

Tadeusz PABJAN

Centrum Kopernika Badań Interdyscyplinarnych

KRÓTKA HISTORIA PRINCIPIÓW NEWTONA

O tym, że *Principia* Newtona mają fundamentalne znaczenie dla całej nauki nowożytnej, nie trzeba dzisiaj nikogo przekonywać. Nie bez powodu rok 1687, w którym dzieło to zostało wydane, traktuje się obecnie jako umowną datę narodzin fizyki klasycznej. *Principia* to przede wszystkim teoria powszechnego ciężenia i zasady dynamiki, przy pomocy których Izaak Newton (1643-1727) zdołał opisać i wyjaśnić szereg niezrozumiałych uprzednio zjawisk i procesów mechanicznych — począwszy od prostego rzutu kamieniem a skończywszy na ruchu planet wokół Słońca. Ale o randze tego dzieła nie decyduje jedynie budzący respekt zakres zjawisk, które stają się zrozumiałe dzięki wzorom Newtona. Równie ważne — zwłaszcza dla wszystkich uczonych, którzy poszli śladami autora *Principiów* — było ustalenie nowych reguł metodologicznych, pozwalających na spójne i wyjątkowo efektywne połączenie matematyki i doświadczenia. To właśnie dzięki tym regułom nauka nowożytna zaczęła po Newtonie rozwijać się w postępie niemal geometrycznym.

Pierwsze polskie tłumaczenie i wydanie *Matematycznych zasad filozofii przyrody*¹ — wydarzenie doniosłe nie tylko w naukowej, ale również literackiej perspektywie — jest dobrą okazją do tego, by przypomnieć historyczny kontekst powstania tego dzieła. W niniejszym opracowaniu przedstawione zostaną krótko najważniejsze epizody, które bezpośrednio poprzedziły i w pewnym stopniu doprowa-

¹I. Newton, *Matematyczne zasady filozofii przyrody*, J. Wawrzycki (tłum.), Copernicus Center Press, Kraków 2011.

dziły do tego, że Newton rozpoczął pracę nad *Principiami*, i które ujawniają okoliczności redagowania i opublikowania pierwszych trzech wydań tego dzieła.

1. KONTEKST HISTORYCZNY

Każde wielkie dzieło naukowe zawsze wyrasta z historycznego kontekstu epoki, w której powstało, i w której geniusz jego twórcy znajduje oparcie w dokonaniach i odkryciach innych uczonych tej epoki. Słynna wypowiedź Newtona o tym, iż widział dalej niż inni dlatego, że stał na ramionach olbrzymów, ma swój głęboki sens: *Principia* — tak samo jak każde inne wielkie i ważne dzieło naukowe — stanowią końcowe ogniwo w długim łańcuchu domysłów, idei, i po części błędnych a po części słusznych intuicji, które układają się w ciąg koncepcji konsekwentnie ewoluujących w kierunku newtonowskich praw dynamiki i teorii powszechnego ciężenia. Z perspektywy czasu łatwo dostrzec tę ewolucję, chociaż przyczynowe zależności pomiędzy jej najważniejszymi epizodami nie są oczywiste, i w wielu przypadkach pozwalają na zgoła odmienne interpretacje faktów i zdarzeń. Chociaż filozoficzne i (quasi)naukowe poszukiwania dotyczące zagadnień z zakresu nauki, którą we współczesnej nomenklaturze określa się mianem fizyki newtonowskiej, były prowadzone już od wczesnej starożytności, to jednak faktyczny postęp w tej dziedzinie dokonał się dopiero na progu czasów nowożytnych. Do prekursorów Newtona należy tu zaliczyć przede wszystkim Galileusza (1564-1642), który zapoczątkował metodyczne badania zmierzające do ustalenia praw dynamiki, oraz Keplera (1571-1630), dzięki któremu nowożytna astronomia pożegnała się na dobre z kolistymi orbitami planet poruszających się jednostajnie (ze stałą prędkością) wokół Słońca.

Na powstanie *Principiów* z całą pewnością miało wpływ wiele niezależnych czynników, ale jednym z bardziej istotnych był nierozwiązany problem ruchu planet. Co prawda, zagadnieniem tym zajmowały się przed Newtonem całe zastępy filozofów, matematyków i astronomów, ale żaden z nich nie zaproponował satysfakcjonującego wyjaśnienia mechanizmu odpowiedzialnego za ten ruch. Pierwsze roz-

wiązania, stanowiące istotny postęp w stosunku do idei kryształowych sfer unoszących przytwierdzone planety (jeszcze Kopernik był przekonany o istnieniu takich sfer), pojawiły się u Keplera i u Kartezjusza (1596-1650). Pierwszy z nich — oprócz tego, że wsławił się odkryciem trzech praw rządzących ruchem planet — sformułował hipotezę, zgodnie z którą planety orbitują wokół Słońca na skutek działania emanującej z niego „siły poruszającej” (*anima motrix*). Siła ta stanowi pewną formę oddziaływania magnetycznego pomiędzy Słońcem i planetami, i odpowiada za to, że te ostatnie poruszają się nie po orbitach kołowych, ale eliptycznych.² Z kolei dla Kartezjusza ruch planet był jedynie efektem wirowania eteru wypełniającego Wszechświat: mechaniczne zderzenia cząstek eteru powodowane przez siły analogiczne do tych, które odpowiadają za pojawianie się wirów w płynącym strumieniu, odpowiadają — zgodnie z tym rozwiązaniem — za obserwowane trajektorie planet okrążających Słońce.

