



Profesor dr Leopold Infeld

Andrzej Trautman

Instytut Fizyki Teoretycznej
Uniwersytetu Warszawskiego

Wspomnienie o Leopoldzie Infeldzie

In memory of Leopold Infeld

Na jesieni 1950 roku byłem studentem Politechniki Warszawskiej. Wraz z kolegą poszliśmy na ul. Hożą 69, aby posłuchać wykładu Profesora Leopolda Infelda, który wtedy powrócił z Kanady. Choć wykład był trudny, oczarował nas tak, że zapragnęliśmy studiować fizykę. Ponownie zetknąłem się z Profesorem Infeldem w 1955 roku, kiedy po ukończeniu Politechniki podjąłem studia doktoranckie w Instytucie Fizyki PAN. Od tej pory, przez ostatnie trzynaście lat, przerywane jedynie wakacjami i wyjazdami za granicę, spotykałem Profesora kilka razy w tygodniu. Szczególnym przeżyciem były dla mnie i moich kolegów prowadzone przez niego czwartkowe konwersatoria z fizyki teoretycznej i piątkowe seminaria z teorii względności. Były one przerywane celnymi pytaniami Profesora i często ożywiane dyskusją śledzoną z napięciem przez uczestników. Stremowani prelegenci oczekiwali końcowej oceny, w której nigdy nie brakło wyrazów zachęty i uznania dla nowych wyników, ale nieraz zdarzały się krytyczne słowa na temat źle przedstawionej lub nieciekawej pracy. Krytyka ta była zawsze oględna, a najgorsze, czego można się było spodziewać, to zwrotu: „Pan się bardzo napracował...”. Podziwialiśmy, jak na seminariach i w całej pracy naukowej Profesor zawsze trafiał w sedno rzeczy, stawiał istotne pytania i wyluskiwał idee przewodnie z gąszczu technicznych szczegółów, towarzyszących działalności współczesnego fizyka-teoretyka.

Nie mogłem znać Leopolda Infelda w jego młodości. To, co tu piszę na ten temat zebrałem z opowiadań, wspomnień i artykułów naukowych.

Leopold Infeld urodził się 20 sierpnia 1898 roku w Krakowie. Był wychowywany w tradycji religii żydowskiej i wiele wysiłku włożył w jej przełamanie. Studia na Uniwersytecie Jagiellońskim rozpoczął w 1916 roku, w trudnych warunkach wojennych. W 1920 roku spędził osiem miesięcy w Berlinie, gdzie po raz pierwszy spotkał się z Einsteinem. Z Berlina powrócił do Krakowa z pomysłem pracy doktorskiej. Promotorem tej pracy, dotyczącej szczególnej

teorii względności i bronionej w 1921 roku, był Władysław Natanson. Trudno dziś to zrozumieć, ale Infeld, jedyny uczeń i doktorant Profesora Natansona, nie otrzymał wówczas propozycji objęcia choćby najskromniejszego stanowiska uniwersyteckiego. W latach 1921—1930 uczył fizyki w szkołach średnich: w Będzinie, Koninie i Warszawie. W 1930 roku został starszym asystentem, a później docentem przy Katedrze Fizyki Teoretycznej Uniwersytetu im. Jana Kazimierza we Lwowie. Z okresu tego pochodzi szereg znanych artykułów Infelda. Wśród nich trzeba wspomnieć przede wszystkim o teorii spinorów w przestrzeniach Riemanna, opracowanej wspólnie z B. L. van der Waerdenem [19]¹. Praca ta została zainicjowana w czasie krótkiej wizyty Infelda w Lipsku w 1932 roku. Autorzy określili różniczkowanie kowariantne pól spinorowych i podali postać równania Diraca w czasoprzestrzeni Riemanna. W 1933 roku, z inicjatywy Stanisława Lorii, Infeld wyjeżdża do Cambridge jako stypendysta Fundacji Rockefellera. Rok i trzy miesiące spędza tam na owocnej pracy naukowej. Podaje nową interpretację elektrodynamiki nieliniowej, nad którą pracuje wówczas Born, wprowadzając do tej teorii pojęcie ładunków i prądów swobodnych. Wspólnie z Bornem bada szeroką klasę zasad wariacyjnych, które można położyć u podstaw elektrodynamiki nieliniowej [21], [22], [30] oraz przedstawia metodę jej kwantowania [24,] [25]. Mimo poważnego dorobku naukowego, w warunkach Polski lat trzydziestych, Leopold Infeld nie może uzyskać na żadnym z krajowych uniwersytetów odpowiedniej dla siebie pozycji. Na wniosek Einsteina, w 1936 roku otrzymuje stypendium naukowe w Institute for Advanced Study w Princeton. Einstein proponuje Infeldowi współpracę nad zagadnieniem ruchu ciał w ramach ogólnej teorii względności.

