 r. Smoluchowski ogłosił pracę pt. *Przyczynek do opalescencji gazów w stanie krytycznym*⁵⁰, w której posługując się równaniem van der Waalsa obliczał natężenie rozproszonej fali świetlnej w gazie znajdującym się w warunkach bliskich stanu krytycznego, gdzie (opisana przed chwilą) teoria Einsteina przedstawiała być słuszna i porównywał z danymi doświadczalnymi, zwłaszcza z pracą Kamerlingh-Onnesa i Keesoma⁵¹.

W dodatku do wspomnianej wyżej pracy⁵² Smoluchowski powtórzył uwagę Einsteina, że otrzymany przez Einsteina wzór na rozpraszanie światła na cząsteczkach gazu doskonałego jest identyczny z wzorem Rayleigha, o którym sądzono, że wyjaśniał błękitną barwę nieba, chociaż był oparty na założeniu, że cząsteczki są rozmieszczone równomiernie i uwzględniał tylko nieciągłość optyczną na „powierzchni” cząsteczek.

Jednak Smoluchowski sądził, że oprócz rozpraszania na nieregularnościach gęstości gazu występuje jeszcze rozpraszanie na samych cząsteczkach gazu, które razem z rozpraszaniem na nieregularnościach gęstości podwaja obliczone przez Rayleigha i Einsteina natężenie opalescencji. Według Smoluchowskiego i Natansona należałoby zmodyfikować teorię opalescencji, stosując do tego zjawiska teorię elektronów⁵³ i rozważając rozpraszanie nie na całych cząsteczkach, lecz na wchodzących w ich skład elektronach.

Uwagi Smoluchowskiego wywołały reakcję Einsteina, wyrażoną w liście⁵⁴, napisanym z Pragi dnia 27.11.1911 do Smoluchowskiego:

„Dziękuję Panu za przysłane mi interesujące prace, które mnie, jak wszystko co Pan pisze, bardzo interesują.

W nowej pracy o opalescencji znajduje się jednak coś, z czym nie mogę się zgodzić (o błękitcie nieba) na co chciałbym zwrócić Pańską uwagę.

Moim zdaniem rozważania Rayleigha również dotyczą wyłącznie nieregularnie rozmieszczonych cząstek i tylko w tym przypadku są one słuszne..., albowiem tylko wtedy cząstki emitują n razy więcej energii niż jedna cząstka, natomiast przy ich regularnym rozmieszczeniu i przy dostatecznej ich ilości w sześcianie o boku równym długości fali otrzymalibyśmy z daleko większym przybliżeniem ośrodek idealnie przezroczysty...

Nie istnieje więc obok wytłumaczonej przez Pana opalescencji fluktuacyjnej jeszcze „opalescencja molekularna”, lecz Rayleigh rozważa właśnie przypadek specjalny naszego zagadnienia, a zgodność jego końcowego wzoru z moim nie jest przypadkiem.”

Smoluchowski odpowiedział listem z dnia 12.12.1911⁵⁵.

„Dziękuję Panu za Pański interesujący list i proszę o wybaczenie, że z powodu tygodniowej nieobecności nie odpisałem. Uwadze Pana dotyczącej wzoru Rayleigha na opalescencję gazu doskonałego muszę najzupełniej przyznać rację... Wzór jest słuszny tylko w założeniu nieregularnego rozkładu molekuł (tego typu, jaki ma miejsce w gazie doskonałym), nie może być mowy o superpozycji dwóch efektów, jak to przedstawiłem w aneksie do mej małej pracy o opalescencji. Sam się teraz dziwię, że wysunąłem owe twierdzenie i sądzę, że nie zrobiłbym tego gdybym pisał, tj. podczas pobytu na wsi, miał

pracę Rayleigha przed oczyma. Przy najbliższej okazji dam sprostowanie i dziękuję za Pańską łaskawą uwagę.”

W późniejszym artykule⁵⁶ (w języku polskim) pt. *O fluktuacjach termodynamicznych i ruchach Browna* Smoluchowski napisał: „Początkowo sądziłem, że istnieją zatem dwa niezależne powody opalescencji gazów w stanie normalnym: rozpraszanie wywoływane przez same cząsteczki (według Rayleigha) oraz rozpraszanie wywoływane przez nierówności rozkładu gęstości gazu. Dzisiaj przychyliam się raczej do przekonania, że tak nie jest i obydwaj czynniki są w rzeczy samej identyczne.” W notce Smoluchowski dodał: „Skrystalizowanie tego poglądu zawdzięczam rozmowie prywatnej z Einsteinem.”

Jednak Smoluchowski stwierdził, że : „Metoda Einsteina nie może nas jeszcze zupełnie zadowolić, gdyż opiera się na półempirycznym, półteoretycznym wzorze Lorentza-Lorentza oraz na równaniach elektromagnetycznych Maxwella, podczas gdy z dzisiejszego punktu widzenia mechanizm zjawisk promieniowania polega na ruchach elektronów i ścisła teoria właściwie na ich rozważaniu powinna być oparta”.

Intuicja Smoluchowskiego była słuszna. Po ukazaniu się pracy Einsteina prowadzono i prowadzi się do dzisiaj dalsze badania nad teorią opalescencji. Już w parę lat po ogłoszeniu omówionej przed chwilą pracy Einsteina ukazały się prace Ornsteina i Zernickiego⁵⁷, w których rozważano korelacje fluktuacji w małych obszarach gazu. Przegląd badań w tej dziedzinie można znaleźć np. w następujących pracach Stanley’ a i Reichela⁵⁸.

c) CZY EINSTEIN I SMOLUCHOWSKI SPOTKALI SIĘ OSOBIŚCIE?

Bez wątpienia zamiary zawarcia osobistej znajomości istniały. Świadczy o tym chociażby wymiana ich listów na wiosnę 1912 r., gdy Einstein był profesorem fizyki teoretycznej niemieckiego uniwersytetu w Pradze. Einstein napisał do Smoluchowskiego list⁵⁹ 10 marca 1912:

„Kochany Panie Kolego, Od p. Ehrenfersta dowiaduję się ku mojej wielkiej radości, że zamyśla Pan odwiedzić mnie podczas ferii wielkanocnych. Proszę, żeby Pan też naprawdę urzeczywistnił ten piękny zamiar i zamieszkał tu u mnie w Pradze, abyśmy mogli tu rzeczywiście dobrze wykorzystać czas. Dowiedziałem się jeszcze w Bernie, że Pan chciał znaleźć mnie kiedyś w biurze patentowym; żałowałem wtedy bardzo, że niekorzystny przypadek sprawił, że byłem właśnie nieobecny.

Odnosnie terminu Pańskich odwiedzin, pragnąłbym Pana jedynie prosić, aby Pan nie przybył na sam koniec ferii, gdyż muszę ostatni tydzień ferii spędzić w Berlinie.”

Einstein ponawiał jeszcze zaproszenie telegraficznie⁶⁰ i w liście⁶¹ z dnia 24 marca 1912, w którym pisał:

„... Bardzo żałuję, że nie może Pan przyjechać już w czasie ferii, bo wtedy można przyjemnie spędzić czas. Ale będzie Pan też w maju mile widziany...”

Jeszcze jedno zaproszenie Einstein wystosował do Smoluchowskiego w liście z dnia 20 maja 1912⁶². Niestety nie dochowały się listy z odpowiedziami Smoluchowskiego, nie ma też żadnej informacji, czy Smoluchowski z zaproszenia skorzystał.

W liście⁶³ pani Zofii Smoluchowskiej, żony prof. Smoluchowskiego, napisanym po drugiej wojnie światowej do prof. Armina Teskego znajduje się zdanie: „Z początkiem 1913 [M.S.] jedzie do Getyngi zaproszony do wygłoszenia wykładu wraz z pięcioma innymi prelegentami H.A. Lorentz, M. Planck (!), A. Einstein, A. Sommerfeld, Debye”.

W kongresie zorganizowanym przez fundację Wolfskehla w 1913 Smoluchowski wziął udział. Na moje listowne zapytanie w sprawie obecności z Einsteinem na tej konferencji otrzymałem z Akademii Nauk w Getyndze w liście z dnia 17 VI 94 (w języku niemieckim) odpowiedź:

„Wykład Smoluchowskiego odbył się już w 1913 r., Albert Einstein został dopiero w 1915 r. członkiem tej Fundacji, wobec czego spotkanie ze Smoluchowskim wydaje się niemożliwe...”

W kongresie Fundacji Wolfskehla w czerwcu 1916 r., na którym Smoluchowski wygłosił słynne *Trzy odczyty o dyfuzji, ruchach Browna i koagulacji cząstek koloidalnych*⁶⁴, Einstein nie brał udziału. Wtedy też do spotkania nie doszło.

Istnieją jednak argumenty przemawiające za tym, że Smoluchowski i Einstein spotkali się osobiście. Świadczy o tym przede wszystkim przytoczona już przez nas notatka Smoluchowskiego w napisanym w języku polskim i wydanym w 1914 r. artykule *O fluktuacjach termodynamicznych i ruchach Browna*⁶⁵. W §10 tego artykułu, poświęconym zagadnieniom błękitu nieba, Smoluchowski napisał: „Skrystalizowanie tego poglądu zawdzięczam prywatnej rozmowie z Einsteinem”.

Świadczą o tym też dwa listy Einsteina:

W liście wysłanym do Władysława Natansona z dnia 14 września 1917⁶⁶, po śmierci Smoluchowskiego, Einstein napisał: „Wiadomość o śmierci naszego wybitnego przyjaciela wstrząsnęła mną głęboko. Był on jednym z najdoskonalszych ludzi, jakich znałem. Do tego dany mu był znakomity talent i pogodne usposobienie. Czy mogę Pana prosić o adres Jego Małżonki? Bardzo pragnąłbym napisać do niej, gdyż znam Ją osobiście”.

Wiele lat później, w czerwcu 1934 r. Einstein napisał do p. Zofii Smoluchowskiej⁶⁷. „Dziękuję Pani za przyjacielski liścik i cieszę się, że znowu zobaczę Panią po tak długim czasie. Proszę uprzejmie zapowiedzieć się parę dni wcześniej”.

Profesor Roman Smoluchowski, syn Mariana Smoluchowskiego, na moje własne zapytanie o osobiste kontakty ojca z Einsteinem odpowiedział w liście z dnia 21 lipca 1992 (w języku angielskim; list w moim posiadaniu):

„Niestety nie mogę panu wiele pomóc jako źródło informacji o moim ojcu [...] Zmarł gdy miałem 7 lat, tak że wszystkie moje informacje pochodziły od mojej Matki, która zmarła w 1958 r. [...] Dzięki kilku przypadkowym uwagom jakie wypowiedział do mnie

Einstein, gdy spotkałem go w Princeton w 1939 po ucieczce przez Litwę i Szwecję, jestem dość pewny że Ojciec spotkał się parę razy z Einsteinem...”

Jednak wątpliwości wzbudza list samego Einsteina⁶⁸ do Prof. Armina Teskego. Na listowną prośbę prof. Teskego do Einsteina o informację na temat jego osobistej znajomości ze Smoluchowskim, Einstein odpisał w liście (w języku niemieckim) z dnia 16 sierpnia 1951: „Miałem największy szacunek dla dzieła Smoluchowskiego, nie miałem jednak z nim żadnych osobistych kontaktów, tak że nie mogę Panu pomóc...”.

Sprawy osobistych kontaktów Einsteina i Smoluchowskiego nie da się już dziś wobec rozbieżnych informacji ustalić z pewnością, tym bardziej nie można ustalić ewentualnych miejsc i dat ich spotkania. Jednak bardziej istotne są uczucia wzajemnego szacunku i przyjaźni, o których świadczą ich wypowiedzi.

Zacytujmy ponownie fragment listu Smoluchowskiego do Perrina⁶⁹ „[...] pierwszeństwo [w wyjaśnieniu ruchów Browna] należy się naturalnie Einsteinowi, którego płodność i talent wzbudza we mnie głęboki szacunek”.

Uczucia sympatii i szacunku Einsteina do Smoluchowskiego były wyraźnie widoczne w cytowanych przez nas listach Einsteina. Wyraz tym uczuciom dał Einstein przede wszystkim w artykule⁷⁰, poświęconym pamięci Smoluchowskiego (którego część cytowaliśmy poprzednio):

„Dnia 5 września śmierć wyrwała nagle z pośród nas jednego z najsubtelniejszych współczesnych teoretyków – Mariana Smoluchowskiego. Epidemia dyzenterii zabrała w Krakowie zaledwo 45-letniego uczonego.