Wyraźnie sformułowana idea ciężenia powszechnego, uzupełniona o pewne sugestie dotyczące możliwości zbudowania teorii grawitacji wyjaśniającej ruch planet wokół Słońca, pojawiła się pierwotnie u przyrodnika i filozofa, Roberta Hooke’a (1635-1703). Pomiędzy tym uczonym i Newtonem wywiązał się (już po publikacji *Principiów*) długotrwały spór o to, w jakim zakresie teoria grawitacji była oryginalnym dziełem Newtona, a w jakim została przez niego „zapożyczona” od Hooke’a.³ Ten ostatni ogłosił swoją ideę dotyczącą grawitacji pojmowanej jako siła przyciągająca, która decyduje o ruchu planet, i która rośnie wtedy, gdy przyciągające się ciała zbliżają się do siebie, w połowie lat 60. XVII wieku (1665 — *Micrographia*, 1666 — „O grawitacji” — wykład wygłoszony w londyńskim Towarzystwie Królewskim, 1674 —

²G. Smith dowodzi („Newton’s Philosophiae Naturalis Principia Mathematica”, w: *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, <http://plato.stanford.edu/entries/newton-principia/>), że w roku 1684 — kiedy Newton zaczynał pracę nad *Principiami* — prawa Keplera były jedynie trafnie odgadniętą, ale matematycznie nieuzasadnioną formułą, której słuszność potwierdziły dopiero prawa dynamiki Newtona.

³Por. *Correspondence of Isaac Newton*, H.W. Turnbull (red.), Vol 2 (1676-1687), Cambridge University Press 1960, s. 297-314, 431-448. Na temat kulisów sporu Newtona z Hooke’em, por. J. Wawrzycki, “Wstęp”, w: I. Newton, *Matematyczne zasady filozofii przyrody*, dz. cyt., s. 35-42.

Attempt to Prove the Motion of the Earth from Observations). W publikacjach i wystąpieniach Hooke'a do roku 1674 włącznie nie ma jednakże wzmianki o tym, że do interpretacji grawitacji mogłoby mieć zastosowanie prawo odwrotnych kwadratów, ani o tym, że grawitacja jest oddziaływaniem uniwersalnym, któremu podlegają wszystkie ciała we Wszechświecie. Nie bez znaczenia jest również i to, że na poparcie swojej hipotezy Hooke nie potrafił przytoczyć ani matematycznych, ani empirycznych dowodów.⁴

W połowie XVII wieku problem ruchu planet próbowano również wyjaśniać na inne sposoby, ale dyskusje uczonych toczyły się przede wszystkim wokół wymienionych powyżej prób rozwiązania tej trudności. Szczególnie atrakcyjne wydawało się połączenie hipotezy Hooke'a z prawami Keplera. Z praw tych (zwłaszcza z prawa trzeciego i drugiego) wynikało, że to właśnie Słońce wpływa na ruch planety, i że wpływ ten jest zależny od względnej odległości tych ciał. Nawet jeśli szczegóły mechanizmu zaproponowanego przez Keplera (*anima motrix*) były błędne, to jednak nie ulegało wątpliwości, że planety na jej orbitach utrzymuje jakiś rodzaj oddziaływania ze Słońcem. Dodatkową zagadkę stanowił w tym przypadku kształt tych orbit: zgodnie z obserwacjami przeprowadzonymi przez Keplera były to orbity eliptyczne. Ogłoszone w roku 1673 wyniki prac Christiaana Huygensa (1629-1696), umożliwiające obliczanie siły odśrodkowej ciała poruszającego się po okręgu, sugerowały, że w przypadku orbit kołowych siła odśrodkowa planety faktycznie jest odwrotnie proporcjonalna do kwadratu odległości od Słońca; tajemnicą pozostawało jednakże to, czy w przypadku orbit eliptycznych zasada ta jest również zachowana.