Problem ruchu jest jednym z najciekawszych zagadnień teorii grawitacji. Okazuje się, że w przeciwieństwie do innych teorii, według ogólnej teorii względności równania ruchu ciał wynikają z samych równań pola. Z uwagi na zastosowania w astronomii, pożądana jest znajomość ruchu układów powolnych, ciężkich mas z dokładnością większą niż w teorii Newtona. W tym celu Einstein, Infeld i Hoffmann opracowali „nową metodę przybliżeń“, obecnie zwaną metodą EIH, która uwzględnia powolny charakter ruchu oraz słabość pól i zapewnia otrzymanie równań newtonowskich w pierwszym kroku rachunków.

Współpraca Einsteina i Infelda prowadzi do opublikowania trzech prac, zawierających podstawy nowej metody przybliżeń i jej zastosowanie do znajdowania ruchu ciężkich ciał w przybliżeniu pozanewtonowskim. W pierwszej pracy [33], napisanej wspólnie z B. Hoffmannem, autorzy otrzymują równania ruchu ze znikania pewnych całek powierzchniowych, przy użyciu odpowiedniego układu współrzędnych. Druga praca [36] zawiera uproszczenie metody i osłabienie warunków ograniczających wybór układu współrzędnych. W pracy z 1949 roku [50] autorzy wprowadzają do równań grawitacyjnych

¹ Liczby w nawiasach odnoszą się do zamieszczonego dalej spisu prac naukowych Leopolda Infelda.

pomocnicze źródła o charakterze dipolowym, co ułatwia rozwiązywanie tych równań i pozwala otrzymać ruch przez przyrównanie do zera członów dipolowych w ostatnim kroku rachunkowym. W początkowym ujęciu nowa metoda przybliżeń nie uwzględniała możliwości promieniowania. W pracy z 1938 roku [34] Infeld zbadał możliwość ujęcia tarcia promienistego w ramach metody EIH i pokazał, że dla układu dwóch ciał poruszających się z prędkościami rzędu v promieniowanie grawitacyjne jest proporcjonalne do wyższej potęgi ilorazu v/c niż promieniowanie elektromagnetyczne w analogicznej sytuacji.

Mimo starań Einsteina, nie udało się przedłużyć stypendium Instytutu w Princeton na następny rok akademicki. Aby rozwiązać kłopoty finansowe, powstał projekt napisania książki popularnonaukowej. W ten sposób, dzięki skąpstwu ówczesnych administratorów, narodziła się słynna *Ewolucja fizyki* Einsteina i Infelda. W 1936 roku Leopold Infeld udaje się do Kanady, aby objąć zaoferowane mu przez J. L. Synge'a stanowisko w University of Toronto. W Kanadzie prowadzi prace w wielu kierunkach: rozwiązuje szereg zagadnień uogólnioną przez siebie metodą faktoryzacji równań różniczkowych [38], [48], [58], pisze artykuł na temat ruchów Browna [37], wspólnie z A. Schildem podaje nowe ujęcie kosmologii relatywistycznej [43], [44] i kontynuuje badania nad problemem ruchu [51], [57]. Wychowuje w tym okresie wielu uczniów; niektórzy z nich są dziś znanymi profesorami. W latach wojny światowej Infeld włącza się do badań, mogących mieć znaczenie obronne: pracuje teoretycznie nad antenami oraz falowodami, które znajdują zastosowanie w technice radarowej. W Kanadzie powstają również *Wybrańcy bogów*, biograficzna powieść o Ewaryście Galois.

