GALICJA STUDIA i MATERIAŁY
https://journals.ur.edu.pl/galisim
12
2025
ISSN 2450-5854
DOI: 10.15584/galisim.2025.12.11
THIS JOURNAL IS OPEN ACCESS CC BY-NC-ND

Andrzej Łukasik
(Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Polska)
ORCID: 0000-0001-9939-9135

O relacjach między fizyką a filozofią w pismach filozoficznych Mariana Smoluchowskiego

Błękit nieba dla każdego, kto umie czytać w księdze przyrody, jest oczywistym dowodem słuszności atomistyki, gdyż dowodzi on, że powietrze posiada strukturę ziarnistą.

Marian Smoluchowski[1]

Celem artykułu jest rekonstrukcja i analiza relacji między fizyką a filozofią w pismach filozoficznych Mariana Smoluchowskiego, jednego z najwybitniejszych polskich i światowych fizyków przełomu XIX i XX w. Analizowana jest rola założeń filozoficznych w praktyce badawczej fizyków, znaczenie odkryć z dziedziny fizyki dla tradycyjnej problematyki filozoficznej, problem statusu poznawczego hipotez i teorii naukowych oraz miejsce myśli Smoluchowskiego w tradycji filozoficznej.

Słowa kluczowe: Marian Smoluchowski, fizyka, filozofia, atomizm, pragmatyzm

Wstęp

Marian Smoluchowski (1872–1917) należy do najwybitniejszych polskich i światowych fizyków przełomu XIX i XX w. Jego prace nad kinetyczną teorią gazów i atomistyczną teorią materii miały fundamentalne znaczenie dla akceptacji przez społeczność uczonych atomizmu. W szczególności opublikowane, niezależnie od Alberta Einsteina, teoretyczne wyjaśnienie ruchów Browna przekonało wielu sceptycznie wówczas nastawionych uczonych do realności atomów[2].

[1] M. Smoluchowski, *Ewolucja teorii atomistycznej* [w:] tenże, *Wybór pism filozoficznych*, red. W. Krajewski, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1956, s. 246.

[2] Por. M. von Laue, *Historia fizyki*, tłum. A. Teske, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1957, s. 157–158.

Polskie Towarzystwo Fizyczne ustanowiło na cześć uczonego Medal Smoluchowskiego będący najwyższym odznaczeniem dla uczonych, którzy w wybitny sposób przyczynili się do rozwoju fizyki. Laureat Nagrody Nobla Subrahmanyan Chandrasekhar w przemówieniu podczas nadania mu Medalu Smoluchowskiego wyraził przekonanie, podzielane zresztą przez wielu innych fizyków[3], że gdyby nie przedwczesna śmierć uczonego, to otrzymałby on również Nagrodę Nobla. Nagrody Nobla z chemii otrzymali Richard Zsigmondy (1925) i Teodor Svedberg (1926) właśnie za eksperymentalne potwierdzenie teoretycznych prac Smoluchowskiego nad koloidami oraz Jean Baptiste Perrin (1926) za prace eksperymentalne nad ruchami Browna[4].

Dzisiaj stwierdzenie, że „wszystko składa się z atomów" wydaje się banałem, jednak jeszcze na przełomie XIX i XX w. przez wielu uczonych było uznawane za czystą spekulację, a nawet za sprzeczność z dobrze potwierdzonymi teoriami fizycznymi, przede wszystkim zaś z termodynamiką. Smoluchowski przyczynił się do wyeliminowania tej – jak się okazało pozornej – sprzeczności. Jego zainteresowania wykraczały jednak daleko poza czystą fizykę – podejmował on również problematykę filozoficzną związaną z tematami prowadzonych przez siebie badań naukowych. Może być zatem zaliczony do grona filozofujących fizyków lub przedstawicieli nurtu „filozofii w nauce", podobnie jak wielu innych wielkich fizyków, takich jak Max Planck, Albert Einstein, Niels Bohr, Werner Heisenberg i Erwin Schrödinger, którzy dokonali nie tylko fundamentalnych odkryć w fizyce, ale przyczynili się także do rozwoju filozofii. Uczeni ci zastanawiali się również nad znaczeniem filozofii dla fizyki i rezultatów fizyki dla tradycyjnej problematyki filozoficznej. Celem niniejszego artykułu jest rekonstrukcja i analiza poglądów na relacje między fizyką a filozofią w ujęciu Smoluchowskiego.