W roku 1684 zagadnienie to postanowili wspólnymi siłami wyjaśnić trzej uczeni: astronom Edmund Halley (1656-1742), astronom i zarazem architekt Christopher Wren (1632-1723) oraz wspomniany uprzednio Robert Hooke. Z zachowanych dokumentów wynika, że zarówno Hooke jak i Halley mieli już w tym okresie (rok 1684) wyraźną świadomość tego, iż o eliptycznym kształcie orbit rzeczywiście

⁴Por. C. Wilson, "The Newtonian achievement in Astronomy", w: *The General History of Astronomy*, vol. 2A, R. Taton, C. Wilson (red.), Cambridge University Press, Cambridge 1989, s. 239.

może decydować prawo odwrotnych kwadratów zastosowane do siły grawitacji, czyli że siła ta zmniejsza się proporcjonalnie do odwrotności kwadratów odległości pomiędzy Słońcem i planetami. Poprawność tej przesłanki sugerowały wyniki prac Huygensa, dotyczących siły odśrodkowej w ruchu po okręgu. Wszystko jednakże wskazuje na to, że oprócz posiadania „wyraźnej świadomości” Hooke i Halley nie potrafili tej hipotezy w przekonujący sposób uzasadnić matematycznie, ani tym bardziej przetłumaczyć ją na język praw dynamiki i wyprowadzić z niej obserwowanego ruchu planet. Jeśli dodatkowo pamięta się o tym, że w tym okresie samo założenie dotyczące odwrotnego stosunku pomiędzy grawitacją i kwadratem odległości było już dobrze znane również innym uczonym⁵, to staje się jasne, że wspomniane uprzednio rozważania Hooke’a dotyczące pierwszeństwa odkrycia prawa grawitacji były w dużej mierze nieuzasadnione.

Argumentem za słusznością tego wniosku jest następujący epizod jaki miał miejsce podczas jednego ze spotkań tej grupy, które odbyło się w styczniu 1684 roku. Podczas dyskusji poświęconej problemowi ruchu planet Hooke poinformował Halleya i Wrena, że znalazł rozwiązanie tego problemu, i że rozwiązanie to pozwala na wyprowadzenie praw Keplera z prawa odwrotnych kwadratów⁶, nie podał jednakże żadnych szczegółów swego odkrycia, „wysuwając równie interesujący co odkrywczy argument, że ujawnienie rozwiązania pozbawiłoby innych badaczy satysfakcji wynikającej z samodzielnego poszukiwania”.⁷ Pomimo nalegań pozostałych uczestników spotkania i czekającej nagrody pieniężnej, którą Wren ufundował dla tego, kto pierwszy znajdzie wyjaśnienie dyskutowanej trudności, Hooke nie przedstawił swojego roz-

⁵Zob. O. Gal, *Meanest foundations and nobler superstructures: Hooke, Newton and the “Compounding of the Celestiall Motions of the Planetts”*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht 2003, s. 9.

⁶Zob. D. Gjertsen, *The Classics of Science. A Study of Twelve Enduring Scientific Works*, New York 1984, s. 219.

⁷B. Bryson, *Krótką historia prawie wszystkiego*, J. Bieroń (tłum.), Wydawnictwo Zysk i S-ka, Poznań 2006, s. 57.

wiązania i bardzo prawdopodobne, że nie zrobił tego dlatego, iż w rzeczywistości żadnego rozwiązania nie znalazł.⁸

Częściowe rozwiązanie dyskutowanej trudności znalazł za to Halley, który wyprowadził prawo odwrotnych kwadratów dla orbit kołowych (wykorzystując prawa Keplera i wyniki badań Huygensa dotyczące siły odśrodkowej), jednakże nie zdołał uogólnić uzyskanego przez siebie wyniku na przypadek orbit eliptycznych. Nie widząc realnej szansy na wybrnięcie z impasu, Halley w sierpniu 1684 roku udał się w podróż do Cambridge, aby osobiście przedyskutować problem ruchu planet z Izaakiem Newtonem.⁹ Zgodnie z późniejszą relacją Abrahama De Moivre'a (1667-1754), podczas tego spotkania Halley zapytał Newtona o to, po jakiej trajektorii powinna poruszać się planeta przy założeniu, że siła przyciągania Słońca jest odwrotnie proporcjonalna do kwadratu odległości dzielącej obydwie ciała. Odpowiedź Newtona była natychmiastowa: po elipsie. Zdumiony Halley zapytał, w jaki sposób Newton do tego doszedł, na co jego rozmówca odparł: „Policzyłem to”.¹⁰ Newton nie potrafił odnaleźć w swoich papierach obliczeń o których mówił, ale zachęcony przez Halley'a, obiecał przeprowadzić je jeszcze raz i przesłać swojemu rozmówcy stosowną kopię. Wiele wskazuje na to, że to właśnie ten epizod dostarczył Newtonowi bezpośredniego impulsu do rozpoczęcia intensywnej, dwuletniej pracy nad zredagowaniem i opublikowaniem teorii, która dojrzewała w jego głowie od dłuższego czasu.

⁸Por. I.B. Cohen, *Od Kopernika do Newtona*, Wiedza Powszechna, Warszawa 1964, s. 151.

⁹Por. D.T. Whiteside, „The Prehistory of the *Principia* from 1664 to 1686”, *Notes and Records of the Royal Society of London*, 45 (1991), s. 27-28.

¹⁰„After they had been some time together, the Dr [Halley] asked him what he thought the Curve would be that would be described by the Planets supposing the force of attraction toward the Sun to be reciprocal to the square of their distance from it. Sr Isaac replied immediately that it would be an Ellipsis. The Doctor struck with joy and amazement asked him how he knew it. Why saith he I have calculated it”, cyt. za: tamże, s. 27.