W 1949 roku Leopold Infeld przybywa z krótką wizytą do Polski, a na jesieni 1950 roku powraca do Warszawy na stałe. Powrotowi temu towarzyszyła nagonka reakcyjnej prasy i władz kanadyjskich. Przywódca opozycji powiedział w parlamencie, że nie powinno się pozwolić profesorowi z Toronto na przekroczenie żelaznej kurtyny z informacjami atomowymi...

W 1950 roku w Uniwersytecie Warszawskim istniał Instytut Fizyki Doświadczalnej, założony jeszcze przed wojną przez Stefana Pieńkowskiego, oraz działały dwie katedry kierowane przez profesorów fizyki teoretycznej: Czesława Białobrzeskiego i Wojciecha Rubinowicza. Leopold Infeld przystąpił z wielką energią i zapałem do rozbudowy ośrodka fizyki teoretycznej. Powstał kierowany przez niego Instytut Fizyki Teoretycznej Uniwersytetu Warszawskiego, a później — Zakład Fizyki Teoretycznej Instytutu Fizyki PAN. Dzięki swojemu talentowi Infeld potrafił w pełni wykorzystać nowe warunki stworzone dla rozwoju nauki w odrodzonej Polsce. W stosunkowo krótkim czasie wokół jego osoby skupiła się duża grupa młodych fizyków, których zaraził entuzjazmem do pracy naukowej, uczył nowoczesnych metod dydaktycznych i zachęcał do podejmowania nowych, nie uprawianych dotychczas u nas działów fizyki. Powstały prowadzone w żywy sposób seminaria naukowe, na których nikt nie obawiał się zabierać głosu, gdyż — jak głosił Profesor — „nie ma głupich pytań, są tylko głupie odpowiedzi“. Jedną z naczelnych zasad jego

działalności było otaczanie troskliwą opieką młodych, utalentowanych studentów i pracowników. Profesor cieszył się każdym wynikiem, zachęcał do publikowania prac, pomagał w rozwiązywaniu nieraz nawet drobnych trudności życiowych. Dbał o to, aby ośrodek warszawski nie ulegał rozproszeniu, ale rozumiał również ciężący na Uniwersytecie obowiązek dostarczania wyszkolonych fizyków dla potrzeb kraju. Bezpośrednim rezultatem takiej polityki był szybki wzrost kadry naukowej. Dzięki temu, w krótkim czasie powstał w Warszawie pulsujący życiem ośrodek fizyki teoretycznej, znany na całym świecie. Dużą wagę Profesor Infeld przywiązywał do kontaktów naukowych z zagranicą. Przez Instytut na Hożej przewinęły się dziesiątki fizyków z wielu krajów świata. Jako regułę przyjęto wysyłanie pracowników po doktoracie na staże naukowe; wielu profesorów i docentów wyjeżdżało za granicę z odczytami, wykładami i celem prowadzenia badań. Aby ułatwić pokonanie bariery językowej, na którą natrafia młody człowiek przy pierwszym osobistym zetknięciu się z zagranicznymi fizykami, wprowadził Profesor zwyczaj wygłaszania referatów na seminariach po angielsku lub rosyjsku.

Po powrocie do kraju, Leopold Infeld pracował głównie w dziedzinie klasycznej teorii pola, ale żywo interesował się innymi działami fizyki. Za jego zachętą zostały podjęte w Warszawie prace teoretyczne w naukowo i gospodarczo doniosłej fizyce jądrowej i fizyce ciała stałego. Uczniowie Leopolda Infelda oraz uczniowie jego uczniów prowadzą badania i kształcą kadrę w wielu dziedzinach fizyki teoretycznej.

W 1954 roku ukazuje się w *Acta Physica Polonica* praca [68] zawierająca istotne ulepszenie metody EIH. Osiągnięte ono zostało dzięki użyciu funkcji δ Diraca do opisu źródeł pola grawitacyjnego. W latach pięćdziesiątych ukazuje się szereg prac Infelda, wiele z nich pisanych wspólnie z J. Plebańskim, zawierających dalsze rozwinięcie zagadnienia ruchu w ogólnej teorii względności. Uczniowie Infelda rozwiązują metodą EIH problem ruchu ciał ze strukturą wewnętrzną i badają rolę członów promienistych. Zainicjowane przez Infelda sformułowanie lagrangeowskie [85] równań ruchu ciężkich ciał prowadzi do radykalnego uproszczenia rachunków niezbędnych do otrzymania efektów pozanewtonowskich. Główne wyniki prac Leopolda Infelda nad problemem ruchu zostały zawarte w monografii *Motion and Relativity* [91], napisanej wspólnie z Plebańskim i stanowiącej jedyne w literaturze światowej dzieło na ten temat.