Znaczenie filozofii dla fizyki

Fizyka dzięki wykorzystaniu zaawansowanego aparatu matematycznego i niezwykle precyzyjnych metod eksperymentalnych uznawana jest powszechnie za wzorzec „nauki ścisłej". Odnośnie do filozofii nie ma takiej zgody nawet

[3] Por. A.K. Wróblewski, *Historia fizyki w Polsce*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2020, s. 184.

[4] Por. R.S. Ingarden, *Editor's Preface* [w:] S. Chandrasekhar, M. Kac, R. Smoluchowski, *Marian Smoluchowski. His Life and Scientific Work*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1986, s. 6–7. W dziedzinie fizyki Nagroda Nobla przyznawana jest wyłącznie za takie prace teoretyczne, które są potwierdzone doświadczalnie. Nagrody Nobla nie przyznaje się pośmiertnie. Polskie Towarzystwo Fizyczne ustanowiło rok 2017 rokiem Mariana Smoluchowskiego.

wśród samych filozofów – jedni traktują ją jako naukę (humanistyczną), inni zaś jako twórczość bliższą literaturze lub nawet poezji. Jeżeli chodzi o stosunek fizyków do filozofii, to większość z nich w ogóle nie zajmuje się nią, natomiast wśród uczonych, którzy wypowiadają się na tematy filozoficzne i o samej filozofii można wyraźnie dostrzec pewną polaryzację stanowisk na profilozoficzne i antyfilozoficzne[5]. Fizycy tacy jak Richard Feynman, Steven Weinberg, Stephen Hawking, a ostatnio Sabine Hossenfelder[6] utrzymują, że filozofia jest dla fizyki bez znaczenia, ponieważ filozofowie nie nadążają za rozwojem nauki i nie rozumieją teorii naukowych, a odpowiedzi na pytania tradycyjnie uznawane za filozoficzne mogą współcześnie być udzielane przez fizyków. Weinberg pisze na przykład, że nawet filozofia nauki stanowi jedynie „politurę na historii odkryć naukowych"[7], a Hawking twierdzi, że dziś „filozofia jest martwa"[8].

Z drugiej strony wielu wybitnych fizyków, zwłaszcza fizyków teoretyków, zabierało głos w kwestiach filozoficznych i wyrażało poglądy o istotnych związkach fizyki z filozofią. Przykładami mogą być Ernst Mach, Wilhelm Ostwald, Pierre Duhem, Henri Poincaré, Albert Einstein, Max Planck, Werner Heisenberg, Erwin Schrödinger, Roger Penrose, Carlo Rovelli. Stanowisko Smoluchowskiego należy niewątpliwie do postaw zdecydowanie profilozoficznych. Wielokrotnie podkreślał on istotny „związek nauk przyrodniczych, zwłaszcza fizyki z filozofią"[9]. Fizykę definiuje jako „naukę o *zasadniczych* prawach przyrody"[10] i twierdzi, że „żadna nauka nie daje tyle materiału, nie doprowadza tak prosto i naturalnie do tych kwestii, jak fizyka; każdy jej problemat, należycie pogłębiony, odsłania ostatecznie zagadnienie filozoficzne"[11]. Przykładami zagadnień filozoficznych implikowanych przez rozwój fizyki, którymi zajmował się Smoluchowski, są: problem determinizmu[12], zagadnienie przypadku w pra-

---

[5] Por. A. Łukasik, *O postawach fizyków wobec filozofii*, „Filozofia i Nauka. Studia filozoficzne i interdyscyplinarne" 2020, t. 8 (2), s. 9–34.

[6] Por. S. Hossenfelder, *Czy Wszechświat myśli? I inne ważne pytania nauki*, tłum. B. Bieniok, E.L. Łokas, Copernicus Center Press, Kraków 2023, s. 15.

[7] Por. S. Weinberg, *Sen o teorii ostatecznej*, tłum. P. Amsterdamski, Zysk i S-ka, Warszawa 1994, s. 135–153.

[8] Por. S. Hawking, L. Mlodinow, *Wielki projekt*, tłum. J. Włodarczyk, Wyd. Albatros, Warszawa 2017, s. 9.

[9] M. Smoluchowski, *Znaczenie nauk ścisłych w wykształceniu ogólnym* [w:] tenże, *Wybór pism filozoficznych*, red. W. Krajewski, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1956, s. 355.

[10] Tamże, s. 354.

[11] Tamże, s. 355.