2. POWSTANIE DZIEŁA

W listopadzie 1684 roku Newton przesłał Halley'owi obiecane obliczenia, które w międzyczasie nieco się rozrosły i przyjęły postać niewielkiego 9-stronicowego traktatu zatytułowanego *De motu corporum in gyrum (O ruchu ciał na orbicie)*. W traktacie tym Newton wyprowadził trzy prawa Keplera przyjmując założenie o odwrotnej zależności pomiędzy odległością planet od Słońca i działającą na nie siłą odśrodkową, i uogólnił otrzymany wynik na krzywe stożkowe; zajął się również problemem ruchu ciał w ośrodkach z oporem. Rozpoznając w otrzymanym opracowaniu niezwykłą klarowność i matematyczną precyzję, i przewidując jego dalekosiężne konsekwencje dla astronomii, Halley bezzwłocznie udał się po raz kolejny do Cambridge, aby zachęcić Newtona do rozwinięcia teorii zawartej w przesłanym traktacie, i do zaprezentowania jej na forum Towarzystwa Królewskiego.¹¹ Pod wpływem argumentów Halley'a Newton rozpoczął intensywną pracę nad rozszerzeniem i starannym opracowaniem matematycznej strony zagadnień naszkicowanych krótko w traktacie *De motu*. Pod koniec roku 1684 traktat ten zaczął się szybko rozrastać i stało się jasne, że powstanie z niego obszerna książka poświęcona problemowi ruchu planet oraz ruchu ciał w ośrodkach stawiających opór. W połowie roku 1686 ukończone dzieło było już gotowe do druku.¹²

Halley na bieżąco informował Towarzystwo Królewskie o postępie prac nad nową teorią wyjaśniającą mechanizm ruchu planet. Na zebraniu Towarzystwa które miało miejsce 21 kwietnia 1686 roku Halley wygłosił odczyt dotyczący natury grawitacji, w którym poinformował zebranych, że „jego szanowny rodak Izaak Newton ma niezwykle ważne dzieło o ruchu już niemal gotowe do publikacji”, i że prawo odwrotnych kwadratów jest w tym dziele „tą zasadą, na której Newton oparł wyjaśnienie wszystkich zjawisk dotyczących ruchów ciał niebieskich w tak łatwy i naturalny sposób, że prawdziwość [tego wyjaśnie-

¹¹Por. R.S. Westfall, *Never at Rest: A Biography of Isaac Newton*, Cambridge University Press, Cambridge 1980, s. 401-404.

¹²Por. D. Brewster, *Memoire of the Life, Writings and Discoveries of Sir Isaac Newton*, Cambridge University Press, Cambridge 2010, vol. I, s. 262-266.

nia] jest bezsprzeczna”.¹³ Już po tygodniu — 28 kwietnia — uczestnikom kolejnego zebrania Towarzystwa został zaprezentowany manuskrypt zatytułowany *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, dedykowany przez autora Towarzystwu Królewskiemu. O tym, że na członkach Towarzystwa dzieło Newtona wywarło ogromne wrażenia, może świadczyć to, że — choć manuskrypt zawierał dopiero pierwszą z trzech przewidzianych przez autora części — od razu podjęto decyzję o wydaniu dzieła drukiem, i zadanie to zlecono Halley’owi.¹⁴ Niestety, uchwalona wstępnie decyzja by wydać dzieło Newtona na koszt Towarzystwa, została ostatecznie uchylona — okazało się, że cały wydawniczy budżet Towarzystwa został dopiero co przeznaczony na publikację książki Francisca Willughby’ego *The History of Fishes*¹⁵ — i ostatecznie cały druk *Principiów* sfinansował sam Halley.¹⁶

Halley był nie tylko redaktorem powstającego dzieła — robił korekty i nadzorował wykonanie drzeworytów — ale musiał również wykazać się niemałymi zdolnościami dyplomatycznymi, aby uzyskać od Newtona wszystkie części tekstu. Podczas pierwszej prezentacji *Principiów* na forum Towarzystwa Królewskiego, Robert Hooke publicznie oskarżył Newtona o to, że ten zaczerpnął od niego ideę ciężenia, które maleje z kwadratem odległości. Hooke wiedział, że matematyczna strona nowej teorii jest dziełem samego Newtona, czuł się jednakże

¹³E. Halley, “A Discourse Concerning Gravity, and Its Properties, Wherein the Descent of Heavy Bodies, and the Motion of Projects is briefly, but Fully Handled: Together with the Solution of a Problem of Great Use in Gunnery”, *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 16 (1686), s. 6-8.

¹⁴“[...] that Mr Newton’s work should be printed forthwith in quarto in a fair letter, and that a letter should be written to him to signify the Society’s resolutions, and to desire his opinion as to the print, volume, cuts and so forth”; R.S. Westfall, *Never at Rest: A Biography of Isaac Newton*, dz. cyt., s. 445.