Za osiągnięcia naukowe i pracę organizacyjną na terenie akademickim Leopold Infeld został wyróżniony wysokimi odznaczeniami i nagrodami państwowymi. Przez kilkanaście lat zasiadał w Prezydium Polskiej Akademii Nauk.

Wiele uwagi w okresie warszawskim poświęcał Leopold Infeld problemowi promieniowania grawitacyjnego. Początkowo w oparciu o swoje wyniki dowodzące, że promieniowanie grawitacyjne nie występuje w tym rzędzie metody przybliżeń, w którym pojawia się promieniowanie elektromagnetyczne, sądził, iż fale grawitacyjne w ogóle nie istnieją. Wiele wątpliwości wywoływała rola

układu współrzędnych i kwestia fizycznej realności tych fal. W ostatnich latach, w oparciu o analizę fokkerowskiej zasady wariacyjnej dla równań ruchu, Infeld znalazł proste kryterium istnienia promieniowania grawitacyjnego [97] i metody jego obliczania [100]. Jeszcze w ostatnich tygodniach życia pracował nad obliczaniem wielkości energii promieniowanej pod postacią fal grawitacyjnych przez proste układy.

Mimo złego stanu zdrowia, Leopold Infeld do końca zachował młodzieńczą świeżość i przenikliwość umysłu. Nie wahał się podejmować nowych problemów ani przyjmować innego, niż dotychczas, punktu widzenia. W ostatnim okresie wiele uwagi poświęcał przygotowaniu Instytutu do swojego odejścia na emeryturę. Kilka lat temu przekazał młodszemu pracownikowi kierownictwo swojej Katedry, a później całego Instytutu.

Zainteresowania i działalność Leopolda Infelda nigdy nie ograniczały się do samej nauki. Był on pisarzem, publicystą i humanistą, pełnym poczucia odpowiedzialności za otaczających go ludzi i wydarzenia na świecie. W 1955 roku położył, obok podpisu A. Einsteina, B. Russella, L. Paulinga, F. Jolioty i M. Borna, swój podpis pod odezwą do obydwu największych mocarstw przeciwko wyścigowi zbrojeń i w sprawie pokoju. Odezwa ta zainicjowała ruch Pugwash, którego Infeld był przez wiele lat czynnym uczestnikiem. Leopold Infeld myślał o całej ludzkości, ale najbardziej był przywiązany do Polski. Niemal po każdym powrocie z licznych w latach pięćdziesiątych i sześćdziesiątych podróży zagranicznych powtarzał: „nie ma takiego kraju jak Polska, tylko tutaj mogę żyć i pracować“.

Leopold Infeld zmarł w Warszawie dnia 15 stycznia 1968 roku. Miał wszechstronne zdolności, wielki talent naukowy, był jednym z „wybrańców bogów“. Życie jego świadczy, iż był także człowiekiem mocnym i mądrym, który nie zmarnował tego, co było mu dane i który hojnie dawał innym ze swego skarbcza.

Prace naukowe Leopolda Infelda²

- [1] *Fale świetlne w teorii względności*, Prace Mat.-Fiz., **32**, 33 (1921).
- [2] *O pomiarach przestrzenno-czasowych w fizyce klasycznej i w teorii względności*, Część I, Sprawozdania i Prace PTF, **3**, 5 (1927).
- [3] *O pomiarach przestrzenno-czasowych w fizyce klasycznej i w teorii względności*, Część II, Sprawozdania i Prace PTF, **3**, 117 (1928).
- [4] *Zur Feldtheorie von Elektrizität und Gravitation*, Phys. Z., **29**, 145 (1928).
- [5] *Les équations de Maxwell dans la théorie commune à la gravitation et à l'électricité*, C. R. Acad. Sci. (France), **186**, 1280 (1928).
- [6] *Zum Problem einer einheitlichen Feldtheorie von Elektrizität und Gravitation*, Z. Phys., **50**, 137 (1928).
- [7] *Bemerkungen zu der Arbeit von Herrn K. Hattori*, Phys. Z., **29**, 810 (1928).
- [8] *Kausalgesetz und Quantenmechanik*, Z. Phys., **57**, 411 (1929).
- [9] *Kausalgesetz und Quantenmechanik II*, Z. Phys., **61**, 703 (1930).