[12] Dokładniejsze omówienie zagadnienia por. Z. Roskal, *Mariana Smoluchowskiego ujęcie zasady przyczynowości w badaniach ruchów Browna*, „Zagadnienia Filozoficzne w Nauce" 2017, nr 62, s. 99–126.

wach fizycznych[13], status praw probabilistycznych, kwestia uzasadniania praw naukowych, rozważania nad historią fizyki, w szczególności historią atomizmu i ówczesnym stanem teorii atomistycznej, problem odwracalności zjawisk oraz problem statusu poznawczego hipotez i teorii naukowych[14].

Nauki ścisłe mają zarówno wartość poznawczą, jak i praktyczną. Podejście utylitarystyczne kładzie nacisk przede wszystkim na praktyczne rezultaty fizyki. To uznaje Smoluchowski za stanowisko krótkowzroczne, bezowocne[15] i niepożądane, za „zbagatelizowanie tej pięknej nauki"[16]. Pisze następująco: „pragnąłbym raczej usilnie filozoficznego pogłębienia tej nauki, gdyż tym sposobem zyskuje ona treści idealno-humanistyczne"[17]. Związek fizyki z filozofią polega również na tym, że nauki ścisłe, ucząc rzetelności w pracy laboratoryjnej i ścisłego logicznego rozumowania, mają ważny pierwiastek moralny: „Nauki ścisłe, uznając tylko prawa przyrody i własny rozum człowieka, były zawsze antidotum, były odtrutką przeciwko ślepej wierze w autorytety, przeciwko niewolniczej służalczości umysłów"[18].

Tekst Smoluchowskiego *Znaczenie nauk ścisłych w wykształceniu ogólnym* jest zapisem przemówienia wygłoszonego podczas Zjazdu Członków Towarzystwa Nauczycieli Szkół Wyższych 27 maja 1917 r. – ponad 100 lat temu, gdy nie istniało państwo polskie, a Galicja należała do rejonów zacofanych gospodarczo i naukowo. Współcześnie, w roku 2025, gdy w Polsce, w zupełnie innej sytuacji geopolitycznej, toczą się dyskusje nad reformą oświaty w dobie rewolucji informatycznej, myśl Smoluchowskiego wydaje się nad wyraz aktualna. Czytamy tam m.in.: „Czas najwyższy, żebyśmy zorientowali się, że żyjemy w wieku XX [wypadałoby jedynie uaktualnić na: w wieku XXI]; żebyśmy kuli sobie broń, którą walczy się w czasach dzisiejszych, tj. wyszkolenie w naukach ścisłych, znajomość praw przyrody, umiejętności techniczne, obrotność gospodarczą"[19]. A podstaw filozofii powinno się nauczać w każdej szkole średniej, byle nie w sposób dogmatyczny i poprzez pamięciowe uczenie się[20].

---

[13] Por. J. Grzanka, *Filozofia przypadku w ujęciu Mariana Smoluchowskiego*, „Filozofia i Nauka. Studia filozoficzne i interdyscyplinarne" 2023. t. 11, s. 93–112.

[14] Szerzej na ten temat por. M. Dziekan, *Zagadnienie hipotez i teorii naukowych w rozważaniach filozoficznych Mariana Smoluchowskiego*, „Zagadnienia Filozoficzne w Nauce" 2017, nr 62, s. 7–71.

[15] M. Smoluchowski, *Przedmiot i zadanie fizyki* [w:] tenże, *Wybór pism filozoficznych*, red. W. Krajewski, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1956, s. 394.

[16] M. Smoluchowski, *Znaczenie nauk ścisłych w wykształceniu ogólnym*..., s. 336.

[17] Tamże, s. 336.

[18] Tamże, s. 336.

[19] Tamże, s. 337.

[20] Tamże, s. 335.

„Klasycy" i „romantycy"