Działalność naukowa Smoluchowskiego dotyczyła teorii molekularnej ciepła. W szczególności skierował swoją uwagę na te konsekwencje kinetyki molekularnej, które nie mogły być zrozumiałe ze stanowiska termodynamiki klasycznej; przeczuwał bowiem, że silny opór, którzy współcześni stawiali przy końcu XIX w. wobec teorii molekularnej, może być przelamany tylko z tej strony... Wszyscy, którzy Smoluchowskiego poznali bliżej, kochali go nie tylko jako pomysłowego badacza, lecz także jako szlachetnego, subtelnego i życzliwego człowieka. Katastrofa, jaka spotkała świat w ostatnich latach obudziła w nim niewymowny ból z powodu brutalności ludzi i szkód wyrządzonych kulturze. Za wcześniej los przeciął jego bardzo pożyteczną działalność jako badacza i nauczyciela, będziemy jednak wysoko cenić jego przykład i jego dzieło.” (Tłumaczył A. Teske).

6. MARIA SKŁODOWSKA-CURIE

Marię Skłodowską-Curie (1867–1934) i Einsteina łączyła głęboka wieloletnia przyjaźń i wzajemny szacunek. Po raz pierwszy spotkali się w Genewie, gdzie w dniach od 7-go do 9-go czerwca 1909 r. zorganizowano uroczystości jubileuszowe z okazji rocznicy 350-lecia założenia Uniwersytetu Genewskiego przez Kalwina⁷¹. Zaproszono wtedy dwustu dziesięciu delegatów szkół wyższych i towarzystw naukowych oraz nadano 110 osobom tytuły doktorów h.c. Wśród nich doktoraty

h.c. otrzymali: Maria Curie, Albert Einstein, przemysłowiec Ernest Solvay oraz Alfred Werner (laureat nagrody Nobla z chemii w 1907 r.).

W dwa lata później Maria Curie i Einstein spotkali się na pierwszym kongresie solvayowskim w Brukseli, który odbył się w dniach od 30 października do 3 listopada 1911⁷².

W latach 1911–1912 Einstein, przebywający wówczas jako profesor niemieckiego uniwersytetu w Pradze, otrzymał kilka propozycji objęcia katedry na uniwersytetach europejskich. Jedną z propozycji dotyczyła powołania go na politechnikę zurychską. Einstein pragnął powrócić z Pragi do Zurychu i na tę propozycję szybko się zgodził, wyrażając w liście z dnia 18 listopada 1911 do Marcela Grossmanna chęć powrotu do Zurychu. Wówczas władze politechniki zurychskiej wysłały do federalnego ministerstwa w Bernie wniosek o powołanie Einsteina na stanowisko profesora fizyki teoretycznej na tej uczelni⁷³.

Do wniosku dołączono dwie opinie: A. Poincarégo i Marii Curie⁷⁴.

Opinia Marii Curie o Einsteinie, napisana w języku francuskim i przesłana z Paryża dnia 11 listopada 1911 do profesora Politechniki Zurychskiej Pierre Weiss (znanego badacza zjawisk magnetycznych), była entuzjastyczna:

„Paryż 11 listopada 1911

Szanowny Panie,

Właśnie otrzymałam Pański list, w którym Pan zapytuje mnie o moje osobiste wrażenie dotyczące Pana Einsteina, którego miałam przyjemność poznać niedawno. Pisze mi Pan też, że P. Einstein bardzo pragnąłby wrócić do Zurychu i że mógłby wkrótce mieć możliwość w tym względzie.

Często podziwiałam prace ogłoszone przez Pana Einsteina na tematy odnoszące się do nowoczesnej fizyki teoretycznej. Jestem też przekonana, że fizycy teoretyczni są zgodni w swoich opiniach, że te prace mają pierwszorzędne znaczenie. W Brukseli, gdzie byłam uczestniczką kongresu naukowego, w którym P. Einstein również brał udział, mogłam ocenić jasność jego myśli, rozległość jego dokumentacji i głębokość jego wiedzy. Jeżeli weźmiemy pod uwagę, że p. Einstein jest jeszcze bardzo młody, mamy prawo pokładać w nim jak największe nadzieje i widzieć w nim jednego z pierwszych teoretyków przyszłości. Uważam, że instytucji naukowej, która dałaby p. Einsteinowi środki do pracy, których on sobie życzy, bądź przez powołanie go na już istniejącą katedrę, lub przez utworzenie dla niego katedry na warunkach na jakie on zasługuje, taka decyzja przyniosłaby wielki zaszczyt i oddałaby z pewnością dużą przysługę nauce.

Gdybym mogła przez moją ocenę przyczynić się w małym stopniu do rozwiązania jakiego życzy sobie P. Einstein, sprawiłoby mi to wielką przyjemność.

Proszę przyjąć, Drogi Panie, wyrazy mojego wielkiego szacunku

Maria Curie”

Pod koniec 1912 r. Einstein objął stanowisko profesora fizyki teoretycznej na Politechnice Zurychskiej (ETH).

W marcu 1913 Einstein przyjechał z żoną Milewą z wizytą do Paryża, gdzie wygłosił odczyt dla Francuskiego Towarzystwa Fizycznego⁷⁵. Podczas pobytu

w Paryżu oboje byli gośćmi Marii Curie. Einstein zrewanżował się, zapraszając listownie⁷⁶ Marię Curie na wycieczkę w Alpy Szwajcarskie, pisząc z Zurychu w dniu 3 kwietnia 1913 r.

„Wielce Szanowna Pani Curie

...Dziękuję Pani serdecznie za godziny, które nam Pani poświęciła i proszę Panią o przebaczenie, jeżeli Pani czuła się czasem nieprzyjemnie zaskoczona przez mój szorstki sposób bycia. Przede wszystkim życzę Pani i Jej dzieciom najlepszego zdrowia. Pozwolę sobie później dręczyć Panią na małej górskiej wycieczce gdy semestr będzie się miał ku końcowi. Tymczasem proszę przyjąć najlepsze pozdrowienia i jeszcze raz bardzo serdeczne podziękowanie od oddanego

A. Einsteina”

Maria Curie przyjęła zaproszenie Einsteina i ich następne spotkanie miało miejsce w 1913 r. Maria Curie przyjechała do Zurychu w lipcu tegoż roku z córkami Ireną i Ewą, poczem wraz z nimi, Einsteinem, jego żoną Milevą i starszym synem Einsteina – Hansem Albertem udali się na 14-dniową wędrowkę po Alpach. Po latach wycieczkę tę wspominali Hans Albert⁷⁷ oraz Ewa Curie⁷⁸.

W 1914 r. wybuchła pierwsza wojna światowa. Kontakty między ludźmi mieszkającymi po obu stronach frontu stały się niemożliwe, a po zakończeniu wojny z powodu trwającej jeszcze przez długie lata wzajemnej wrogości obu przedtem walczących ze sobą narodów były one bardzo utrudnione.

Jednym z pierwszych uczonych, usiłującym przełamać trwającą po wojnie barierę wrogości między Niemcami i Francuzami, był Einstein. Na zaproszenie Pawła Langevina Einstein przybył dnia 28 marca 1922 r. do Paryża⁷⁹.

Pierwszy wykład wygłosił dnia 31 marca w Collège de France. Wśród zaproszonych na odczyt byli Maria Curie, Jean Perrin, Emil Borel i Paul Painlevé. W ciągu następnych dni, do dnia 6 kwietnia, Einstein wygłosił wykłady w innych instytucjach i towarzystwach naukowych. Po powrocie napisał w liście z 4 lipca 1922 do Marii Curie⁸⁰ z Berlina:

„... Ze szczególną radością wspominam pełne harmonii godziny, które spędziłem z Panią, Langevinem i innymi sympatycznymi kolegami w Paryżu. Szczególnie wdzięczny jestem Langevinowi, którego wzruszającej troski nigdy nie zapomnę. Weyl pisał mi właśnie o nim z entuzjazmem. Proszę bardzo pozdrowić Go ode mnie i proszę też przyjąć ode mnie przyjacielskie pozdrowienia dla Pani.”

Aby odbudować przerwana przez wojnę współpracę międzynarodową w dziedzinie nauki i kultury, Liga Narodów wiosną 1922 r. powołała Międzynarodową Komisję Współpracy Intelktualnej (Commission Internationale de Cooperation Intellectuelle). Sir Eric Drummond, sekretarz generalny Ligi Narodów, zaprosił Einsteina listem z dnia 17 maja 1922 do przystąpienia do Komisji⁸¹.

Maria Curie, zaproszona też do udziału w Komisji, napisała do Einsteina, wahającego się czy przyjąć propozycję przystąpienia do Komisji, dnia 27 maja list⁸²:

„Drogi Panie

Został Pan, podobnie jak ja, zaproszony do uczestnictwa w Komisji Współpracy Kulturalnej Ligi Narodów. Ucieszyłam się, gdyby Pan przyjął to zaproszenie. Wierzę osobiście, że Pańska zgoda jako uczonego byłaby bez wątpienia konieczna, abyśmy mogli mieć pewną nadzieję, że będziemy rzeczywiście użyteczni. Taka jest opinia naszych wspólnych przyjaciół. Jednak nie zdaję sobie jeszcze sprawy ze sposobów działania komisji ani z tego, jakiego dzieła miałyby ona dokonać. Byłabym bardzo zadowolona, gdybym się mogła dowiedzieć, co Pan o tym myśli. Osobiście sądzę jedynie, że Liga Narodów, chociaż jest niedoskonała, budzi nadzieję na przyszłość.”

Odpowiadając Marii Curie w liście⁸³ z dnia 30 maja Einstein napisał:

„Chociaż nie jest dla mnie jasne, co może zdziałać komisja mająca się utworzyć, zgodziłem się po krótkim namyśle. Bo w tym przedsięwzięciu tkwi z pewnością wola do współpracy międzynarodowej. Czy tam zyskamy wpływ, będzie zależeć od tego, czy zabierzemy się we właściwy sposób do rzeczy. Cieszyłoby mnie naprawdę, gdyby Pani wyraziła też swoją zgodę, gdyż wiem, że panowała między nami zgodność w tego rodzaju zagadnieniach.”

Jednak wkrótce, po zabójstwie ministra Rathenau'a i wobec narastającego w Niemczech antysemityzmu, Einstein zadeklarował swoje wystąpienie z Komisji i w liście z 4 lipca 1922 (którego część przed chwilą cytowaliśmy) do Marii Curie uzasadnił to w słowach⁸⁴:

„... Niestety czuję się teraz zmuszony, aby już teraz wystąpić z Komisji i od razu o tym Panią zawiadomić... Nie tylko z powodu tragicznej śmierci Rathenau'a lecz też przy innych okazjach, stwierdziłem, że w środowisku, które powinienem w pewnej mierze reprezentować w Lidze Narodów, panuje bardzo silny antysemityzm i w ogólności poglądy tego rodzaju, że nie nadaje się na osobę reprezentującą czy pośredniczącą. Wierzę, że Pani dobrze to rozumie...”

Maria Curie wyraziła jednak w liście⁸⁵ z 7 lipca 1922 niezadowolenie z decyzji Einsteina wystąpienia z Komisji twierdząc, że przez same swoje walory osobiste mogłby wywierać silny wpływ w walce o tolerancję i prosiła go o zmianę postanowienia.

Einstein podtrzymał jednak swoją decyzję, pisząc w liście⁸⁶ z 21 lipca 1922:

„Tutaj wśród intelektualistów panuje nie dający się opisać antysemityzm, tym silniejszy przede wszystkim z tego powodu, że Żydzi w ogóle w stosunku do swojej liczebności grają nieproporcjonalnie wielką rolę w życiu publicznym, a poza tym wielu z nich (np. ja) angażuje się w działalności międzynarodowej. Dlatego z czysto rzeczowego powodu Żyd nie nadaje się do tego aby służyć jako pośrednik między inteligencją niemiecką a międzynarodową. Powinien być wybrany ktoś, kto posiada wewnętrzne i niezakłócone więzy z inteligencją niemiecką i jest uważany przez nią za „prawdziwego Niemca”. (Myślę o ludziach takich jak Harnack lub Planck, nie chcąc jednak, abym pozwolił sobie w tej kwestii cokolwiek proponować.)”