² Nazwiska pisane w nawiasie po tytule odnoszą się do współautorów odpowiedniej pracy.

- [10] *O tzw. relacjach niedokładności w mechanice kwantowej i o ich związku z zagadnieniem pomiarów i przyczynowości*, Praca habilitacyjna, Lwów 1930.
- [11] *Eine Bemerkung zu der Arbeit von Herrn G. Wataghin*, Z. Phys., **66**, 708 (1930).
- [12] *Über eine Interpretation der neuen Einsteinschen Weltgeometrie auf dem Boden der klassischen Mechanik*, Phys. Z., **32**, 110 (1931).
- [13] *Über die Struktur der Elektronenwelle*, Bull. Acad. Polon. Sci., Ser. A, 201 (1931).
- [14] *Zur nichtholonomen Geometrie*, Prace Mat.-Fiz., **39**, 1 (1931).
- [15] *The Influence of a Cloud of Electrons on the Structure of de Broglie Waves* (S. Szcezeniowski), Bull. Acad. Polon. Sci., Ser. A, 482 (1931).
- [16] *O wpływie chmury elektronowej na strukturę fali de Broglie'a* (S. Szcezeniowski), Acta Phys. Polon., **1**, 37 (1931).
- [17] *Remarques sur le problème de la théorie unitaire des champs*, Rend. Accad. Nazionale Lincei, **15**, 157 (1932).
- [18] *Die verallgemeinerte Spinorenrechnung und die Diracschen Gleichungen*, Phys. Z., **33**, 475 (1932).
- [19] *Die Wellengleichung des Elektrons in der allgemeinen Relativitätstheorie* (B. L. v. d. Waerden), Sitzungsber. Preuss. Akad. Wiss., **9**, 380 (1933).
- [20] *Electromagnetic Mass* (M. Born), Nature, **132**, 970 (1933).
- [21] *Foundations of the New Field Theory* (M. Born), Nature, **132**, 1004 (1933).
- [22] *Foundations of the New Field Theory* (M. Born), Proc. Roy. Soc., A **144**, 425 (1934).
- [23] *Dirac's Equation in the General Relativity Theory*, Acta Phys. Polon., **3**, 1 (1934).
- [24] *On the Quantization of the New Field Equations I* (M. Born), Proc. Roy. Soc., A **147**, 522 (1934).
- [25] *On the Quantization of the New Field Theory II* (M. Born), Proc. Roy. Soc., A **150**, 141 (1935).
- [26] *Principes de la nouvelle électrodynamique quantique* (M. Born), C. R. Acad. Sci. (France), **199**, 1297 (1934).
- [27] *Déduction de l'équation d'ondes de Dirac à partir de l'électrodynamique quantique* (M. Born), C. R. Acad. Sci. (France), **199**, 1596 (1934).
- [28] *The New Action Function and the Unitary Field Theory*, Proc. Cambridge Phil. Soc., **32**, 127 (1936).
- [29] *The New Electrodynamics and the Fine Structure Constant*, Nature, **137**, 658 (1936).
- [30] *A New Group of Action Functions in the Unitary Field Theory II*, Proc. Cambridge Phil. Soc., **33**, 70 (1937).
- [31] *The Lorentz Transformations in the New Quantum Electrodynamics*, Proc. Roy. Soc., A **158**, 368 (1937).
- [32] *On the Choice of the Action Function in the New Field Theory* (B. Hoffmann), Phys. Rev., **51**, 765 (1937).
- [33] *The Gravitational Equations and the Problem of Motion* (A. Einstein and B. Hoffmann), Ann. Math., **39**, 65 (1938).
- [34] *Electromagnetic and Gravitational Radiation*, Phys. Rev., **53**, 836 (1938).
- [35] *The Equations of Motion in Electrodynamics* (P. R. Wallace), Phys. Rev., **57**, 797 (1940).
- [36] *The Gravitational Equations and the Problem of Motion II* (A. Einstein), Ann. Math., **41**, 455 (1940).
- [37] *On the Theory of Brownian Motion*, Univ. of Toronto Studies, Appl. Math. Series, **4**, 1 (1940).
- [38] *On a New Treatment of Some Eigenvalue Problems*, Phys. Rev., **59**, 737 (1941).
- [39] *A Generalization of the Factorization Method of Solving Eigenvalue Problems*, Trans. Canad. Roy. Soc., Ser. III, **36**, 7 (1942).
- [40] *Clocks, Rigid Rods and Relativity Theory*, Amer. J. Phys., **11**, 219 (1943).
- [41] *A Note on the Kepler Problem in a Space of Constant Negative Curvature* (A. Schild), Phys. Rev., **67**, 121 (1945).