Jeśli chodzi o samych uczonych zajmujących się naukami przyrodniczymi, to na uwagę zasługuje wyróżnienie przez Smoluchowskiego dwóch grup badaczy, przy czym kryterium tego podziału jest szerokość pola badawczego, którym zajmuje się uczony. „Smoluchowski – pisze Armin Teske – znał i podzielał pogląd Ostwalda, że wśród uczonych można wyróżnić dwie grupy: «klasyków» i «romantyków»"[21]. „Klasycy" to uczeni specjalizujący się w jednej wąskiej dziedzinie nauki, a ich publikacje skupione są na dodawaniu przyczynków do poprzednich badań[22]. Rzadko ich pracom towarzyszy refleksja metodologiczna czy też rozważania filozoficzne. Natomiast „romantycy" to uczeni interesujący się wieloma dziedzinami, często odległymi od siebie i – przynajmniej na pozór – niepowiązanymi ze sobą. Cechuje ich zdolność do formułowania śmiałych hipotez, „spekulacji" wykraczających poza aktualnie przyjęte teorie oraz dążność do sformułowania jednolitej teorii obejmującej jak największy zakres doświadczenia i unifikującej różne dziedziny[23]. Uczeni tacy są również skłonni do pogłębionej refleksji filozoficznej dotyczącej natury badań naukowych, stosowanych metod i związanych z fizyką zagadnień filozoficznych. Smoluchowski sam siebie zaliczał do „romantyków" – jego działalność naukowa dotyczyła wielu różnych dziedzin fizyki (m.in. ruchów Browna, fluktuacji gęstości, opalescencji, zagadnienia formowania się gór fałdowych)[24]. Warto również dodać, że był zarówno fizykiem doświadczalnym, jak i teoretykiem (a także wytrawnym taternikiem i alpinistą). Podkreślał również ścisły związek fizyki z filozofią i sam pisał prace o charakterze filozoficznym. Dostrzegał konieczność pogłębienia badań naukowych o rozważania filozoficzne[25], a fizyka będąca nauką o najogólniejszych i najbardziej podstawowych prawach przyrody prowadziła go w naturalny sposób do takich refleksji.

Niewątpliwą zaletą postawy romantycznej jest uniknięcie wąskiej specjalizacji i skupienie uwagi na kwestiach o fundamentalnym znaczeniu, w tym związanych z fizyką problemach filozoficznych. Według Smoluchowskiego śmiałe hipotezy wysuwane przez „romantyków" sprzyjają postępowi naukowemu, podczas gdy „przesadny krytycyzm" często reprezentowany przez „klasyków"

---

[21] A. Teske, *Marian Smoluchowski: życie i twórczość*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1955, s. 139; 251.

[22] Tamże, s. 140.

[23] Por. M. Dziekan, *Zagadnienie hipotez i teorii naukowych*…, s. 28.

[24] Por. A. Teske, *Marian Smoluchowski*..., s. 232.

[25] Por. B. Morawska-Nowak, *Marian Smoluchowski – wybitny polski fizyk przełomu XIX i XX wieku*, „Wszechświat" 2017, t. 118, nr 10–12, s. 303–310.

prowadzi do skostnienia i dogmatyzmu. Taką śmiałą hipotezą była na przełomie XIX i XX w. hipoteza atomistyczna, która uchodziła nawet za nienaukową, ponieważ wykraczała poza opis fenomenologiczny. Pewną wadą postawy „romantycznej" okazuje się jednak mniejsza efektywność prowadzonych badań naukowych. „Romantycy" są również częściej narażeni na krytykę ze strony uczonych o poglądach konserwatywnych.

Atomizm w filozofii przyrody i w fizyce współczesnej

Atomizm był jednym z pierwszych systemów starożytnej filozofii przyrody. Jego podstawy stworzyli Leukippos i Demokryt, a rozwinęli Epikur i Lukrecjusz. Podstawową ideę tej koncepcji filozoficznej zawiera twierdzenie, że „w rzeczywistości istnieją tylko atomy i próżnia". Atomy nie posiadają żadnych cech jakościowych (wszelkie cechy jakościowe mają charakter subiektywny), wszystkie są równie nieprzenikliwe (czyli pozbawione próżni), a różnią się od siebie jedynie kształtem i wielkością, czyli cechami geometrycznymi. Był to niezwykle prosty ontologiczny model świata, w którym wszelkie własności rzeczy i wszelkie procesy w przyrodzie miały być redukowalne do ruchu przestrzennego, łączenia się i rozdzielania atomów – ostatecznych, wiecznych, niepodzielnych i absolutnie niezmiennych składników materii.

Pomimo tego, że pod pewnymi względami atomizm był spośród wszystkich starożytnych systemów filozofii przyrody najbliższy współczesnym poglądom na budowę materii, to jednak przez dwa i pół tysiąca lat nie miał charakteru naukowego we współczesnym rozumieniu tego słowa. Nie uzyskał również szerszej akceptacji w filozofii przyrody – zwyciężył i zapanował na ponad dwa tysiące lat pogląd Arystotelesa głoszący, że ostatecznymi składnikami rzeczy są „żywioły" – ziemia, woda, powietrze i ogień, które różnią się od siebie jakościowo i mogą się w siebie wzajemnie przekształcać, a próżnia – równie istotny składnik ontologii atomizmu – istnieć nie może. Renesans atomizmu przypada na czas rewolucji naukowej XVI i XVII w. Poglądy atomistyczne głosili m.in. Giordano Bruno, Mikołaj Kopernik, Galileusz i Isaac Newton. Nadal jednak istnienie i własności atomów były jedynie przedmiotem spekulacji. Nawet w ramach filozofii mechanicyzmu teza o atomistycznej budowie materii była całkowicie niezależna od poprawności praw Newtona, a co więcej badania nad atomami pod koniec XIX w. wykazały, że prawa fizyki klasycznej w ogóle nie stosują się do świata atomów i cząstek elementarnych – zostały one zastąpione prawami mechaniki kwantowej.