W dalszej korespondencji (list Einsteina⁸⁷ z 25 grudnia 1923 i list⁸⁸ Marii Curie z 6 stycznia 1924⁸⁶), dotyczącej też Komisji Współpracy Intelektualnej ton był bardziej pojednawczy, a zawierał również zapewnienia o wzajemnym szacunku

i przyjaźni. Wymiana listów trwała do 1932 roku, kolejne listy⁹⁰ zawierały uwagi o Komisji, o podróżach Marii Curie w jesieni 1929 r. i 1932 r. po Stanach Zjednoczonych i o kongresie Solvayowskim 1932 r.

Maria Curie zmarła 4 lipca 1934 r. Einstein poświęcił jej w nekrologu (w języku angielskim)⁹¹ słowa:

„W chwili gdy tak znakomita osobistość, jak Pani Curie, doszła do kresu życia, nie powinniśmy się zadowolić tylko przypomnieniem tego, co dała ludzkości jako owoc swej pracy. Wartości moralne wybitnej osobistości mają chyba dla mojego pokolenia i dla biegu historii większe znaczenie niż osiągnięcia czysto intelektualne. Zależą one nawet w wyższym stopniu, niż to się powszechnie sądzi, od cech charakteru.

Miałem wielkie szczęście, że łączyła mnie z Panią Curie przez dwadzieścia lat szlachetna i bezchmurna przyjaźń. Mój zachwyt nad wielkością jej osobowości stale wzrastał. Jej siła, jej czystość zamysłów, surowość wobec siebie, jej bezstronność, jej nieprzekupne opinie były tego rodzaju, jaki rzadko spotyka się skupione w jednej osobie.

Zawsze uważała się za służącą społeczeństwa a jej głęboka skromność nie dopuszczała wcale uczucia zadowolenia z siebie. Stale bolała nad niesprawiedliwością i nierównościami społecznymi. To nadawało jej pozór surowości, nie łagodzonej sztucznymi wysiłkami, mogącej zmylić wszystkich ludzi z wyjątkiem jej bliskich. Gdy raz uznała pewną drogę postępowania za słuszną, trzymała się jej wytrwale i bezkompromisowo.

Największego dzieła jej życia w dziedzinie nauki, udowodnienia istnienia pierwiastków promieniotwórczych i rozdzielenia ich, dokonała nie tylko dzięki śmiałej intuicji, lecz także dzięki poświęceniu i wytrwałości w wykonaniu pracy w warunkach nadzwyczaj trudnych, jakich świadkiem nie często były badania doświadczalne.

Gdyby tylko niewielka część siły charakteru Pani Curie tkwiła wśród intelektualistów europejskich, wówczas przyszłość Europy mogłaby być jaśniejsza.”

7. WŁADYSŁAW NATANSON

Władysław Natanson⁹² nie pracował twórczo w dziedzinie teorii względności, teorię tę poznał jednak bardzo wcześnie, o czym świadczy chociażby jego obecność na wykładzie Jakuba Lauba pt. *Optyka ciał ruchomych*, wygłoszonym w lipcu 1907 r. na X Zjeździe Lekarzy i Przyrodników we Lwowie oraz udział w dyskusji, jaka wywiązała się po tym wykładzie.

Natanson uwzględniał teorię względności w swoich wykładach fizyki teoretycznej, prowadzonych przez wiele lat w Uniwersytecie Jagiellońskim. Pisał o tym L. Infeld w swoich pamiętnikach⁹³: „Pierwszy raz usłyszałem nazwisko Einsteina w roku 1917, podczas drugiego roku studiów na Uniwersytecie Jagiellońskim. A było to tak: fizykę teoretyczną wykladał podówczas profesor Władysław Natanson; wykladał pięknie, tak pięknie, że znikwały trudności, że wydawało się wszystko już załatwione, rozwiązane, wyjaśnione i to raz na zawsze [...] Na drugim roku wykladał mechanikę klasyczną, pięć godzin tygodniowo przez dwa półrocza, bez seminariów, bez ćwiczeń, bez

asystentów [...] Przy końcu roku akademickiego profesor Natanson poświęcił kilka godzin szczególnej teorii Einsteina. Po raz pierwszy usłyszałem to nazwisko, po raz pierwszy usłyszałem o transformacji Lorentza, którą Einstein sformułował. Wykłady te były dla mnie rewelacją [...] Pamiętam jak profesor Natanson powiedział o Einsteinie „geniusz nad geniusze”. [...] Nie byłem jeszcze dostatecznie przygotowany, aby zrozumieć w pełni strukturę teorii względności, wiedziałem jednak, że powrócę do niej jeszcze.”

Einstein i Natanson zaprzyjaźnili się w ciągu rocznego pobytu Natansona w Berlinie w ciągu 1915 r. Profesor Natanson z rodziną przebywał na wakacjach w 1914 r. nad morzem w Belgii. Tam zastał go wybuch wojny. Po pewnym czasie udało się Natansonowi przyjechać z rodziną do Berlina, gdzie pozostał przez prawie cały rok 1915, zanim nie zaistniała możliwość powrotu do Krakowa. Einstein bywał częstym gościem w domu profesora Natansona, z którym prowadził długie dyskusje⁹⁴.

Przyjaźń Einsteina i Natansona oraz ich częste kontakty i dyskusje pogłębiał fakt, że w latach pierwszej wojny światowej Einstein z powodu swych pacyfistycznych przekonań, którym w stanowczy sposób dawał wyraz, był wtedy bojkotowany przez nacjonalistycznie nastawione środowisko naukowe Berlina.

O wzajemnej sympatii Einsteina i Natansona w tym czasie świadczy pięć listów Einsteina do Natansona, napisanych w języku niemieckim, zachowanych w Bibliotece Jagiellońskiej w Krakowie⁹⁵. Przytoczymy tu tłumaczenie dwóch z nich. Po dojeździe Natansona z Berlina do Krakowa Einstein napisał list⁹⁶:

„29.XII.1915

Kochany Panie Kolego,

Wstydzę się bardzo, że nie odpowiedziałem na Pański miły liścik. Zawstydziłem się bardzo jeszcze wczoraj, gdy otrzymałem również Pańskie przyjacielskie gratulacje. Życzę Panu powodzenia i szczęśliwej pracy w nadchodzącym roku. Jak długo Pan pozostawał tutaj, był Pan dla mnie najbardziej sympatycznym berlińczykiem, brakuje mi bardzo przyjacielskiego kontaktu z Panem.

Przesyłam Panu kilka prac. Widzi Pan, że znowu zburzyłem jeszcze raz mój domek z kart i zbudowałem nowy; przynajmniej część centralna jest nowa. Wyjaśnienie empiryczne zupełnie pewnego ruchu perihelium Merkurego sprawia mi wielką radość, nie mniej niż fakt, że udało się teraz zapewnić ogólną współzmienniczość prawa grawitacji.

Pana, Pańską Rodzinę i Kolegę Smoluchowskiego pozdrawia serdecznie Pański

A. Einstein”

Drugi list⁹⁷ z dnia 14 września 1917 Einstein wysłał do Natansona do Krakowa po śmierci Smoluchowskiego. Dał w nim wyraz uczucia żalu po zgonie Smoluchowskiego (zob. str.) po czym napisał:

„Byłem całe lato, aż do przedwczoraj w Szwajcarii, aby wyleczyć się z mojej dolegliwości... Teraz jest już dobrze. W tym surowym świecie odczuwam coraz większą obcość. Ale cieszę się z posiadania życzliwej bratniej duszy, chociaż mieszka Pan daleko w Krakowie. Spodziewam się, że wkrótce los znowu nas zetknie.

Serdeczne pozdrowienia dla Pana i bliskich przesyła Pański Einstein”

8. MIECZYŚLAW WOLFKE

Mieczysław Wolfke (1883–1947)⁹⁸ po otrzymaniu stopnia doktora w 1910 r. we Wrocławiu i krótkich pobytach w Jenie i Karlsruhe przeniósł się do Zurychu, gdzie w 1913 r. habilitował się na Politechnice Zurychskiej⁹⁹ na podstawie napisanej w Karlsruhe pracy, zatytułowanej *Ogólna teoria przedmiotów świecących samodzielnie i niesamodzielnie*¹⁰⁰. Kollokwium habilitacyjne odbyło się dnia 8 maja 1913, po którym profesor Marcel Grossmann skierował w dniu 26 maja 1913 r. pismo do Prezydium Szwajcarskiej Rady Szkolnej w Zurychu, zawiadamiające o odbytym kollokwium: „Panowie Einstein i Weiss wypowiedzieli się jednogłośnie przychylnie o przedłożonych pracach naukowych, umiejętnościach i osobowości kandydata i uznali habilitację jako podstawę docentury prywatnej w dziedzinie optyki. Dlatego Konferencja Wydziału VIII postanowiła wystąpić o udzielenie Panu Doktorowi M. Wolfkemu *veniam legendi* w dziedzinie optyki.” Rada Szkolna w Zurychu zatwierdziła habilitację.

W 1914 r. Wolfke uzyskał habilitację i docenturę prywatną na Wydziale Filozoficznym II Uniwersytetu Zurychskiego¹⁰¹ na podstawie tej samej pracy, zaopiniowanej przychylnie przez profesorów Lauego i Kleinera.

Od tegoż roku do końca pobytu w Zurychu w 1922 r. Wolfke prowadził wykłady na Politechnice i Uniwersytecie w Zurychu. Wymienimy spośród nich: wykłady z teorii względności *Zasada względności* (semestr letni 1915 oraz semestr zimowy 1916/17). Były to jedne z pierwszych wykładów o teorii względności.

Wolfke był w okresie zurychskim zaprzyjaźniony z Einsteinem. Według prywatnej informacji syna Mieczysława Wolfkego, profesora Karola Wolfkego, Einstein był u Państwa Wolfke i przy akompaniamencie Ojca grywał na skrzypcach.

W latach pobytu we Wrocławiu i Zurychu Wolfke interesował się głównie optyką i teorią promieniowania. Z jego prac z optyki najważniejsza była publikacja, w której sformułował metodę dwustopniowego odwzorowania optycznego¹⁰². Odkryta ponownie w 1948 r. przez Dennisa Gabora metoda dwustopniowego odwzorowania optycznego stała się podstawą holografii.

W dziedzinie teorii promieniowania, opierając się na myśli Joffego¹⁰³, Wolfke wprowadził w 1913 r. pojęcie atomu świetlnego (*Lichtatom*) i molekuly świetlnej (*Lichtmoleküle*)¹⁰⁴, przy pomocy których wyprowadził i interpretował wzór Plancka na gęstość energii promieniowania ciała doskonale czarnego¹⁰⁵.

Według Wolfkego energia świetlna rozmieszczona jest w przestrzeni punktowo, w „atomach świetlnych”, z których każdy posiada energię $\epsilon = h\nu$. Atomy świetlne różnią się jednak od kwantów świetlnych (fotonów) wprowadzonych przez Einsteina w 1905 r. Główna różnica między nimi polega na tym, że atomy świetlne mogą być absorbowane grupowo, podczas gdy kwanty świetlne pojedynczo.

Wzór Plancka na gęstość energii promieniowania ciała doskonale czarnego

$$\kappa = \frac{8 \pi h \nu^3}{c^3} \frac{1}{e^{h\nu/kT} - 1}$$

można zapisać w postaci sumy

$$\kappa = \sum_{j=1}^{\infty} \kappa_j$$

gdzie

$$\kappa_j = \frac{8 \pi h \nu^3}{c^3} e^{-(j h \nu / k T)}$$

przy czym i -ta składowa promieniowania dana jest przez prawo Wiena. Każdą składową promieniowania o częstości $j h \nu$ ($j = 1, 2, \dots$) Wolfke nazwał molekułą świetlną (Einstein stosował nazwę „kwant wielokrotny” (*mehrfacher Quant*). Z takich molekuł świetlnych składa się, według Wolfkego, promieniowanie ciała doskonale czarnego.

Później Wolfke ogłosił dwa krótkie artykuły¹⁰⁶, w których streścił swoje badania nad atomami świetlnymi i molekułami świetlnymi, podając zestawienie prac poświęconych temu zagadnieniu.