- [42] *A New Approach to Kinematic Cosmology* (A. Schild), *Nature*, **156**, 114 (1945).
- [43] *A New Approach to Kinematic Cosmology* (A. Schild), *Phys. Rev.*, **68**, 250 (1945).
- [44] *A New Approach to Kinematic Cosmology (B)* (A. Schild), *Phys. Rev.*, **70**, 410 (1946).
- [45] *On Some Series of Bessel Functions* (V. G. Smith and W. Z. Chien), *J. Math. Phys.*, **26**, 22 (1947).
- [46] *The Influence of the Width of the Gap upon the Theory of Antennas*, *Quart. Appl. Math.*, **5**, 113 (1947).
- [47] *Recurrence Formulas for Coulomb Wave Function*, *Phys. Rev.*, **72**, 1125 (1947).
- [48] *The Factorization Method, Hydrogen Intensities and Related Problems* (T. E. Hull), *Phys. Rev.*, **74**, 905 (1948).
- [49] *Contributions to the Theory of Wave Guides* (W. Z. Chien, J. R. Pounder, A. F. Stevenson and J. L. Synge), *Canad. J. Research, A* **27**, 69 (1949).
- [50] *On the Motion of Particles in General Relativity Theory* (A. Einstein), *Canad. J. Math.*, **1**, 209 (1949).
- [51] *On the motion of Test Particles in General Relativity* (A. Schild), *Rev. Mod. Phys.*, **21**, 408 (1949).
- [52] *General Relativity and the Structure of our Universe*, artykuł w książce *Albert Einstein: Philosopher and Scientist*, *The Library of Living Philosophers*, **7**, 477—499 (1949).
- [53] *The Factorization Method and its Application to Differential Equations in Theoretical Physics*, *Proc. Symp. Appl. Math.*, **28**, 58 (1949).
- [54] *The New Einstein Theory and the Equations of Motion*, *Acta Phys., Polon.* **10**, 284 (1950).
- [55] *The New Einstein Theory and the Equations of Motion*, *Nature*, **166**, 1075 (1950).
- [56] *On Einstein's New Theory*, *Smithsonian Report 1951*, 189—197.
- [57] *Radiation and Gravitational Equations of Motion* (A. E. Scheidegger), *Canad. J. Math.*, **3**, 195 (1951).
- [58] *The Factorization Method* (T. E. Hull), *Rev. Mod. Phys.*, **23**, 21—68 (1951).
- [59] *Is there an Aether?*, *Nature*, **169**, 702 (1952).
- [60] *The Coordinate Conditions and Equations of Motion*, *Canad. J. Math.*, **5**, 17 (1953).
- [61] *On the Use of an Approximation Method in Dirac's Electrodynamics*, *Bull. Acad. Polon. Sci., Ser. Sci. math. astron. phys. (Poland)*, **1**, 18 (1953).
- [62] *An Electronic Cloud in a Homogeneous Electric and Magnetic Field According to Dirac's Theory*, *Bull. Acad. Pol. Sci., Ser. Sci. math., astron. phys. (Poland)*, **1**, 99 (1953).
- [63] *Electrodynamics without Potentials* (J. Plebański), *Acta Phys. Polon.*, **12**, 123 (1953).
- [64] *Über die jüngste Entwicklung der klassischen Elektrodynamik*, *Fortschr. Phys. (Germany)*, **1**, 88 (1953).
- [65] *Die Bedeutung der modernen Physik für die Entwicklung der Mathematik*, wykład na kongresie matematycznym w Warszawie, 1953; *Die Hauptreferate des 8 Polnischen Mathematikerkongresses*, 95—109, *Deutscher Verlag Wiss.*, Berlin 1954.
- [66] *Electrodynamics without Potentials* (J. Plebański), *Proc. Roy. Soc., A* **222**, 224 (1954).
- [67] *Equations of Motion and Non-Harmonic Coordinate Conditions*, *Bull. Acad. Polon., Sci. Ser. Sci. math. astron. phys. (Poland)*, **2**, 163 (1954).
- [68] *On the Motion of Bodies in General Relativity Theory*, *Acta Phys. Polon.*, **13**, 187 (1954).
- [69] *Einige Bemerkungen über die Relativitätstheorie*, *Ann. Phys.*, **16**, 229 (1955).
- [70] *On a Certain Class of Unitary Transformations* (J. Plebański), *Acta Phys. Polon.*, **14**, 41 (1955).
- [71] *Unitary Transformations and Spinor Calculus* (J. Plebański), *Bull. Acad. Polon. Sci., Cl. III*, **3**, 95 (1955).
- [72] *Equations of Motion for Linear Field Theories*, *Bull. Acad. Polon. Sci., Cl. III*, **3**, 213 (1955).
- [73] *Gap Problem in Antenna Theory* (J. L. Synge), *J. Appl. Phys.*, **27**, 310 (1956).
- [74] *On an Operational Method of Solving the Klein-Gordon Equation*, (J. Plebański), *Bull. Acad. Polon. Sci., Ser. Sci. math. astron. phys. (Poland)*, **4**, 215 (1956).