¹⁵Książka Willughby’ego opublikowana w roku 1686 na koszt Towarzystwa okazała się całkowitym niewypałem; aby pozbyć się nakładu którego nikt nie chciał kupować, Towarzystwo Królewskie m.in. wypłacało pensję (50 funtów) Halley’owi, który był wówczas asystentem sekretarza Towarzystwa, w naturze — w postaci egzemplarzy *The History of Fishes*; por. J. Kierul, *Isaac Newton. Bóg, światło i świat*, Oficyna Wydawnicza Quadrvivium, Wrocław 1996, s. 174.

¹⁶“[...] that Mr Halley undertake the business of looking after it [Mr Newton’s book], and printing it at his own charge, which he engaged to do”, R.S. Westfall, *Never at Rest: A Biography of Isaac Newton*, dz. cyt., s. 453.

współautorem samej idei grawitacji i liczył na to, że Newton wyraźnie to we wstępie do swojego dzieła zaznaczy.¹⁷ Reakcja Newtona była do przewidzenia: zagroził wycofaniem z druku trzeciej części dzieła, w której matematyczne zasady części pierwszej i drugiej miały znaleźć fizyczną interpretację pozwalającą na zbudowanie „systemu świata”. W jednym z listów skierowanych do Halley’a pisał z goryczą:

Trzecią księgę mam teraz zamiar wycofać. Filozofia jest panią tak bezczelnie kłótliwą, że człowiek równie dobrze mógłby wdawać się w procesy sądowe, jak mieć z nią do czynienia. Stwierdziłem to już dawniej, i teraz ledwie tylko znowu zbliżyłem się do niej, a już daje mi ostrzeżenia.¹⁸

Halley doskonale zdawał sobie sprawę z tego, że publikacja jedynie dwóch pierwszych części *Principiów* wydawała się mało sensowna, i dlatego w kolejnych listach do Newtona, nie szczędząc pochlebstw, zabiegał usilnie o to, by ten nie zrealizował swojej groźby;¹⁹ sugerował zarazem umieszczenie w tekście dzieła bodaj niewielkiej wzmianki o Hooke’u, która zażegnałaby narastający konflikt. Newton ostatecznie zgodził się na publikację pełnej wersji swojego traktatu, i chociaż nigdy nie uznał roszczeń Hooke’a za słuszne, to jednak w *Scholium* dodanym do IV Propozycji I Księgi w jednym zdaniu wspominał o tym, że „Sir Christopher Wren, Dr Hooke i Dr Halley wielokrotnie zaobserwowali”²⁰, iż grawitacja maleje z kwadratem odległości. Adnotacja ta nie zażegnała konfliktu — wzajemne relacje pomiędzy obydwu uczonymi zostały od tego czasu naznaczone chłodem i ostantacyjnie okazywaną niechęcią.²¹

¹⁷Por. *Correspondence of Isaac Newton*, H.W. Turnbull (ed.), Vol 2 (1676-1687), Cambridge University Press, 1960, s. 431-448.

¹⁸“Life of Sir Isaac Newton”, w: I. Newton, *The Mathematical Principles of Natural Philosophy*, A. Motte (tłum.), F. Cajori (red.), Daniel Adee, New York 1846, s. 31.

¹⁹„I must beg you not to let your resentments run so high as to deprive us of your third book, where in your applications of your mathematical doctrine to the theory of comets, and several curious experiments, which, as I guess by what you write ought to compose it, will undoubtedly render it acceptable to those who will call themselves philosophers without mathematics, which are much the greater number”; tamże, s. 32.

²⁰I. Newton, *Matematyczne zasady filozofii przyrody*, dz. cyt., s. 231.

²¹Na ten temat, por. J. Kierul, *Isaac Newton. Bóg, światło i świat*, dz. cyt., s. 175-177.

Newton początkowo zamierzał nadać swojemu dziełu postać dwutomowej publikacji, w której część pierwsza obejmowałaby matematyczne wyprowadzenie praw ruchu (dynamika) i byłaby rozszerzeniem traktatu „O ruchu ciał”, zaś część druga zawierałaby fizyczną interpretację tych praw, zatytułowaną „O układzie świata”. W międzyczasie okazało się, że księga pierwsza znacznie się rozrosła, i w połowie 1686 roku została podzielona na dwie części (część druga dotyczyła ruchu w ośrodkach z oporem), a z traktatu „O układzie świata” powstała księga trzecia. We wstępie do tej księgi Newton zaznaczył, że pierwotnie miała ona postać popularnego opracowania, które „było dostępne szerszemu gronu Czytelników”, jednakże później, pod wpływem „przedłużających się polemik” z tymi, którzy „nie są w stanie uwolnić się od uprzedzeń” zmienił zdanie i „przetłumaczył zawartość poprzedniej wersji na twierdzenia i problemy matematyczne tak, że mogą być one czytane tylko przez tych, którzy wcześniej opanowali matematyczne zasady przedstawione w poprzednich księgach”.²² Nie ulega wątpliwości, że zmiana, o której wspomina Newton, została spowodowana roszczeniami Hooke’a, i że miała na celu sformułowanie dodatkowego argumentu za tym, iż o istocie odkrycia naukowego — w tym przypadku dotyczącego teorii grawitacji — decyduje nie tyle trafne odgadnięcie samej idei, co jej matematyczne uzasadnienie.