W 1922 r. Wolfke wrócił do Polski i objął kierownictwo jednego z zakładów fizyki Politechniki Warszawskiej. Sprawował je do wybuchu wojny w 1939 r. Wojnę i okupację niemiecką przeżył w Warszawie. Po wojnie wrócił do zagadnienia atomów świetlnych i molekuł świetlnych (kwantów wielokrotnych). Maszynopis zawierający swoje idee przesłał z Warszawy Einsteinowi do Princeton.

Odpowiadając Wolfkemu Einstein odniósł się (w liście z 12 lipca 1946 r.) sceptycznie do pojęć atomów świetlnych i molekuł świetlnych¹⁰⁷.

„Kochany Panie Wolfke,

Cieszę się, że po tak długim czasie usłyszałem znowu o Panu. Przypominam sobie też o tym, że już wtedy Pan miał w dyskusji pomysł o wielokrotnych kwantach promieniowania. Ze stanowiska teorii promieniowania i jej następstw termodynamicznych ta idea jest rozsądna i rozstrzygnięcie jest ważne. Z empirycznego punktu widzenia istnienie kwantów wielokrotnych jest moim zdaniem nieprawdopodobne.”

W dalszym ciągu tego listu Einstein uzasadnił swój pogląd. Wolfke bronił jednak pojęcia molekuł świetlnych (czyli kwantów wielokrotnych) w liście¹⁰⁸ do Einsteina z dnia 17 sierpnia 1946 r.

„Bardzo szanowny i kochany Panie Profesorze,

Z wielką radością otrzymałem Pański list, już w Zurychu. Po dwumiesięcznym daremnym oczekiwaniu na wizę amerykańską w Sztokholmie, postanowiłem pojechać do Zurychu, aby tu uzupełnić 6 lat wojny pod względem naukowym.

Odnośnie Pańskiej uwagi o „zasadniczych tonach harmonicznym” (*harmonische Untertöne*), nie wierzę, że kwant wielokrotny powstaje w jednorazowym zjawisku promienistym.

Przyjmuję, że kwanty wielokrotne powstają w spotkaniu fotonów z atomami wzbudzonymi do promieniowania. Gdy mianowicie kwant $h\nu$ spotyka się z atomem, w którym jeden elektron znajduje się na odpowiednio wyższym poziomie energii, to powoduje to wypromieniowanie dalszego kwantu $h\nu$, który razem z nadlatującym kwantem tworzy kwant podwójny $2h\nu$ itd. Wtedy byłoby też zrozumiałe, dlaczego kwanty wielokrotne powstają dopiero przy dużych gęstościach promieniowania. Moim zdaniem wykluczałoby to „harmoniczne tony zasadnicze”.

Przy wprowadzeniu kwantów wielokrotnych temperatura efektywna wiązki promieniowania nie jest wyznaczona jednoznacznie przez swoją gęstość promieniowania, lecz musi się jeszcze uwzględnić jej procentowa zawartość kwantów wielokrotnych.

Teraz staram się wszystkie te myśli złączyć w logiczną całość i byłbym Panu nadzwyczaj wdzięczny za Pańskie dalsze uwagi.”

Mieczysław Wolfke zmarł w Zurychu 4 maja 1947 r.

9. JAN WEYSSENHOFF

Jan Weyssenhoff (1889–1972)¹⁰⁹ studiował fizykę w Krakowie. Wybuch wojny 1914 r. zastał go w Szwajcarii, gdzie pozostał w Zurychu do jesieni 1919 r. Doktorat uzyskał w 1916 r. w Uniwersytecie zurychskim. W Zurychu zetknął się dwukrotnie z Einsteinem. Spotkania te opisał w wiele lat później w artykule pt. Uwagi o życiu i twórczości Einsteina na tle własnych wspomnień¹¹⁰.

„Na początku moich studiów na uniwersytecie zurychskim zostałem polecony profesorowi Zanggerowi, wybitnemu znawcy medycyny sądowej i przyjacielowi Einsteina. Po pewnym czasie, gdy sądziłem, że profesor Zangger zupełnie o mnie zapomniał, otrzymuję w r. 1916 kartkę od niego: „Proszę przyjść jutro o szóstej po południu i przynieść ze sobą manuskrypt swej pracy doktorskiej. Będzie profesor Einstein.” Z sercem na ramieniu poszedłem. Po kilku minutach przyszedł Einstein. Profesor Zangger powiedział: „To jest pan Weyssenhoff z manuskrytem swej pracy, to jest profesor Einstein, wobec tego ja jestem niepotrzebny” – i pozostawił nas samych. Nawiasem mówiąc, Einsteinowi moja praca spodobała się, ale to nie należy teraz do rzeczy. Dość, że nastąpiła potem kolacja, na której oprócz wyżej wymienionych był również obecny cichy współtwórca ogólnej teorii względności, przyjaciel Einsteina, znacznie od niego starszy, inżynier Besso; w dyskusjach z nim – według słów samego Einsteina – powstała ogólna teoria względności. Otóż po kolacji byłem niemy świadkiem jednej z takich dyskusyj. Był cudowny czerwcowy wieczór, siedzieliśmy w półmroku na balkonie, pod nami w oddali błyszczały światła Zurychu, nad nami gwiazdy. Einstein mówił powoli, z namysłem, jakby myśląc na głos, lecz niemal bez dłuższych przerw; z rzadka tylko Besso dorzucał kilka słów, świadczących w każdym razie o tym, że podąża za biegiem jego myśli. Chociaż wówczas nie znałem jeszcze ogólnej teorii względności, pamiętam, że dyskutowali kwestię wzajemnego ruchu dwóch odległych od siebie układów inercjalnych w przestrzeniach międzygwiazdowych.

Einstein był już wówczas dyrektorem Kaiser Wilhelm Institut für Physik w Berlinie. Po dwóch z górą latach przyjechał znowu do Zurychu na dwumiesięczny cykl wykładów

o obu teoriach względności w styczniu i lipcu 1919 roku. Brał wówczas udział w konwersatoriach fizycznych (zwanych tam *Physikalisches Colloquium*), na których byłem jednym z dwóch najgorliwszych referentów i wówczas, a szczególnie na wspólnych posiedzeniach w kawiarni, odbywających się po każdym konwersatorium, miałem sposobność bliższego kontaktowania się z Einsteinem. Sława Einsteina rozeszła się już wówczas po całym świecie. Kilka lat przedtem w r. 1911 w Pradze, Einstein miał na swych wykładach tylko trzech słuchaczy. O dwóch się już przekonał, że nic nie rozumieją, unikał więc jak ognia rozmowy z trzecim, aby zachować chociażby iluzję, że nie wyklada do pustej sali. Teraz w Zurychu takie tłumy przybyły na jego pierwszy wykład, że z sali wykładowej fizyki teoretycznej publiczność przeniesiono najpierw do głównej sali wykładowej fizyki doświadczalnej, a gdy i ta okazała się za mała – do auli. Czy wszyscy z obecnych byli dostatecznie przygotowani do słuchania wykładu, nie wiem, w każdym razie byli to solidni Szwajcarzy, tak że frekwencja utrzymała się aż do końca na tym samym poziomie. Przekonałem się, że Einstein wyklada świetnie, spokojnie, konsekwentnie, szczegół za szczegółem, z łatwością można śledzić za biegiem jego myśli; podobnie do Bohra, który mówi zresztą znacznie bardziej nerwowo, obrazowe ruchy jego rąk pomagają w zrozumieniu i świadczą o tym, jak konkretnie sobie Einstein wyobraża wszystko, o czym wyklada.”

Te kontakty z Einsteinem miały z pewnością wpływ na dalszą pracę naukową Weysenhoffa. Po powrocie w 1919 r. do Polski i nominacji na stanowisko profesora fizyki teoretycznej w Uniwersytecie Wileńskim, Weysenhoff pracował nad podstawami teorii względności i wyniki swoich badań ogłosił w czterech pracach. W 1935 r. został mianowany profesorem fizyki teoretycznej w Uniwersytecie Jagiellońskim w Krakowie. Przed objęciem tego stanowiska wyjechał na trzymiesięczny pobyt do Institut of Advanced Study do Princeton, gdzie ponownie spotkał się z Einsteinem. Pisał o tym:

„Trzecie moje spotkanie z Einsteinem, w roku 1935 w Princeton pod New Yorkiem, było najkrótsze, ale historia nawiązująca do niego jest najdłuższa. Przy pierwszym spotkaniu Einstein, zdaje mi się, nie poznał mnie, ale już następnego dnia widocznie sobie mnie przypomniał, gdyż już z daleka kiwał do mnie na popołudniowej kawo-herbatce w Instytucie Studiów Zaawansowanych (Institute of Advanced Study), zaprosił mnie następnie do swego gabinetu na dłuższą rozmowę i wyłożył mi przy sposobności ogólne wytyczne swej najnowszej teorii; na tablicy były już z góry wypisane wszystkie potrzebne wzory. Do dzisiaj pamiętam ten „prywatny wykład” Einsteina, tak jak gdyby odbył się kilka tygodni temu. Einstein streścił w nim dopiero co ukończoną pracę, wykonaną wspólnie z Rosenem, dotyczącą materii w polu grawitacyjnym jako miejsca w którym znika wyznacznik g współczynników $g_{\mu\nu}$ tensora metrycznego. Wyszedłem po tej rozmowie jak oszołomiony, głęboko oczywiście przekonany – przynajmniej na razie – o słuszności i niepowszednim znaczeniu nowej teorii. Już wkrótce potem Einstein sam uznał tę (nadzwyczaj zresztą ciekawą) próbę za nieudaną i bez wahania porzucił ją...”¹¹¹

W Krakowie Wyssenhoff pracował z Mathissonem, a później ze swoimi uczniami nad relatywistyczną teorią cząstek spinowych.

10. LEOPOLD INFELD

Fizykiem polskim utrzymującym najdłużej i najściślej kontakty i współpracę z Einsteinem był Leopold Infeld (1898–1918)¹¹². Urodzony w Krakowie, studiował cztery lata fizykę w Uniwersytecie Jagiellońskim, gdzie słuchał wykładów profesora Władysława Natansonu w 1919 r., poczem wyjechał w celu ukończenia studiów do Berlina. Nie mógł jednak, z powodu panujących tam nastrojów antypolskich, zapisać się na uniwersytet berliński. Wówczas, idąc za radą jednego ze znajomych, zwrócił się osobiście do Einsteina z prośbą o pomoc¹¹³. Było to ich pierwsze spotkanie. Einstein polecił prośbę Infelda Planckowi, którego poparcie pozwoliło Infeldowi zapisać się na roczne studia w uniwersytecie berlińskim.

Po powrocie do Krakowa Infeld przedstawił profesorowi Natansonowi swoją, napisaną w Berlinie (w języku polskim), pracę doktorską pt. *Fale świetlne w teorii względności*¹¹⁴ na podstawie której uzyskał w 1921 w Uniwersytecie Jagiellońskim stopień doktora¹¹⁵.

Przez następne szesnaście lat Infeld utrzymywał luźny kontakt listowny z Einsteinem. Gdy miało się ukazać tłumaczenie na język angielski popularno-naukowej książki Infelda *Nowe drogi nauki* (o mechanice kwantowej) Einstein na prośbę Infelda napisał przedmowę do tego tłumaczenia. Ukazało się ono w 1934 r. pod tytułem *The World in Modern Science: Matter and Quanta*¹¹⁶.

Następne, trwające kilka lat kontakty i współpraca naukowa Infelda z Einsteinem rozpoczęły się w 1936 r.¹¹⁷. Einstein był wtedy profesorem Instytutu Studiów Zaawansowanych (Institute of Advanced Study) w Princeton. Infeld, wówczas docent Uniwersytetu Lwowskiego, otrzymał w 1936 r., dzięki staraniom Einsteina, roczne stypendium w tym instytucie. Przyjechał do Princeton we wrześniu tegoż roku i zaczął wraz z Einsteinem i Baneshem Hoffmannem pracować nad zagadnieniem otrzymywania równań ruchu ciał ciężkich z równań pola grawitacyjnego. Wynikiem tych badań była publikacja pt. *Równania grawitacyjne i zagadnienie równań ruchu*¹¹⁸, ogłoszona w 1938 r., zwana od inicjałów nazwisk autorów pracą *EIH*. W pracy tej rozważano pole grawitacyjne w próżni z osobliwościami, reprezentującymi ciała ciężkie, mające skończone masy. (Żadna z nich nie musiała być cząstką próbną.) Autorzy wyprowadzili najpierw równanie pola grawitacyjnego (poza jego osobliwościami), w przybliżeniu ruchów osobliwości, powolnych wobec prędkości światła c . Założenie powolności ruchów osobliwości umożliwiło autorom sformułowanie „nowej metody przybliżeń” (*new approximation method*), polegającej na tym, że składowe tensora metrycznego rozwijano na szeregi według potęg $1/c$. Metoda ta pozwalała przesuwac pochodne względem czasu do dalszych przybliżeń. Stosując tę metodę do równań pola grawitacyjnego i przyjmując jako zerowe przybliżenie teorię newtonowską, autorzy obliczyli pole grawitacyjne w przybliżeniu pozanewtonowskim.