- [75] *Expansion of Singular Functions Associated with Klein-Gordon Equation* (J. Plebański), Acta Phys. Polon., **15**, 207 (1956).
- [76] *A Simple Derivation of the Equations of Motion in Classical Electrodynamics* (J. Plebański), Bull. Acad. Polon. Sci., Ser. Sci. math. astron. phys. (Poland), **4**, 347 (1956).
- [77] *On Modified Dirac δ -Functions* (J. Plebański), Bull. Acad. Polon. Sci. Ser. Sci. math. astron. phys. (Poland), **4**, 687 (1956).
- [78] *On a Covariant Formulation of the Equations of Motion* (J. Plebański), Bull. Acad. Polon. Sci. Ser. Sci. math. astron. phys. (Poland), **4**, 757 (1956).
- [79] *On the „Dipole Procedure“ in General Relativity Theory* (J. Plebański), Bull. Acad. Polon. Sci. Ser. Sci. math. astron. phys. (Poland), **4**, 763 (1956).
- [80] *On Equations of Motion in General Relativity Theory*, Helv. Phys. Acta Suppl. **4**, 206 (1956).
- [81] *On the Equations of Motion*, Schriftenreihe des Inst. für Math. D. A. W. Berlin, **1**, 202 (1957).
- [82] *On a Further Modification of Dirac's δ -Functions* (J. Plebański), Bull. Acad. Polon. Sci. Ser. Sci. math. astron. phys. (Poland), **5**, 51 (1957).
- [83] *On the Lagrangian in Special Relativity Theory*, Bull. Acad. Polon. Sci. Ser. Sci. math. astron. phys. (Poland) **5**, 491 (1957).
- [84] *The Equations of Motion in General Relativity Theory and the Action Principle*, Acta Phys. Polon., **16**, 177 (1957).
- [85] *Equations of Motion in General Relativity Theory and the Action Principle*, Rev. Mod. Phys., **29**, 398 (1957).
- [86] *The Lagrangian as a Function only of Coordinates and the Mechanical Spin of a Particle*, Bull. Acad. Polon. Sci. Ser. Sci. math. astron. phys. (Poland), **5**, 985 (1957).
- [87] *The Lagrangian with Higher Order Derivatives and the Mechanical Spin of a Particle*, Bull. Acad. Polon. Sci. Ser. Sci. math. astron. phys. (Poland), **5**, 979 (1957).
- [88] *On Variational Principles in Relativistic Dynamics*, Max Planck Festschrift, 115, Deutscher Verlag Wiss., Berlin 1959.
- [89] *Equations of Motion and Gravitational Radiation*, Ann. Phys. **6**, 341 (1959).
- [90] *A New Form of the Equations of the Geodesic Line*, Bull. Acad. Polon. Sci. Ser. Sci. math. astron. phys. (Poland), **8**, 559 (1960).
- [91] *Motion and Relativity* (J. Plebański), PWN, Warszawa, and Pergamon Press, London 1960.
- [92] *The EIH and the k -Approximation Methods*, Bull. Acad. Polon. Sci., Ser. Sci. math. astron. phys. (Poland), **9**, 93 (1961).
- [93] *Is Planck's Constant a Constant in a Gravitational Field?*, Bull. Acad. Polon. Sci. Ser. Sci. math. astron. phys. (Poland), **9**, 617 (1961).
- [94] *On the Most Cartesian-like Coordinate Systems*, Bull. Acad. Polon. Sci. Ser. Sci. math. astron. phys. (Poland), **9**, 299 (1961).
- [95] *Planck's Constant and the Theory of the Red Shift*, Z. Phys. **171**, 34 (1963).
- [96] *„Uniformly Accelerated“ Motion and Relativity*, Acta Phys. Polon., **23**, 69 (1963).
- [97] *The Lagrangian in General Relativity Theory (G. R. T.) and Radiation*, Bull. Acad. Polon. Sci. Ser. Sci. math. astron. phys. (Poland), **11**, 399 (1963).
- [98] *The Equations of Motion of a Radiating Electron and its Lagrangian*, Acta Phys. Hungar. **17**, 7 (1964).
- [99] *Remarks on the Generalized Problem of Motion*, Acta Phys. Austriaca, **19**, 380 (1965).
- [100] *On the Mechanics of Radiation* (R. Michalska-Trautman), Ann. Phys., **40**, 374 (1966).
- [101] *On a Simple Formula for Energy Radiation*, Bull. Acad. Polon. Sci. Ser. Sci. math. astron. phys. (Poland), **15**, 293 (1967).
- [102] *Radiation from Systems in Nearly Periodic Motion* (R. Michalska-Trautman) — w przygotowaniu.
- [103] *Gravitational Radiation and Motion of Two-Body Systems* (R. Michalska-Trautman) — w przygotowaniu.