3. RECEPCJA

Spółeczność naukowa potrzebowała czasu, by przekonać się o randze i doniosłości dzieła Newtona, i by przekonanie to przekazać — np. za pośrednictwem prasy i opracowań popularnonaukowych — laikom. Pierwsze wydanie *Principiów* miało miejsce w lipcu roku 1687. Stosunkowo niewielki nakład (nie więcej niż 400 egzemplarzy) został szybko rozprzedany, i chociaż faktem jest to, że dzieło Newtona stało się sławne, zanim jeszcze wyszło spod pras drukarskich — w znacznym stopniu było to zasługą Halley’ a — to jednak pod adresem tego dzieła nie brakowało również głosów krytycznych, zwłaszcza w Europie kon-

²²I. Newton, *Matematyczne zasady filozofii przyrody*, dz. cyt., s. 535.

tyentalnej (poza Wyspami Brytyjskimi).²³ Newton nie spodziewał się takiej reakcji i słusznie podejrzewał, że wynika ona przede wszystkim z tego, iż jego czytelnicy nie byli w stanie przebrnąć przez wszystkie techniczne szczegóły matematycznej części jego dzieła, i dlatego nie zrozumieli siły zawartych w nim argumentów. Można się domyślać, że najbardziej frustrujące było dla Newtona to, iż argumenty te zdawały się nie trafiać do tych, którzy powinni je pojąć jako pierwsi. Christian Huygens (1629-1695) — jedna z najbardziej znanych postaci świata naukowego tego okresu — w jednym ze swoich dzieł w następujący sposób oceniał najważniejsze idee zawarte w *Principiach*:

W szczególności nie zgadzam się z zasadą, którą on [Newton] przyjmuje w swoich obliczeniach, że wszystkie małe części jakie tylko możemy sobie wyobrazić w dwu lub więcej różnych ciałach przyciągają się wzajemnie, albo dążą do tego, by wzajemnie się do siebie zbliżyć. Nie mogę się z tym zgodzić, ponieważ widzę jasno, że przyczyny takiego przyciągania nie można wyjaśnić ani za pomocą zasad mechaniki, ani praw ruchu. Wcale nie jestem też przekonany o konieczności przyjmowania [zasady dotyczącej] wzajemnego przyciągania wszystkich ciał wiedząc o tym, że nawet gdyby nie było Ziemi, ciała nie przestałyby dążyć do centrum pod wpływem własnej grawitacji.²⁴

W podobnym duchu utrzymane były recenzje *Principiów* publikowane w czasopismach naukowych tego okresu. W jednej z nich zarzucano Newtonowi, że stworzył teorię, która opisuje reguły mechaniki, ale nie ma zastosowania do realnego, fizycznego świata.²⁵ Dodatkowym czynnikiem, który w istotny sposób utrudniał recepcję

²³Por. A.K. Wróblewski, "Posłowie", w: I. Newton, *Matematyczne zasady filozofii przyrody*, dz. cyt., s. 715-722.

²⁴Ch. Huygens, *Discours de la Cause de la Pesanteur*, Leiden 1690, s. 159.

²⁵"The work of M. Newton is a mechanics, the most perfect that one could imagine, as it is not possible to make demonstrations more precise or more exact than those he gives in the first two books (...). But one has to confess that one cannot regard these demonstrations otherwise than as only mechanical; indeed the author recognizes himself at the end of page four and the beginning of page five that he has not considered their Principles as a Physicist, but as a mere Geometer. [...] In order to make an opus as perfect as possible, M. Newton has only to give us a Physics as exact as his Mechanics.

działa Newtona, była rosnąca popularność kartezjańskiej teorii wirów. W roku 1689 — niecałe dwa lata po publikacji *Principiów* — Gottfried Leibniz (1646-1716) opublikował pracę²⁶, w której dowodził, że teoria wirów uwzględniająca trzy prawa ruchu Keplera i zgodna z warunkiem określonym przez prawo odwrotnych kwadratów (powstające na skutek działania wirów eteru siły dośrodkowe działające na planety są odwrotnie proporcjonalne do kwadratu ich odległości od Słońca), daje wyjaśnienie identyczne do tego, które jest zawarte w dziele Newtona. Co istotne, teoria wirów stawała się coraz bardziej popularna nie tylko w Europie kontynentalnej, ale również na Wyspach Brytyjskich — głównie za sprawą francuskiego podręcznika kartezjańskiej fizyki, napisanego przez filozofa i fizyka Jacquesa Rohaulta (1618-1672), przetłumaczonego na łacinę i wydane w Londynie w roku 1682. O popularności tej książki może świadczyć to, że w roku 1697 postanowiono wznowić jej wydanie, uzasadniając podjęcie tej decyzji potrzebami dydaktycznymi:

Ponieważ nasza uniwersytecka młodzież musi obecnie mieć do dyspozycji jakiś system naturalnej filozofii do swoich studiów i ćwiczeń, a prawdziwy system Sir Isaaca Newtona nie został jeszcze odpowiednio spopularyzowany do tego celu, nie jest rzeczą niewłaściwą dla użytku młodzieży przełożyć i używać system Rohaulta, ale gdy tylko filozofia Sir Isaaca Newtona zostanie lepiej poznana, tylko ona powinna być uczona, a tamta zaniechana.²⁷

Tłumaczem drugiego angielskiego wydania podręcznika Rohaulta został przyjaciel i uczeń Newtona, Samuel Clarke (1675-1729), który

He will give it when he substitutes true motions for those that he has supposed"; *Journal des Sçavants*, vol. 16, 2 Sierpnia 1688, s. 237-8, tłumaczenie Alexandra Koyr'e'a. Na temat innych recenzji dzieła Newtona, por. I.B. Cohen, *Introduction to Newton's 'Principia'*, Harvard University Press, Cambridge 1971, rozdział VI.

²⁶G.W. Leibniz, "Tentamen de Motuum Coelestium Causis", *Acta Eruditorum*, 1689.

²⁷Wypowiedź Williama Whistona; F. Cajori, "An Historical and Explanatory Appendix", w: I. Newton, *The Mathematical Principles of Natural Philosophy*, dz. cyt., (wydanie: University of California Press, London 1974, vol. II,) s. 630; tłumaczenie Michała Hellera ("Przedmowa", w: I. Newton, *Matematyczne zasady filozofii przyrody*, dz. cyt., s. 13).

uzupełnił oryginalny tekst własnym komentarzem będącym w rzeczywistości polemiką z fizyką kartezjańską i formą popularyzacji teorii zawartej w *Principiach*.²⁸ Swoje własne argumenty przeciwko kartezjańskiej teorii wirów wystrzył również sam Newton, a okazją do ich opublikowania było drugie wydanie jego dzieła, które miało miejsce w roku 1713.

Potrzeba wznowienia *Principiów* pojawiła się już kilka lat po pierwszym wydaniu, gdy okazało się, że popyt na książkę Newtona ciągle rośnie, tak samo jak i cena egzemplarzy wydrukowanych w roku 1687. Newton myślał o drugim wydaniu swojego dzieła co najmniej od roku 1694, o czym wiadomo z jego korespondencji z astronomem Johnem Flamsteedem (1646-1719).²⁹ Przez kilka lat przygotowywał korektę i wykonywał kolejne doświadczenia dotyczące ruchu ciał w ośrodkach z oporem, a wyniki tych doświadczeń planował włączyć do poprawionej wersji *Principiów*. Przeciagające się prace nad poprawkami spowodowały, że począwszy od roku 1708 rektor *Trinity College* w Cambridge, Richard Bentley (1662-1742), który podjął się sfinansowania drugiego wydania, zaczął delikatnie zachęcać Newtona do rychłego sfinalizowania korekty. Bentley, który był teologiem, nie czuł się kompetentny do tego, by podjąć się roli redaktora dzieła z zakresu fizyki, i zadanie to zlecił jednemu z profesorów swojego uniwersytetu, matematykowi Rogerowi Cotesowi (1682-1716).

Cotes nie tylko wziął na siebie znaczną część korekty fragmentów, które Newton — zajęty rozwiązywaniem ważniejszych problemów — pominął, ale również napisał przedmowę, w której zawarł bardzo radykalną krytykę kartezjańskiej teorii wirów³⁰, a także polemikę ze stylem uprawiania filozofii przyrody — reprezentowanym głównie przez

²⁸Wykonane przez Clarke'a łacińskie tłumaczenie książki Rohaulta miało kilka wydań: pierwsze dwa — z roku 1697 i 1703 — nie zawierały wyraźnej polemiki z fizyką kartezjańską, natomiast znalazła się ona w trzecim wydaniu z roku 1710; por. F. Cajori, "An Historical and Explanatory Appendix", dz. cyt., s. 631.

²⁹Por. *The Correspondence of Isaac Newton*, J.F. Scott (red.), vol. 4 (1694-1709), Cambridge University Press 1967, s. 42.

³⁰Cajori podkreśla, że wyraźne sformułowanie argumentów przeciwko teorii wirów było głównym celem przedmowy Cotesa: "The primary object of the Preface was to combat Descartes' theory of vortices. The need of such discussion, twenty-six years after the first appearance of Newton's *Principia*, indicates the great popular attachment

Kartezjusza i Leibniza — w którym ścisłą matematykę zastępuje się „grą wyobraźni” i „wzniosłą poezją”.³¹ Oprócz przedmowy Cotesa i kilku istotnych zmian w zasadniczym tekście *Principiów*³² drugie wydanie dzieła Newton zawiera dodane po księdze III *Scholium Generale*, po większej części poświęcone roli Boga w newtonowskim mechanicyzycznym „systemie świata”, ale również obejmujące kolejne argumenty przeciwko teorii wirów, a także słynną deklarację Newtona dotyczącą „nie wymyślania hipotez” na temat natury grawitacji.³³

W roku 1726 miała miejsce trzecia edycja *Principiów*, przy okazji której Newton wprowadził do swojej pracy nieznaczne poprawki wybranych sformułowań i dodał kilka nowych przykładów ilustrujących przeprowadzone wcześniej obliczenia. Wydanie to stało się podstawą dla wszystkich późniejszych wydań i przekładów tego dzieła.