Mając to pole autorzy wyprowadzili równania ruchu osobliwości dla układu dwóch ciał. Osobliwości te otoczyli dwuwymiarowymi powierzchniami w przestrzeni trójwymiarowej. Warunki całkowalności równań pola w przybliżeniu pozanewtonowskim pozwoliły na wyprowadzenie równań ruchu osobliwości najpierw w przybliżeniu newtonowskim, a potem pozanewtonowskim. Te ostatnie równania ruchu, wyprowadzone w pracy *EIH*, scałkował H.P. Robertson¹¹⁹ dla przypadku układu złożonego z masy ciężkiej i ciała próbnego. Otrzymał ruch perihelium Merkurego zgodny ze znanym już ruchem obliczonym z równania geodytyki.

W trakcie wykonywania rachunków Infeld starał się, przy poparciu Einsteina, o przedłużenie stypendium na następny rok, spotkał się jednak z odmową. Wówczas zaproponował Einsteinowi napisanie wspólnej książki popularnonaukowej, z której dochód zapewniłby mu możliwość przedłużenia pobytu w Princeton jeszcze przez następny rok. Einstein wyraził zgodę i tak powstała książka pt. *Ewolucja fizyki*¹²⁰. Dochód z tej książki pozwolił Infeldowi na pozostanie w Princeton i na dalszą współpracę z Einsteinem i Hoffmannem. Infeld pozostał w Princeton do ukończenia pracy *EIH*.

W lecie 1939 Infeld wyjechał z Princeton i objął stanowisko profesora fizyki teoretycznej w Uniwersytecie w Toronto. Kontynuował współpracę z Einsteinem poprzez wymianę listów oraz podczas krótkich okresów czasu, gdy odwiedzał Einsteina w Princeton. Rezultatem tej współpracy były ich wspólne publikacje z 1940 r. i 1949 r.¹²¹, będące kontynuacją pracy *EIH*, pt. *Równania grawitacyjne i zagadnienie ruchu II* (1940) i *O ruchu cząstek w ogólnej teorii względności* (1949).

W pracach tych rachunki przeprowadzono inaczej niż w pracy *EIH*, nie w szczególnie obranych układach odniesienia, lecz w ogólnych układach współrzędnych. Udoskonalono metody przybliżeń. Polegały one na wprowadzeniu do pola fikcyjnych dipolowych pól grawitacyjnych, co ułatwiało bardzo rozwiązanie równań ruchu. Następnie pola te, jako nie mające znaczenia fizycznego usuwano. Rachunki w pracy z 1949 były tak żmudne, że nie zostały podane w publikacji, w której zaznaczono jedynie, że manuskrypt rachunków znajduje się w Institute of Advanced Study w Princeton.

W 1950 r. Infeld wrócił z Kanady do Polski, gdzie objął stanowisko profesora fizyki teoretycznej w Uniwersytecie Warszawskim i stał się założycielem warszawskiej szkoły teorii względności. Pod kierunkiem Infelda badano tu też problemy otrzymywania równań ruchu z równań pola grawitacyjnego. Wspomniemy tu pracę Infelda¹²² z 1954 r. *O ruchu ciał w ogólnej teorii względności*, będącą kontynuacją omawianych prac z 1938, 1940 i 1948 r.

Dzięki zastosowaniu funkcji delta Diraca i dzięki skorzystaniu z prawa zachowania energii i pędu i użyciu w rachunkach tensora energii-pędu Infeld znacznie uprościł w pracy z 1954 r. bardzo trudne i mozolne rachunki poprzednich trzech

prac do tego stopnia, że mogły być opublikowane w niezbyt długiej, 17-stronicowej rozprawie.

Wspomnijmy jeszcze, że Einstein napisał z własnej inicjatywy przedmowę do tłumaczenia książki Infelda o Ewaryście Galois pt. *Wybrańcy bogów* (tłumaczenie angielskie pt. *Whom the Gods Love* wyszło w 1948 r.).

W ciągu następnych lat Infeld utrzymywał z Einsteinem kontakt listowny. Dziewiętnaście listów Einsteina Infeld ogłosił w pamiętniku *Moje wspomnienia o Einsteinie*¹²³. Infeld cytował tam oryginalne teksty listów Einsteina w języku niemieckim oraz podawał ich tłumaczenia na język polski. Zacytujmy tłumaczenie Infelda dwóch listów Einsteina. W liście noszącym datę 18.11.1952 Einstein pisał: „... Pytał mnie Pan o sprawy naukowe, mianowicie o teorię pola. W tej chwili nie mam o tym nic drukowanego. Jest jednak tak, że wewnętrzne trudności i alternatywy są w zupełności usunięte... Możliwość porównania z faktami należy, niestety, do dalekiej przyszłości”.

W 1955 r. Infeld prosił listownie Einsteina o przybycie do Berlina na wykłady w związku z 50-tą rocznicą powstania teorii względności. Einstein odpisał wtedy¹²⁴ (z datą 17 stycznia 1955 r.):

„Jestem niestety – albo mogę powiedzieć – dzięki Bogu nie dość zdrowy aby ukazywać się z takich oficjalnych powodów. Zdaje mi się, że byłoby pięknie, gdyby Pan w swoim kazaniu wyjaśnił, że punkt ciężkości teorii tkwi w ogólnej zasadzie względności. Bo większość współczesnych fizyków jeszcze tego nie zrozumiała.”

Był to ostatni list do Infelda, napisany przez Einsteina na trzy miesiące przed jego śmiercią. Wykład, o którym pisał w tym liście Einstein, *O równaniach ruchu*, wygłosił Infeld¹²⁵ w Berlinie dnia 19 marca 1955 r.

11. LUDWIK SILBERSTEIN

Ludwik Silberstein (1872–1948)¹²⁶, urodzony w Warszawie, studiował w Krakowie, Heidelbergu i w Berlinie, gdzie w 1894 r. uzyskał doktorat. W latach 1895–1897 pełnił obowiązki asystenta fizyki w Uniwersytecie Lwowskim, potem w latach 1899–1904 był wykładowcą Uniwersytetu w Bolonii, a od 1904 r. do 1920 r. w Rzymie. W 1920 r. przeniósł się do Anglii i wkrótce do Stanów Zjednoczonych, gdzie podjął jako fizyk pracę w firmie Kodak. Pełnił ją do 1929 r. Od 1930 r. aż do śmierci w 1948 r. był doradcą tej firmy.

W latach pobytu w Stanach Zjednoczonych wykładał teorię względności w Cornell University i w uniwersytetach w Chicago i Toronto. Pracował naukowo w fizyce statystycznej, teorii względności i optyce. W dziedzinie teorii względności ogłosił podręczniki *Theory of Relativity* w 1914 r. oraz w 1930 r. monografię *The Size of the Universe*.

Silberstein utrzymywał do 1914 r. kontakt z fizyką polską. Swoją pracę, napisaną w języku angielskim, o sformułowaniu kwaternionowym szczególnej

teorii względności ogłosił również w języku polskim. Napisał w języku polskim podręcznik pt. *Elektryczność i magnetyzm*, oceniony przez Smoluchowskiego wyżej, niż powszechnie wtedy używany podręcznik Abrahama. Zapowiedziane też było tłumaczenie podręcznika Silbersteina *Theory of Relativity* na język polski, które jednak nie doszło do skutku z powodu wybuchu wojny w 1914 r.

Wobec teorii względności Silberstein zachowywał stanowisko krytyczne, czego jednym z dowodów był jego spór z Einsteinem, który będzie jednym z tematów tego rozdziału. Historię kontaktów naukowych Silbersteina z Einsteinem, jak również historię wspomnianego sporu przedstawiamy w oparciu o artykuł P. Havasa¹²⁷ pt. *Zagadnienie dwóch ciał w ogólnej teorii względności i spór Einsteina z Silbersteinem*.

Korespondencja Silbersteina z Einsteinem rozpoczęła się w 1918 r. Odnosiła się w dużej mierze do teorii względności, lecz dotyczyła również innych, społecznych zagadnień. Obaj spotkali się na wiosnę 1921 r. w Princeton, a prawdopodobnie też w Chicago, gdy Einstein udał się do Stanów Zjednoczonych, aby tam przeprowadzić rozmowy w sprawie syjonizmu.

W jesieni tegoż roku profesor Gale, dziekan Wydziału Nauk Ścisłych Uniwersytetu w Chicago, złożył w porozumieniu z Millikanem, Einsteinowi nęcącą propozycję objęcia kierownika studiów i badań naukowych w dziedzinie fizyki teoretycznej w Uniwersytecie Chicagowskim, proponując też Silbersteinowi stanowisko profesora fizyki teoretycznej, współpracującego z Einsteinem. Propozycję Gale'a przekazał Einsteinowi Silberstein, który w liście do Einsteina podkreślał, że atmosfera intelektualna i towarzyska w uniwersytecie w Chicago była bardzo przychylna Einsteinowi, w przeciwieństwie do wrogich Einsteinowi i teorii względności nastrojów panujących w niektórych kołach naukowych i środowiskach politycznych w powojennych Niemczech. Einstein nie przyjął jednak tej propozycji nie chcąc zrywać więzów naukowych i towarzyskich, łączących go z Berlinem, nie zamierzając zmieniać środowiska, w którym dotychczas żył.

Po odmowie Einsteina przeniesienia się do Chicago korespondencja między nim a Silbersteinem stała się przez kilka następnych lat mniej intensywna. Z listów Silbersteina tego okresu widoczny jest jego wielki szacunek dla Einsteina.

Po dojściu Hitlera do władzy w Niemczech Einstein przeniósł się w 1933 r. do Stanów Zjednoczonych i został profesorem w Princeton. W tym roku rozpoczął się spór Einsteina z Silbersteinem. Spór dotyczył podstawowego w ogólnej teorii względności zagadnienia wyprowadzenia równań ruchu cząstki w polu grawitacyjnym z równań pola ogólnej teorii względności.

Historia zagadnienia wyprowadzenia równań ruchu cząstki z równań pola grawitacyjnego została wyczerpująco przedstawiona w innym artykule P. Havasa¹²⁸ pt. *Wczesna historia ruchu w ogólnej teorii względności*. Havas zwrócił uwagę na panujące od wielu lat błędne przekonanie, rozpowszechnione wśród fizyków i historyków nauki, że zagadnienie wyprowadzenia równań ruchu cząstki z równań pola grawitacyjnego zostało po raz pierwszy postawione przez Einsteina

i Grommera¹²⁹ w 1927 r. w pracy pt. *Ogólna teoria względności i prawo ruchu*. Nad zagadnieniem tym pracowali, jak wykazał Havas, już od 1919 r. m.in. J. Droste, A. Eddington, T. de Donder i H. Weyl. Z badaniem ruchu w ogólnej teorii względności związane było zagadnienie rozwiązania statystycznego równań pola grawitacyjnego dla układu dwóch ciał ciężkich. Problem ten stał się przyczyną sporu Silbersteina z Einsteinem. Spór ten przedstawimy, opierając się na wspomnianym artykule Havasa.

Zwróćmy najpierw uwagę na pracę Weyla¹³⁰, który w związku z zagadnieniem ruchu w ogólnej teorii względności badał dokładne statystyczne rozwiązanie równań pola grawitacyjnego dla układu dwóch ciał dających się oddzielić od siebie otwartą powierzchnią (a więc nie leżących jedno wewnątrz drugiego). Weyl stwierdził, że, podobnie jak w mechanice newtonowskiej dwa ciężkie ciała, oddziaływujące tylko grawitacyjnie, nie mogą znajdować się w równowadze. Aby je utrzymać w spoczynku względem siebie, potrzebne jest jeszcze wprowadzenie napięć, choćby w postaci sprężystego pręta (podpórki) pozwalającego utrzymać te ciała w równowadze.