Ważniejsze prace popularnonaukowe Leopolda Infelda

- O wpływie nowych teorii fizyki na nauczanie w szkole średniej* (odeczyt na III Zjeździe Fizyków Polskich 1926), *Mathesis Polska* **1**, 103.
- O fali elektronowej*, *Kosmos*, **56**, 117 (1931).
- Problem struktury elektronu w fizyce współczesnej* (odeczyt na VII Zjeździe Fizyków Polskich 1934), *Mathesis Polska* **10**, 1—13.
- Nowe Drogi Nauki. Materia — promieniowanie*. Wyd. II. Wiedza Powszechna, Warszawa 1957.
- Ewolucja Fizyki. Rozwój poglądów od najdawniejszych pojęć do teorii względności i kwantów* (A. Einstein), tłum. z ang. R. Gajewski, PWN, Warszawa 1962.
- Albert Einstein. Jego dzieło i rola w nauce*, tłum. z ang. R. Gajewski, PWN, Warszawa 1956.
- Metoda faktoryzacji a teoria kwantów*, *Postępy Fizyki* **2**, 193 (1951).
- O rozwoju pojęcia materii w fizyce* (L. Sosnowski), *Myśl Filozoficzna* **2**, (1952).
- Leonardo da Vinci a podstawowe prawa przyrody*, *Nauka Polska* **1**, 151 (1953).
- Rola teorii względności w nauce*, *Postępy Fizyki* **5**, 355 (1954).
- Od Kopernika do Einsteina*, *Kosmos* ser. B **1**, 209 (1955).
- O równaniach ruchu*, *Postępy Fizyki* **6**, 167 (1955).
- Historia teorii względności*, *Postępy Fizyki* **6**, 489 (1955).