Polskie tłumaczenie *Principiów* wykonane zostało przez Jarosława Wawrzyckiego, który nie tylko podjął się roli tłumacza, ale również napisał obszerny wstęp zawierający historyczne wprowadzenie ukazujące szczególny charakter, naukową doniosłość i zarazem aktualność dzieła Newtona. Swoje tłumaczenie Wawrzycki oparł przede wszystkim na angielskim przekładzie Andrew Motte’a z 1729 roku, chociaż korzystał również z innych przekładów (angielski przekład Cohena i Whitmana z roku 1999, i oryginalny tekst łaciński trzeciego wydania z roku 1726). Michał Heller — autor przedmowy — nie bez powodu podkreśla, że przekład Wawrzyckiego jest wyjątkowy:

to the views of Descartes”; F. Cajori, “An Historical and Explanatory Appendix”, dz. cyt., s. 629.

³¹Por. „Cotes’s Preface to the Second Edition”, w: I. Newton, *The Mathematical Principles of Natural Philosophy*, dz. cyt., vol. I, s. xx.

³²Newton m.in. zmienił strukturę argumentu na rzecz powszechnego ciężenia, pomijając w nim słowo „hipoteza”, dołączył passusy dotyczące eksperymentów przemawiających przeciwko teorii wirów i dodał — korzystając z dokonanych w międzyczasie odkryć Halley’a — kilka kolejnych przykładów komet.

³³Zob. I. Newton, *Matematyczne zasady filozofii przyrody*, dz. cyt., s. 691-694.

Na ogół tego rodzaju przekłady traktuje się jako historyczny zabytek, monument z przeszłości, któremu dzisiejsze czasy winny szacunek i pieczołowitość. Przekłady takie oddaje się do rąk historykom nauki i stawia na honorowej półce. Jarosław Wawrzycki, sam czynnie pracujący fizyk, potraktował swój przekład odmiennie: z szacunkiem dla historii, ale jako dzieło nadal żyjące w tym, co zapoczątkowało. [...] [Jest to] próba odczytania *Principiów* oczyma uczonego wyposażonego w dobrą znajomość tego, co łączy — bo nie dzieli — współczesny stan fizyki z tym, czego dokonał Newton.³⁴

Oprócz zasadniczego tekstu dzieła Newtona, przedmowy Hellera i wstępu tłumacza, polskie wydanie *Principiów* zawiera również interesujące posłowie autorstwa Andrzeja K. Wróblewskiego, w którym autor przedstawia — zaledwie wspomniany w niniejszym opracowaniu — problem recepcji dzieła w świecie naukowym. Całości obrazu dopełnia staranne wydanie książki, o które zatroszczyło się krakowskie wydawnictwo Copernicus Center Press. Nie ulega wątpliwości, że fundamentalne dzieło, które dało początek nowożytnej fizyce, zyskało na polskim rynku wydawniczym godną oprawę — zarówno tę merytoryczną, jak i tę zewnętrzną.

Wspinanie się na ramiona olbrzymów ma długą tradycję. Sam Newton nie zapoczątkował tej tradycji, ale na jego przykładzie można dzisiaj uczyć się „technologii” takiej wspinaczki, która rzeczywiście pozwala widzieć dalej i rozumieć więcej. To tylko jeden z wielu innych powodów — choć z pewnością nie najmniej istotny — dla których warto ciągle na nowo sięgać po jego *Principia*.

³⁴M. Heller, „Przedmowa”, art. cyt., s. 14. Swoją motywację Wawrzycki wyraża następująco: „zasadniczym celem, jaki mi przyświecał, była próba ukazania *Principiów* jako dzieła wiecznie młodego, pełnego problematyki jakże aktualnej również we współczesnej fizyce i matematyce”; J. Wawrzycki, „Od tłumacza — komentatora”, w: I. Newton, *Matematyczne zasady filozofii przyrody*, dz. cyt., s. 15.

SUMMARY***A SHORT HISTORY OF NEWTON'S PRINCIPIA***

The Polish translation of the most famous treatise of Newton has just been published, which is a good opportunity to recall some of the episodes related to the origin of *Principia*. In the first part of this three piece paper, the historical context is presented, in which unsolved scientific problems – specially those of planetary motions – were discussed before Newton; in the second part, the circumstances of the process of the writing of the *Principia* are outlined; in the third part, some facts are recalled which show that not all scientists and philosophers at once recognized the value and the importance of Newton's treatise. Finally, some remarks on the Polish edition are made.