W 1924 r. H.E.J. Curzon¹³¹ podał dokładne rozwiązanie statystyczne równań pola dla układu dwóch ciał ciężkich, jako układu dwóch nieruchomych osobliwości. Nie spostrzegł jednak, że wtedy oprócz tych osobliwości musi istnieć jeszcze osobliwość na łączącym je odcinku (odpowiadająca konieczności umieszczenia pręta między nimi lub wprowadzenie innych niż grawitacja sił, na przykład elektrycznych).

Silberstein powtórzył błąd Curzona, nie wiedząc zresztą o jego pracy. Znalazł to samo wyrażenie na pole statyczne dwóch osobliwości co Curzon twierdząc, że nie ma tu innych osobliwości niż dwie, przedstawiające dwa ciała ciężkie. Wobec tego, że równania pola grawitacyjnego posiadają rozwiązania fizycznie niedopuszczalne, ogólna teoria względności, a zwłaszcza równania pola grawitacyjnego, powinny być zmienione. Wyniki swoje Silberstein przesłał przed zamierzoną publikacją Einsteinowi w liście¹³² z dnia 3.12.1933. List ten wywołał paroletnią wymianę korespondencji i spór Silbersteina z Einsteinem na temat własności pola grawitacyjnego układu dwóch ciał. Spór ten i wymiana korespondencji przedstawiony jest w szczegółach w wymienionym już artykule Havasa¹³³, dlatego ograniczymy się, w oparciu o ten artykuł, do krótkiego omówienia polemiki.

Einstein w liście¹³⁴ do Silbersteina nie zgodził się ze wspomnianym rezultatem Silbersteina twierdząc, że na odcinku łączącym oba ciała ciężkie (których ośrodki traktowane są jako osobliwości punktowe), pole grawitacyjne posiada osobliwość. Objawia się to chociażby przez fakt, że stosunek obwodu do promienia małego koła obejmującego ten odcinek nie dąży do 2π . Einstein jednak pomylił się w rachunku, na co zwrócił mu uwagę w następnym liście Silberstein. Wtedy Einstein przyznał Silbersteinowi słuszność i próbował wraz z Natanem Rosenem¹³⁵ zmodyfikować równania pola grawitacyjnego; próba ta nie była zresztą kontynuowana.

Silberstein przygotował w jesieni 1935 r. publikację zawierającą wyniki swojej pracy o układzie dwóch ciał. Listem¹³⁶ z dnia 23.09.1935 poprosił Einsteina o opinię, lecz nie czekając na odpowiedź Einsteina wysłał pracę do „Physical Review”¹³⁷ (gdzie została przyjęta i opublikowana) i zawiadomił o tym Einsteina. Einstein w następnym liście odpisał, że uważa wyniki Silbersteina za błędne i odradzał mu publikację. Przy tym przesłał Silbersteinowi rachunek, w którym jednak powtórzył swój błąd z poprzedniego listu. Odpowiadając Einsteinowi Silberstein porzucił swój uprzejmy ton pisząc, że Einstein już przedtem uznał poprawność tego wyniku. List ten pobudził Einsteina do zajęcia się tą sprawą na serio. Przesłał Silbersteinowi list, w którym pokazał, gdzie tkwił błąd Silbersteina. Silberstein nie uznał jednak znowu rozumowania Einsteina. Po ponownej wymianie listów Einstein oświadczył, że nie będzie dalej prowadził polemiki i przestał odpowiadać na listy Silbersteina, które były coraz ostrzejsze w tonie, tym bardziej, że w sprawę wdali się dziennikarze i w prasie ukazały się artykuły, w których z jednej strony pisano, że Silberstein obala teorię względności, a z drugiej przypisywano Einsteinowi i Rosenowi epitety zamieszczone pod adresem Silbersteina w ich liście do „Physical Review”, których w tym liście nie było. To powodowało rosnącą irytację Silbersteina.

Spór zakończył list Einsteina i Rosena do „Physical Review”¹³⁸, w którym zostało podane prawidłowe rozwiązanie problemu, oraz list Einsteina do Silbersteina, w którym Einstein stwierdził, że po opublikowaniu wspomnianej wyżej pracy Silbersteina¹³⁹ w „Physical Review” uważał za konieczne poprawić tkwiący w niej błąd. Ujęty przyjaznym i spokojnym tonem tego listu Silberstein listem¹⁴⁰ z 17 marca tegoż roku przeprosił Einsteina i dalsza ich korespondencja, dotycząca w dalszym ciągu głównie zagadnienia pola grawitacyjnego jednego i dwóch ciał oraz zastrzeżeń Silbersteina do metody Einsteina, Infelda i Hoffmanna odbywała się w tonie spokojnym i przyjaznym.

Przedstawienie tego sporu zakończymy uwagą Havasa, który stwierdził, że choć Silberstein popełnił zasadniczy błąd, Einstein też, zwłaszcza na początku polemiki, niezupełnie miał rację, gdyż jego niechęć do osobliwości powodowała, że w dyskusji zmieniał swoje stanowisko i nie dał od razu rozstrzygającej odpowiedzi. Obszerna korespondencja Einsteina i Silbersteina oraz związane z nimi publikacje, chociaż rzuciły światło na sposoby myślenia i charaktery przeciwników w tym sporze, nie dodały zasadniczo niczego do wyjaśnienia zagadnień dwóch cząstek.

Zagadnieniem dwóch ciał i osobliwościami w ogólnej teorii względności zajmowano się jednak dalej. Spośród pozycji literatury cytowanych przez P. Havasa zwracamy uwagę czytelnika na dwa artykuły G. Szekeresa¹⁴¹ o własnościach układów dwóch cząstek, oraz N. Schleifera¹⁴² o osobliwościach rozmaitości riemannowskich.

12. MYRON MATHISSON

Myron Mathisson (1897–1940)¹⁴³, urodzony w Warszawie, studiował w latach 1920–1924 fizykę w Uniwersytecie Warszawskim. Po ukończeniu studiów, utrzymując się z dorywczych prac, zajmował się fizyką teoretyczną, a przede wszystkim zagadnieniem otrzymywania ruchu cząstek z równań pola grawitacyjnego. Pierwszą pracą z tej dziedziny pt. *Prawa bezwładności w ogólnej teorii względności*¹⁴⁴ ukończył w 1927. (Zauważmy, że w tymże roku ukazała się praca¹⁴⁵ Einsteina i Grommera, w której autorzy wyprowadzili równania ruchu cząstek z równań pola grawitacyjnego.)

Mathisson wyprowadził we wspomnianej pracy również równania geodetyki z równań pola grawitacyjnego, stosując jednak metodę inną niż Einstein i Grommer. Metoda Mathissona była wzorowana na podejściu Weyla¹⁴⁶ (z 1923 r.) do zagadnienia wyprowadzenia równań ruchu z równań pola grawitacyjnego (choć Mathisson w publikacji Weyla nie cytował).

Mathissona uznał linie świata punktów materialnych w czasoprzestrzeni za osobliwości pola grawitacyjnego. Każdą z linii osobliwych otoczył rurką czasoprzestrzenną i poza tymi rurkami rozłożył tensor metryczny $g_{\mu\nu}$ na sumę tensora opisującego „tło grawitacyjne” (najczęściej w zastosowaniach jest to tensor metryczny szczególnej teorii względności) oraz tensora metrycznego słabego pola grawitacyjnego, opisującego odstępstwo od tła w sąsiedztwie rurek. Poza rurką to słabe pole spełnia w pierwszym przybliżeniu pewne (wynikające z równań pola grawitacyjnego) równanie różniczkowe cząstkowe, w którym występuje tensor energii i pędu cząstki. Do równań tych dołącza się „warunek normalizacyjny”, narzucony przez znikanie czterodwergencji tensora energii i pędu. Następnie, zamiast uważać (jak zrobili to Einstein i Grommer) linię świata, na której tensor energii i pędu ma osobliwość, za osobliwą linię pola grawitacyjnego, Mathisson przedłużał zewnętrzny tensor metryczny i tensor energii i pędu w sposób ciągły do wnętrza rurki, zastępując oba osobliwe tensory przez tensory nieosobliwe. W dalszym ciągu wprowadził dowolne czterowymiarowe pole wektorowe, znikające poza pewnym obszarem czterowymiarowym. Za pomocą tego dowolnego pola otrzymał z równań pola grawitacyjnego pewną zasadę wariacyjną dla pola grawitacyjnego, pozwalającą na zamianę całki czterowymiarowej z pewnych wyrażeń zawierających składowe tensora energii i pędu pola grawitacyjnego na całkę krzywoliniową wzdłuż linii świata cząstki i na wypisanie zasady wariacyjnej wzdłuż tej linii świata. Przyjmując dodatkowe założenie, że pole grawitacyjne ma w pewnym układzie współrzędnych symetrię sferyczną, Mathisson wyprowadził równanie geodetyki jako równanie linii świata cząstki i wykazał, że masa tej cząstki jest stała.

Po napisaniu tej pracy Mathisson napisał list¹⁴⁷ do Einsteina. (Korespondencje Mathissona z Einsteinem przedstawiamy głównie na podstawie artykułu P. Havasa¹⁴⁸.) W liście (w języku francuskim) Mathisson zwrócił się do Einsteina z prośbą

o pomoc w swoim ówczesnym trudnym położeniu materialnym obiecując równocześnie przestać w ciągu tygodnia swoją (jeszcze nieopublikowaną) pracę, którą w liście szczegółowo zreferował. W liście tym wyraził przede wszystkim krytykę metody Einsteina i Grommera¹⁴⁹, jak również i niedostateczną ścisłość metody stosowanej przez Weyla i zaznaczył, że „... moje rachunki wykazały, że można wykonać dalsze przybliżenia, nie dostarczające jednak dodatkowych równań, które pozwoliłyby zrozumieć zjawiska kwantowe”.

Tekst pracy Mathissona z 1927 r. Einstein otrzymał dopiero dwa miesiące później.

Praca ta uczyniła na Einsteinie z pewnością duże wrażenie, gdyż zaprosił Mathissona do Berlina (w liście, który się nie zachował), proponując współpracę. Mathisson uważał jednak, że nie był jeszcze przygotowany do współpracy z Einsteinem, poprosił¹⁵⁰ natomiast Einsteina listem z dnia 27 lutego 1930 o poparcie u profesora Białobrzeskiego (z Uniwersytetu Warszawskiego) w staraniach o uzyskanie doktoratu. Einstein w liście¹⁵¹ z dnia 27 lutego 1930 do profesora C. Białobrzeskiego udzielił Mathissonowi gorącego poparcia. Mathisson otrzymał stopień doktora w 1930. Równocześnie Einstein rozpoczął starania o stypendium Rockefellera dla Mathissona, nie uwieńczony jednak powodzeniem. W 1932 r. Mathisson habilitował się z fizyki teoretycznej na Uniwersytecie Warszawskim.

Po habilitacji Mathisson pozostał do 1933 r. w Warszawie, prowadząc na uniwersytecie wykłady zlecone z fizyki teoretycznej. W 1933 r. otrzymał zaproszenie do Paryża do współpracy z Jacques Hadamardem w dziedzinie równań różniczkowych cząstkowych drugiego rzędu typu hyperbolicznego. W Paryżu Mathisson spędził dwa lata. W 1935 r. Einstein, będący wówczas profesorem Instytutu Studiów Zaawansowanych w Princeton, próbował listem¹⁵² z dnia 3 listopada 1935 porozumieć się z Mathissonem za pośrednictwem Hadamarda, gdyż wówczas zaistniała możliwość zaproszenia Mathissona na rok do Princeton.

List Einsteina nie zastał jednak Mathissona w Paryżu. Mathisson właśnie wyjechał z Paryża do Warszawy a następnie do Kazania w ZSRR, gdzie przyjął stanowisko profesora w tamtejszym uniwersytecie. List Einsteina dotarł do Kazania po siedmiu miesiącach.

Mathisson odpowiedział Einsteinowi listem¹⁵³ z 23 lipca 1936, że z powodu objęcia obowiązków w Kazaniu nie będzie mógł przybyć do Princeton wcześniej niż na rok akademicki 1937/38. Gdy jednak w ZSRR rozpoczęły się czystki stalinowskie, Mathisson wrócił pospiesznie w 1938 do Warszawy. Tu, dzięki staraniom prof. Weysenhoffa, otrzymał stypendium pozwalające mu na prowadzenie pracy naukowej i przeniósł się do Krakowa. Współpraca z prof. Weysenhoffem i jego grupą w Krakowie trwała rok. Wiosną 1939 Mathisson wyjechał do Francji, a potem do Anglii, gdzie zmarł we wrześniu 1940 r. Mimo więc wysiłków Einsteina do jego współpracy z Mathissonem nie doszło.