Za pierwszą formę naukowej teorii atomistycznej powszechnie uznawany jest atomizm Johna Daltona z początku XIX w., który empirycznie ustalił względne ciężary atomowe. W fizyce atomizm uzyskał status teorii naukowej w połowie XIX w. w postaci kinetycznej teorii materii Jamesa Clerka Maxwella i Ludwiga Boltzmanna. Maxwell i Boltzmann wykazali m.in., że ciepło nie jest żadną *substancją* („cieplikiem" przepływającym z jednego ciała do drugiego, jak wówczas powszechnie sądzono), ale jest *procesem* przekazu energii różnym od pracy i związane jest z chaotycznym ruchem cząsteczek. Prawa termodynamiki fenomenologicznej okazały się redukowalne do praw fizyki statystycznej. Z dzisiejszej perspektywy oceniamy to jako wielki sukces teorii atomistycznej i to sukces niemal oczywisty, natomiast w drugiej połowie XIX w. sytuacja przedstawiała się zupełnie inaczej.

Śledząc zagadnienie relacji między fizyką a filozofią przyrody warto zadać pytanie o ocenę dawniejszych koncepcji atomistycznych w świetle atomistyki fizycznej przez samych fizyków. Okazuje się, że oceny atomizmu filozoficznego są wśród uczonych bardzo zróżnicowane – od skrajnie pozytywnych po zupełne lekceważenie. Jako przykłady pozytywnych ocen myśli starożytnych atomistów podamy stanowiska dwóch wielkich fizyków XX w., twórców podstaw mechaniki kwantowej. Werner Heisenberg pisał, że „Nie można zrozumieć współczesnej fizyki atomowej bez znajomości filozofii, w szczególności zaś greckiej filozofii przyrody"[26]. Erwin Schrödinger pisał zaś: „Atomizm okazał się więc niezmiernie owocny. Im bardziej się o tym myśli, tym trudniej powstrzymać zdziwienie, jak dalece jest to *prawdziwa* teoria"[27].

Smoluchowski, chociaż wielokrotnie podkreśla znaczenie filozofii dla fizyki, to jednak filozoficzne koncepcje atomistyczne, od starożytności poczynając po wiek XIX, traktuje jako spekulacje, które nie mają żadnego znaczenia dla nauki współczesnej. „Przyrodnik dzisiejszy mało znajdzie pożytku w studiowaniu atomistyki greckiej"[28]. „Fizyka dzisiejsza – pisze on – lekceważy ową atomistykę grecką, uważając ją za bezcelowe fantastyczne spekulacje, nie dowiedzione niczym i nie tłumaczące niczego, stojące mało co wyżej od indyjskich i perskich systemów teozoficznych lub od mitologicznych baśni ludów germańskich"[29]. Za początek naukowej atomistyki uznaje Smoluchowski dopiero prace Daltona w chemii, w fizyce natomiast teorie Clausiusa, Maxwella i Boltzmanna[30].

---

[26] W. Heisenberg, *The Physicist's Conception of Nature*, Greenwood Press Publishers, Westpoint, Connecticut 1970, s. 47.

[27] E. Schrödinger, *Przyroda i Grecy* [w:] tenże, *Przyroda i Grecy. Nauki przyrodnicze i humanistyczne*, tłum. K. Napiórkowski, Wyd. IFiS PAN, Warszawa 2017, s. 79.

[28] M. Smoluchowski, *Ewolucja teorii atomistycznej*..., s. 235.

[29] Tamże, s. 236.

[30] Tamże, s. 237.