Przypisy

Oznaczenia

AdP	Annalen der Physik.
BIAC	Bulletin International de l'Academie de Cracovie, Classe math. et nat. Serie A.
BJ	Biblioteka Jagiellońska, Kraków, sygn. rkp, nr [dział rękopisów].
EA	The Jewish National & University Library. Albert Einstein Archives, Jerusalem. Autor dziękuje kierownictwu za udostępnienie materiałów dotyczących korespondencji Marii Skłodowskiej-Curie i Alberta Einsteina.
KHNiT	Kwartalnik Historii Nauki i Techniki.
RWMP	Rozprawy Wydziału Mat.-Przyr. Akademii Umiejętności.
PF	Postępy Fizyki.
PWN	Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
PZ	Physikalische Zeitschrift.
ZfP	Zeitschrift für Physik.

¹ M. S u f f c z y ń s k i: *W stulecie Einsteina*. PF 1979 T. 30 s. 559–569.

² A. E i n s t e i n: *Zur Elektrodynamik bewegter Körper*. AdP 1905 T. 17 s. 891–921.

³ B. Ś r e d n i a w a: *History of Theoretical Physics at Jagiellonian University in XIXth Century and in the First Half of XXth Century*. „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Jagiellońskiego”. Prace Fizyczne 1985 T. 24 s. 1–238 (zob. § 3.9).

⁴ S. L o r i a: *Einstein i fizyka kwantowa*. PF 1955 T. 6 s. 501–507.

⁵ Tamże; patrz także L. I n f e l d: *Historia teorii względności*. PF 1955 T. 6 s. 489–499.

⁶ L. I n f e l d: *Albert Einstein. Jego dzieło i rola w nauce*. PWN Warszawa 1956, 179 s. (cyt. str. 65).

⁷ S. L o r i a, dz.cyt.

⁸ Tamże.

⁹ Tamże.

¹⁰ B. Ś r e d n i a w a: *Recepcja teorii względności w Polsce*. KHNiT 1985 T. 30 s. 555–584.

¹¹ L. P y e n s o n: *Einstein's Early Scientific Collaborators*. „Historical Studies in Physical Sciences” 1976 T. 7 s. 83–123; L. P y e n s o n: *The Young Einstein*. Bristol, Hilger 1985, 255 s. (cyt. str. 219–225); Zobacz przyp. 3, § 6.2 i 4.

¹² R. W. C l a r k: *Einstein. His Life and Times*. Avon, New York 1972, 610 s. (cyt. str. 141–142); L. P y e n s o n, dz.cyt. s. 145 (patrz przyp. 11).

¹³ J. L a u b: *Zur Optik bewegter Körper*. AdP 1907 T. 23 s. 738–744; t e n ż e: *Die Mitführung des Lichtes durch bewegte Körper nach dem Relativitätsprinzip*. Tamże 1907 T. 23 s. 989–990, t e n ż e: *Zur Optik bewegter Körper II*. Tamże 1908 T. 25 s. 175–184.

¹⁴ *The Collected Works of Albert Einstein. The Swiss Years. Writings 1900–1909*. Cyt. 505–509; Patrz przyp. 11; L. P y e n s o n: Einstein's..., s. 222.

- ¹⁵ A. Einstein, J. Laub: *Über die elektromagnetischen Grundgleichungen für bewegte Körper*. AdP 1908 T. 26 s. 532–540.
- ¹⁶ A. Einstein, J. Laub: *Bemerkung zur unserer Arbeit W: Über...*, j.w. Tamże 1909 T. 28 s. 445–447.
- ¹⁷ A. Einstein, J. Laub: *Über die im elektromagnetischen Felde auf ruhende Körper ausgeübte ponderomotorischen Kräfte*. Tamże 1909 T. 26 s. 541–550.
- ¹⁸ H. Minkowski: *Raum und Zeit*. ZfP 1909 T. 10 s. 104–116.
- ¹⁹ Zobacz przyp. 11 s. 222–225.
- ²⁰ Tamże s. 225.
- ²¹ Tamże s. 233.
- ²² Patrz przyp. 13.
- ²³ J. Laub: *Optyka ciał ruchomych*. „Prace Matematyczno-Fizyczne” 1908 T. 19 s. 63–75.
- ²⁴ „Wiadomości Matematyczne” 1905 T. 9 s. 134–189.
- ²⁵ RWMP 1907 T. 7 s. 29–54.
- ²⁶ L. Klecki: *Józef Wierusz Kowalski*. „Sprawozdania i Prace PTF” 1929 T. 4 s. 1–11; B. Średniawa, S. Zabięło: *Kowalski Józef Wierusz*. Polski Słownik Biograficzny 1968 T. 14 s. 558–560.
- ²⁷ J. Kowalski: BIAC 1908 s. 748–764; J. Kowalski: BIAC 1910 s. 12–16; J. Kowalski: BIAC 1910 s. 17–22.
- ²⁸ Zobacz przyp. 11 s. 221–222.
- ²⁹ Jw. s. 416.
- ³⁰ A. Teske: *Marian Smoluchowski, jego życie i dzieło*. PWN Warszawa 1955, 279 s.; S. Chandrasekhar, M. Kac, R. Smoluchowski: *Polish Men of Science. Marian Smoluchowski*. Red. R.S. Ingarden. PWN Warszawa 1986, 139 s.; Zobacz także przyp. 3 § 47.
- ³¹ A. Einstein: *Über die von der molekularkinetischen Theorie geforderte Bewegung von in Flüssigkeiten suspendierten Teilchen*. AdP 1905 T. 17 s. 529–556.
- ³² A. Einstein: *Zur Theorie der Brownschen Bewegung*. AdP 1906 T. 19 s. 371–381.
- ³³ M. Smoluchowski: *Zur kinetischen Theorie der Brownschen Molekularbewegung und der Suspensionen*. AdP 1906 T. 21 s. 576–581.
- ³⁴ Tamże.
- ³⁵ Tamże.
- ³⁶ List Einsteina do Smoluchowskiego. Biblioteka Jagiellońska Kraków BJ 4914 III, 189. (Cała korespondencja między Einsteinem i Smoluchowskim była prowadzona w języku niemieckim).
- ³⁷ List Smoluchowskiego do J. Perrina, (brudnopis) w języku francuskim, BJ 9005 III 124.
- ³⁸ A. Einstein: *Marian Smoluchowski*. „Die Naturwissenschaften” 1917 T. 5 s. 737–738.
- ³⁹ Zobacz przyp. 14 s. 217.
- ⁴⁰ Zobacz przyp. 32.

⁴¹ M. Smoluchowski: *Experimentell nachweisbare, der üblichen Thermodynamik widersprechende Phänomene*. PZ 1912 T. 13 s. 1069–1080.

⁴² M. Smoluchowski: *Einige Beispiele Brownscher Molekularbewegung unter Einfluss äusserer Kräfte*. BIAC 1913 s. 418–434.

⁴³ W. Gerlach, E. Lehrer: *Über die Messung der rotatorischen Brownschen Bewegung mit Hilfe einer Drehwaage*. „Naturwissenschaften” 1927 T. 15 s. 15.

⁴⁴ E. Kappler. AdP 1931 T. 11 s. 333–356. Tamże 1932 T. 11 s. 333–356. Tamże 1938 T. 31 s. 377–397. Tamże 1938 T. 31 s. 619–632.

⁴⁵ B. Średniawa: *Marian Smoluchowski's Collaboration with Experimentalists in the Investigations of Brownian Motion and Density Fluctuations*. „Universitatis Iagelonicae Folia Physica” 1991 T. 23 s. 1–46.

⁴⁶ M. Smoluchowski: *Über Unregelmässigkeiten in der Verteilung von Gasmolekülen und deren Einfluss and Entropie und Zustandsgleichung*. Boltzmann-Festschrift, Leipzig 1904, s. 626–641. Thumaczenie polskie w: *Wkład polskich uczonych do fizyki statystyczno-molekularnej*. Red. T. Piech. Ossolineum Wrocław 1962, 280 s. (cyt. s. 115–128).

⁴⁷ M. Smoluchowski: *Kinetische Theorie der Opaleszenz von Gasen im kritischen Zustande sowie einiger verwandten Erscheinungen*. AdP 1907 T. 25 s. 205–226. Też w języku polskim: RWMP 1907 T. 47 s. 179–198.

⁴⁸ A. Pais: *Subtle is the Lord...* Oxford University Press, New York 1982, 552 s. (cyt. s. 203).

⁴⁹ A. Einstein: *Theorie der Opaleszenz von homogenen Flüssigkeiten und Flüssigkeitsmischungen in der Nähe des kritischen Zustandes*. AdP 1910 T. 33 s. 1275–1298.

⁵⁰ M. Smoluchowski: *Beitrag zur Theorie der Opaleszenz von Gasen im kritischen Zustande*. BIAC 1911 s. 495–502.

⁵¹ H. Kamerlingh-Onnes, W.H. Keesom: *Communication from the Physical Laboratory*. Leiden 1908 No 104 s. 15. W. Keesom. AdP 1911 T. 35 s. 591.

⁵² Zobacz przyp. 50.

⁵³ W. Natanson: *Note on the Theory of Dispersion in Gaseous Bodies*. BIAC 1909 s. 915–923.

⁵⁴ BJ 9414 III, 190.

⁵⁵ BJ 9412, 39.

⁵⁶ M. Smoluchowski. „Prace Matematyczno-Fizyczne” 1914 T. 25 s. 187–263.

⁵⁷ L.S. Ornstein, F. Zernicke. „Proc. Sci. Amst.” 1914 T. 17 s. 793, 1916 T. 18 s. 1321; PZ 1918 T. 19 s. 134. Tamże 1926 T. 27 s. 761.

⁵⁸ H.E. Stanley: *Introduction to Phase Transitions and Critical Phenomena*. Clarendon Press, Oxford 1971; L. Reichel: *Modern Course in Statistical Physics*. University of Texas Press, Austin 1980.

⁵⁹ BJ 9414 III, 191.

⁶⁰ Tamże 9414 III, 194.

⁶¹ Tamże 9414 III, 194.

⁶² Tamże 9414 III, 193.

⁶³ List w posiadaniu dra A. Teskiego w Lublinie.

⁶⁴ M. S m o l u c h o w s k i : *Drei Vorträge über Diffusion, Brownsche Bewegung und Koagulation von Kolloidteilchen*. PZ 1918 T. 17 s. 557–571, 587–599.

⁶⁵ Zobacz przyp. 56 § 10.

⁶⁶ BJ 2914 III 126.

⁶⁷ Collected Papers of Albert Einstein, Boston, Doc. 382. Autor dziękuje za pozwolenie zacytowania i przetłumaczenia wyjątków tego listu:

Hochverehrter Herr Professor, Ihren Brief von 23.IX., der mir so warme und tief gefühlte Worte brachte, hätte ich schon lange beantwortet sollen... Sie kennen ihn ja persönlich in seiner ganzen, jugendlicher Lebensfrische und Lebensfreude... Ich weiss nicht ob Sie seine Photographie besitzen... wir hatten hier eine von Ihnen noch von Prag... Das waren schöne Tage damals...

⁶⁸ Tamże 9422 III.

⁶⁹ List w posiadaniu A. Teskiego.

⁷⁰ Zobacz przyp. 30 i 38.

⁷¹ C. S e l i g : *Albert Einstein. Leben und Werk eines Genius unserer Zeit*. Europa Verlag, Zürich 1966, 446 s. (cyt. s. 159).

⁷² Zobacz przyp. 12 s. 209.

⁷³ EA 8–422. Zob też przyp. 12 s. 162.

⁷⁴ Tamże s. 156.

⁷⁵ EA 8–430. (Wszystkie listy Einsteina do Marii Curie były pisane w języku niemieckim, listy Marii Curie do Einsteina w języku francuskim).

⁷⁶ Tamże.

⁷⁷ Zobacz przyp. 12 s. 157.

⁷⁸ Ewa C u r i e : *Maria Curie*. Wyd. Przeworskiego, Warszawa 1979, 439 s. (cyt. s. 318).