Przeszkody epistemologiczne w akceptacji atomizmu

Właściwa historia nauki – pisze Smoluchowski – to „zdać sprawę z ukrytych sprężyn rozwoju naukowego, z ogólnych prądów umysłowych objawiających się w nauce”[31]. Otóż druga połowa XIX w. w fizyce była zdominowana badaniami w dziedzinie termodynamiki fenomenologicznej, a teoria ta, sformułowana zresztą głównie z przyczyn praktycznych związanych z budową maszyn parowych, odnosiła znaczące sukcesy – sformułowano sławne zasady termodynamiki i zasadę zachowania energii. W szczególności II zasada termodynamiki, czyli zasada wzrostu entropii, głosi, że ciepło przepływa zawsze od ciała o wyższej temperaturze do ciała o niższej temperaturze, a procesy odwrotne (w układach izolowanych) są niemożliwe. Mamy zatem do czynienia z nieodwracalnością zjawisk fizycznych – entropia układów zawsze rośnie (lub – dla procesów odwracalnych pozostaje stała). Codzienne obserwacje, jak się wydaje, doskonale potwierdzają II zasadę termodynamiki – gorąca kawa w filiżance stygnie i ostatecznie przybiera temperaturę otoczenia, mleko wlane do kawy miesza się z nią i otrzymujemy ciecz jednorodną itd., nigdy zaś nie obserwujemy procesów odwrotnych. Tymczasem kinetyczno-molekularna teoria materii oparta jest na prawach mechaniki Newtona, które są odwracalne w czasie – w II zasadzie dynamiki czas pojawia się w drugiej potędze (przyspieszenie to druga pochodna wektora położenia po czasie), zatem zmiana t na $-t$, czyli odwrócenie kierunku czasu nie zmienia postaci tych równań. Prawa mechaniki Newtona są niezmiennicze względem inwersji w czasie. Oznacza to, że ostatecznie wszystkie procesy fizyczne są odwracalne w czasie, co – jak wówczas sądzono – przeczy II zasadzie termodynamiki. Nie obserwujemy wszak zjawisk takich, jak wzrost temperatury kawy w niepodgrzewanym naczyniu, czy rozdzielenie się uprzednio już wymieszanych kawy i mleka. Jak rzecz ujmuje Smoluchowski, w drugiej połowie XIX w. toczyła się walka „pomiędzy dwoma poglądami na świat: termodynamiczno-energetycznym z jednej strony i atomistyczno-kinetycznym z drugiej”[32]. Termodynamika fenomenologiczna miała wówczas pozycję ugruntowaną w fizyce, atomizm natomiast był nadal uważany za teorię wysoce spekulatywną.

W kwestii opozycji wobec atomizmu można wskazać na dwa główne jej powody. Pierwszy wynikał ze stanu fizyki drugiej połowy XIX w. – sprzeczności (pozornej, jak się ostatecznie okazało) między odwracalnymi w czasie prawami kinetyczno-molekularnej teorii materii a bezwarunkową (jak się wówczas

[31] M. Smoluchowski, *Dzisiejszy stan teorii atomistycznej* [w:] tenże, *Wybór pism filozoficznych*, red. W. Krajewski, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1956, s. 257.

[32] M. Smoluchowski, *Granice stosowalności drugiej zasady termodynamiki* [w:] tenże, *Wybór pism filozoficznych*, red. W. Krajewski, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1956, s. 106.

wydawało) nieodwracalnością, ukierunkowaniem zjawisk w czasie, wynikającą z II zasady termodynamiki. Termodynamikę uważano, zgodnie z panującym wówczas paradygmatem naukowości, za naukę, która „może najbardziej zbliża się do ideału wolnej od hipotez nauki”[33], natomiast atomizm, w tym kinetyczno-molekularną teorię materii, za dziedzinę spekulatywną, wykraczającą poza opis fenomenologiczny. Co więcej, II zasada termodynamiki miała olbrzymie wsparcie empiryczne, natomiast Boltzmann i zwolennicy teorii kinetycznej, zgodnie z którą istnieją zjawiska sprzeczne z tą zasadą, nie mogli „powołać się na żaden przykład potwierdzony przez doświadczenie”[34]. Zasady termodynamiki – jak zauważa Smoluchowski – podniesiono wówczas „do godności dogmatu obowiązującego bezwzględnie, ściśle i powszechnie”[35].

Wiemy jednak obecnie, że wszelka wiedza o świecie fizycznym ma charakter hipotetyczny, nie sposób obejść się w fizyce bez hipotez, teorie fizyczne muszą być falsyfikowalne, a podniesienie do rangi bezwzględnej prawdy jakiejkolwiek teorii ogólnej, nawet najlepiej potwierdzonej empirycznie, stanowi przeszkodę epistemologiczną i hamuje rozwój badań naukowych.

Drugi powód sceptycyzmu uczonych wobec atomistyki miał raczej charakter filozoficzny i związany był nie tyle z konkretnymi teoriami naukowymi, jak termodynamika, ale z panującymi w tamtym czasie przekonaniami na temat kryteriów akceptacji teorii naukowych[36]. Jak wiadomo, druga połowa XIX w. to w filozofii okres dominacji pozytywizmu, filozofii niechętnej spekulacjom wykraczającym poza obserwowane zjawiska. W tamtych czasach nikt nie mógł nawet marzyć o obserwacji atomów – atomistykę nazywano nawet „atom-mistyką” i uznawano za spekulację całkowicie wykraczającą poza możliwości poznawcze nauki, a nawet za „kompromitujący wyraz spekulatywnych tendencji”[37]. Uznawano „tylko trzeźwy opis fenomenologiczny za uprawnioną metodę badania”[38], a tacy uczeni, jak Mach i Ostwald „sprzeciwiali się wprowadzeniu do fizyki hipotez nie dających się udowodnić, jak hipoteza o istnieniu atomów”[39].

Wprawdzie w nauce XIX w. dość powszechnie używano terminologii atomistycznej, to jednak przeważał pogląd, który można określić jako „nominalizm w atomistyce”[40]. W zapisach chemików posługujących się wzorami chemicznymi na określenie związków chemicznych poszczególne symbole pierwiastków

[33] A. Teske, *Marian Smoluchowski*..., s. 201.
[34] Tamże, s. 205.
[35] M. Smoluchowski, *Granice stosowalności drugiej zasady termodynamiki*..., s. 107.
[36] Por. A. Teske, *Marian Smoluchowski*..., s. 68–71.
[37] Tamże, s. 82.
[38] M. Smoluchowski, *Granice stosowalności drugiej zasady termodynamiki*..., s. 107.
[39] Tenże, *Ewolucja teorii atomistycznej*..., s. 238.
[40] A. Teske, *Marian Smoluchowski*..., s. 154.

chemicznych nie były interpretowane jako symbole denotujące realne atomy, lecz jako skrótowo zastępcze reprezentacje stosunków wagowych pierwiastka w związku chemicznym. Zgodnie z poglądem realistycznym na przykład wzór HCl oznacza „jeden atom wodoru łączy się z jednym atomem chloru i ciężar atomu chloru jest 35,5 raza większy od ciężaru atomu wodoru”[41]. Natomiast w rozumieniu nominalistycznym wzór HCl znaczy tylko tyle: „«wodór i chlor łączą się w stosunku wagowym 1:35,5» – i nic więcej; jeżeli mówi się o atomach, to tylko dla prostoty, jaką odznacza się terminologia atomistyczna, dla ułatwienia konwersacji, podobnie jak i po przyjęciu systemu Kopernika mówimy, że słońce wschodzi i zachodzi”[42]. Dla laboratoryjnej praktyki badawczej w dziedzinie chemii interpretacja realistyczna albo nominalistyczna terminologii atomistycznej nie miała większego znaczenia, lecz większość uczonych nie wierzyła w realność atomów.

Dla przezwyciężenia sytuacji kryzysowej w fizyce fundamentalne znaczenie miały prace Ludwiga Boltzmanna, który zdefiniował metodami fizyki statystycznej entropię i dowiódł, że II zasada termodynamiki zinterpretowana w kategoriach atomistycznych ma charakter wyłącznie statystyczny: stany o większej entropii to stany bardziej prawdopodobne, czyli mniej uporządkowane. Wzrost entropii w procesach fizycznych, określający termodynamiczną strzałkę czasu, jest bardziej prawdopodobny niż proces przeciwny, chociaż fluktuacje polegające na zachodzeniu procesów, w których entropia maleje, są możliwe. To, że nie obserwujemy procesów zachodzących wstecz w czasie, wynika jedynie z faktu, że dla makroskopowej ilości biorących w nich udział atomów i cząsteczek są one niezwykle mało prawdopodobne i czas, jaki byłby potrzebny, powiedzmy na samorzutne rozdzielenie się cząstek mleka wlanego do kawy, jest niewyobrażalnie długi. Smoluchowski pisze, że „Zgodnie z zasadami mechaniki układów zachowawczych czas może równie dobrze płynąć w kierunku dodatnim, jak i ujemnym. Krótko mówiąc: wszelkie procesy molekularne są zasadniczo odwracalne”[43]. II zasada termodynamiki straciła w ten sposób rangę prawa jednoznacznego, ale zachowała status prawa statystycznego w szerszym sensie – jest tym lepiej spełniona, im większa liczba molekuł znajduje się w rozważanym układzie. Zawsze jednak możliwe są fluktuacje, czyli odstępstwa od stanu równowagi termodynamicznej: „Nawet najmniej prawdopodobny stan musi się kiedyś przecież zdarzyć”[44].