⁷⁹ Zobacz przyp. 12 s. 278; F. G i r o u d : *Maria Skłodowska-Curie*. PIW Warszawa 1987. (cyt. s. 240).

⁸⁰ EA 34–773.

⁸¹ Zobacz p. 12 R. 13.

⁸² EA 34–678 I.

⁸³ EA 34–769. Zobacz też przyp. 81.

⁸⁴ EA 34–773.

⁸⁵ EA 34–775.

⁸⁶ EA 34–776.

⁸⁷ EA 34–403.

⁸⁸ EA 34–804.

⁸⁹ EA 34–104.

⁹⁰ EA 34–403; EA 34–104.

⁹¹ A. E i n s t e i n : *Tribute to Marie Curie*. „New York Times”, 15 sierpnia 1934; A. E i n s t e i n : *Marie Curie in Memoriam*. Out of My Years. Philosophical Library. New York 1950. (Zob. też przyp. 1 s. 563.)

⁹² J. W e y s s e n h o f f : *Władysław Natanson*. „Acta Physica Polonica” 1937 T. 6 s. 295–302. Zobacz też przyp. 3 §§ 3.7, 4.2, 5.1.

⁹³ L. I n f e l d : *Moje wspomnienie o Einsteinie*. Iskry Warszawa 1956, 149 s. (cyt. s. 7).

⁹⁴ Informacje uzyskane od wnuczki prof. Natansona, p. dr Zofii Grodzińskiej-Zachwiei.

⁹⁵ BJ 2914 III, 121, 122, 124, 126, 127.

⁹⁶ BJ 2914 III, 122.

⁹⁷ BJ 2914 III, 126.

⁹⁸ M. S u f f c z y ń s k i : *Mieczysław Wolfke (w 75 rocznicę śmierci)*. PF 1976 T. 23 s. 559–604; W. Ł a n i e c k i : *Mieczysław Wolfke (1883–1947)*. KHNiT 1976 T. 21 s. 545–553.; R.S. I n g a r d e n : *Mieczysław Wolfke, Wojciech Rubinowicz i początki optyki kwantowej*. „Studia i Materiały z Dziejów Nauki Polskiej” 1979 T. 23 s. 13–18; K. W o l f k e : *Wspomnienia o Ojcu, Mieczysławie Wolfkem*. PF 1980 T. 31 s. 551–558; M. S u f f c z y ń s k i : *Stulecie urodzin Mieczysława Wolfkego*. PF 1983 T. 34 s. 333–335.

⁹⁹ Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Archiwum No 513 z 25.05.1913.

¹⁰⁰ M. W o l f k e : *Allgemeine Theorie selbstleuchtender und nichtselbstleuchtender Objekte*. AdP 1912 T. 39 s. 569.

¹⁰¹ Archiwum Uniwersytetu w Zurychu 1914, nie sygnowane.

¹⁰² M. W o l f k e : *Über die Möglichkeit der optischen Abbildung von Molekulargittern*. PZ 1912 T. 22 s. 375.

¹⁰³ A. J o f f e : *Zur Theorie der Strahlungserscheinungen*. AdP 1911 T. 36 s. 543–552.

¹⁰⁴ M. W o l f k e : *Zur Quantentheorie*. „Verl. d. Deutschen Physikalischen Gesellschaft” 1913 T. 15 s. 1123, 1215; T. 16 1914 s. 4.

¹⁰⁵ M. W o l f k e : *Welche Strahlungsformel folgt aus der Annahme der Lichtatome?* PZ 1914 T. 15 s. 308–310.

¹⁰⁶ M. W o l f k e : *Einsteinsche Lichtquanten und räumliche Struktur der Strahlung*. PZ 1921 T. 22 s. 123; M. W o l f k e : *Bemerkung zu „Statistische Deutung der Einsteinschen Ableitung des Planckschen Gesetzes”*. ZfP 1930 T. 61 s. 725–726.

¹⁰⁷ List w archiwum PAN w Warszawie.

¹⁰⁸ Oryginał listu jest w posiadaniu prof. K. Wolfkego we Wrocławiu.

¹⁰⁹ B. Ś r e d n i a w a : *Jan Weysenhoff (1889–1972)*. PF 1972 T. 23 s. 461–469. Zob. też przyp. 4, rozdziały 7–9.

¹¹⁰ J. W e y s s e n h o f f . PF 1955 T. 6 s. 481–488.

¹¹¹ Zachowane notatki J. Weysenhoffa ze wspomnianych wykładów Einsteina znajdują się w Archiwum Oddziału Krakowskiego PAN, w dokumentach J. Weysenhoffa.

¹¹² E. I n f e l d , I. B i a ł y n i c k i - B i r u l a , A. T r a u t m a n : *Polish Men of Science. Leopold Infeld. His Life and Scientific Work*. PWN Warszawa 1978, 180 s.

¹¹³ Zobacz przyp. 93 s. 9; L. I n f e l d : *Quest*. Golancz, London 1941, 312 s. (cyt. s. 87).

¹¹⁴ L. I n f e l d . „Prace Matematyczno-Fizyczne” 1922 T. 32 s. 33–67.

¹¹⁵ Zobacz przyp. 10 s. 563.

¹¹⁶ Zobacz przyp. 12 s. 14.

¹¹⁷ Zobacz przyp. 12 i 113, T. 3 §§ 5–19; P. H a v a s : *The Early History of the „Problem of Motion in General Relativity”*. In: *Einstein and the History of Relativity*. Red. Don Howard, J. Stachel, Birkhoff, Boston 1989 s. 234–276.

¹¹⁸ A. E i n s t e i n , L. I n f e l d , B. H o f f m a n n : *The Gravitational Equations and the Problem of Motion*. „Ann. Math.” 1938 T. 39 s. 65–100; Zobacz przyp. 112, artykuł A. T r a u t m a n a : *Motion and Relativity*. W: *Polish Men*, dz. cyt. s. 17–32.

¹¹⁹ H. P. R o b e r t s o n : *Note of the Preceding Paper: The Two-Body Problem in General Relativity*. „Ann. Math.” 1938 T. 39 s. 101–104.

¹²⁰ A. E i n s t e i n , L. I n f e l d : *Ewolucja fizyki*. PWN Warszawa 1959, 327 s. 3 Tabl.

¹²¹ A. E i n s t e i n , L. I n f e l d : *The Gravitational Equations and the Problem of Motion II*. „Ann. Math.” 1940 T. 41 s. 455–464; A. E i n s t e i n , L. I n f e l d : *On the Motions of Particles in General Relativity Theory*. „Canadian Journal of Math.” 1949 T. 1 s. 209–241.

¹²² L. I n f e l d : *On the Motion of Bodies in General Relativity Theory*. „Acta Physica Polonica” 1954 T. 13 s. 187–204.

¹²³ Zobacz przyp. 93 s. 124–148.

¹²⁴ Tamże str. 146.

¹²⁵ L. I n f e l d : *O równaniach ruchu*. PF 1955 T. 6 s. 167–175.

¹²⁶ J. C. P o g g e n d o r f f : *Biogr.-Liter. Handwörterbuch d. exacten Naturwissenschaften*. T. 4,2, 5,2, 6,4. Zobacz też przyp. 7 s. 561.

¹²⁷ P. H a v a s : *The General Relativistic Two-Body Problem and the Einstein-Silberstein Controversy*, skierowane do materiałów konferencji *History of General Relativity*, Pittsburgh 1993.

¹²⁸ Zobacz przyp. 117.

¹²⁹ A. E i n s t e i n , J. G r o m m e r : *Allgemeine Relativitätstheorie und Bewegungsgesetz*. „Sitzber. d. Preussischen Akad. d. Wiss., phys.-math.” Klasse 1927 s. 2–13.

¹³⁰ H. W e y l : *Bemerkung über die axialen Lösungen der Einsteinschen Gravitationsgleichungen*. AdP 1919 T. 59 s. 185–188.

¹³¹ H. E. J. C u r z o n : *Bipolar Solutions of Einstein’s Gravitational Equations*. „The London Math. Soc. Proceedings” 1924 T. 23 s. XXIX.

¹³² EA 21–059.

¹³³ Zobacz przyp. 117.

¹³⁴ EA 21–061.

¹³⁵ A. E i n s t e i n , N. R o s e n : *The Particle Problem in the Gravitational Theory of Relativity*. („Bridge Paper”) „Phys. Rev.” 1935 T. 48 s. 73–77.

¹³⁶ EA 21–074.

¹³⁷ L. S i l b e r s t e i n : *Two Centers Solution of the Gravitational Field Equations and the Need of Reformed Theory of Matter*. „Phys. Rev.” 1936 T. 49 s. 268–270.

¹³⁸ A. E i n s t e i n , N. R o s e n : *Two-Body Problem in General Relativity Theory*. „Phys. Rev.” 1936 T. 49 s. 404–405.

¹³⁹ EA 21–085.

- 140 EA 21–088.
- 141 N. Schleifer: *Condition of Elementary Flatness and the Two Particles Curzon Relations*. „Phys. Rev. Lett.” 1985 T. 112A s. 204–207.
- 141 G. Sekeres: *On the Singularities of a Riemannian Manifold*. „Publications Math.” 1960 T. 7 s. 285–301.
- 143 B. Średniawa: *Myron Mathisson (1897–1940)*. PF 1982 T. 23 s. 373–383; Zobacz też przyp. 3 i 117 s. 250–253.
- 144 M. Mathisson: *Beharrungsgesetze in der allgemeinen Relativitätstheorie*. ZfP 1931 T. 67 s. 270–277.
- 145 Zobacz przyp. 129.
- 146 H. Weyl: *Raum, Zeit, Materie*. 5 wyd. Springer, Berlin 1923.
- 147 EA 18–001.
- 148 Zobacz przyp. 117.
- 149 Zobacz przyp. 129.
- 150 EA 18–004.
- 151 EA 18–006.
- 152 EA 18–053.
- 153 EA 18–054.

Bronisław Średniawa

SCIENTIFIC CONTACTS AND COOPERATION BETWEEN POLISH PHYSICISTS AND EINSTEIN

Many of Polish physicists of the older generation, those who worked in Poland, as well as those who were active abroad, had before the First World War and in the inter-war period personal contacts with Einstein or exchanged letters with him. Jacob Laub (born in Poland, active in the first years the 20th century in Germany) was Einstein's collaborator and the first co-author of the papers with Einstein. Leopold Infeld worked with Einstein in the thirties and forties on the problem of motion in General Relativity. Einstein and Smoluchowski worked in the first years of the 20th century on the same problems, namely on Brownian motion and the phenomenon of the blue colour of the sky, they exchanged letters. They felt mutual respect and friendship for each other. Their scientific contacts contributed essentially to the understanding of the phenomena of fluctuations and of the blue colour of the sky. Einstein and Marie Curie also established a long lasting friendship and had a lot of respect for each other. They worked together in the Commission of Intellectual Cooperation of the League of Nations during the inter-war period.

Stanisław Loria, privatdocent in Cracow and then professor in Lvov, met Einstein in Vienna before the First World War and corresponded with him many times in the following several years. Einstein and Władysław Natanson, professor of theoretical physics in Cracow, maintained friendly relations in 1915 during Natanson's stay in Berlin.

Mieczysław Wolfke, later professor of experimental physics in Warsaw, Jan Weysenhoff, later professor of theoretical physics in Vilna and Cracow and professor of physics in Fribourg Józef Kowalski, had contacts with Einstein during Einstein's stay in Berne and then in Zürich before the First World War.

Ludwik Silberstein who was born in Warsaw and worked in Western Europe and then in the USA, had friendly relations with Einstein during many years, disturbed during a short period by their controversy on the problem of stability of the two-body system in General Relativity. Einstein appreciated the work of Myron Mathisson from Warsaw on the problem of motion in General Relativity and invited Mathisson to collaborate with him. But Mathisson died in 1940 before this collaboration could be realized.

The contacts of Polish physics with Einstein certainly inspired some of the above mentioned Polish theoreticians to scientific work in relativity. These contacts encouraged also Polish physicists to make efforts in the domain of the popularization of relativity and the progress of physics in the twenties (Loria, Infeld). The scientific position, which Infeld gained thanks to the collaboration with Einstein, allowed him to create the Warsaw school of relativistic physics. We can therefore say that the contacts of Polish physicists with Einstein contributed to the development of theoretical physics in Poland.