Przekonanie o słuszności teorii atomistycznej skłoniło ostatecznie Smoluchowskiego do poglądu o subiektywności nieodwracalności zjawisk: „nieod-

[41] Tamże, s. 149.
[42] Tamże, s. 149.
[43] M. Smoluchowski, *Granice stosowalności drugiej zasady termodynamiki*..., s. 129.
[44] Tamże, s. 128.

wracalność jest tylko subiektywnym pojęciem obserwatora, a możność stosowania tego pojęcia nie zależy od rodzaju procesu w naturze, lecz od położenia punktu wyjścia i od czasu trwania obserwacji. Nieodwracalne wydają się nam takie procesy, których punkt wyjścia jest położony daleko na zewnątrz średniego zakresu wahań i które obserwowane są w przedziale czasu krótkim w porównaniu do czasu powrotu"[45]. Oczywiście stwierdzenie, że mamy do czynienia z „krótkim" lub „długim" przedziałem czasu jest zrelatywizowane do czasu życia ludzkiego. Bardziej obiektywne ujęcie problemu odwracalności otrzymujemy, gdy wyrazimy to w jednostkach liczbowych. Rozważmy – za Smoluchowskim – przykład pewnej powierzchni sferycznej w powietrzu atmosferycznym o normalnej gęstości i zadajmy pytanie: „po upływie jakiego czasu można oczekiwać, że nastąpi samorzutne częściowe odmieszanie, tak iż tlen przybierze w owej objętości stężenie o 1% wyższe niż normalnie"[46]. Rachunki pokazują, że jeżeli liczbę cząsteczek gazu w jednostce objętości przyjmiemy jako 3×10^{19}, wówczas dla kuli o promieniu 10^{-5} cm ów „czas powrotu" wynosi 10^{-11}s, natomiast dla kuli o promieniu 1 cm jest rzędu $10^{10^{14}}$s. Jest to czas niewyobrażalnie długi z perspektywy czasu trwania życia ludzkiego i możemy procesy takie traktować jako „zupełnie nieodwracalne"[47]. Dodajmy, że w czasach, gdy żył i tworzył Smoluchowski, panowało powszechne przekonanie o wieczności Wszechświata. Współcześnie wiemy, że liczba $10^{10^{14}}$s przekracza o wiele rzędów wielkości wiek Wszechświata, który wynosi 13,8 mld lat, oszacowany na podstawie teorii Wielkiego Wybuchu.

Poza statystyczną interpretacją II zasady termodynamiki równie fundamentalne znaczenie dla akceptacji przez społeczność uczonych atomizmu na początku XX w. miało wyjaśnienie zjawisk fluktuacyjnych, czyli odchyleń od stanu równowagi termodynamicznej, które są jednym z najmocniejszych dowodów na rzecz poprawności atomistycznej teorii materii. Smoluchowski (1906) niezależnie od Alberta Einsteina (1905) i posługując się nieco innymi metodami podał wyjaśnienie ruchów Browna. Zjawisko to odkryte w 1827 r. przez szkockiego biologa Roberta Browna polega na chaotycznych ruchach cząstek zawieszonych w cieczy, co można obserwować przez mikroskop. Z mikroskopowego punktu widzenia poruszanie się cząstki zawiesiny po charakterystycznej nieregularnej, łamanej krzywej wynika ze zderzeń z molekułami ośrodka, w którym ta cząstka jest zawieszona. (Ściślej rzecz biorąc, jak wykazał Smoluchowski,

[45] Tamże s. 142; por. M. Smoluchowski, *Molekularno-teoretyczne studia dotyczące odwrócenia zjawisk termodynamicznych nieodwracalnych i powrotu stanów anormalnych* [w:] tenże, *Wybór pism filozoficznych*, red. W. Krajewski, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1956, s. 183.

[46] M. Smoluchowski, *Molekularno-teoretyczne studia*..., s. 214.

[47] Tamże, s. 215.

obserwować można jedynie średnie położenia cząsteczek, ponieważ zderzenia następują miliardy razy na sekundę, co nie jest obserwowalne)[48].

Jak już wspomniano, zjawiska fluktuacyjne, czyli odchylenia od stanu równowagi termodynamicznej, są jednym z najważniejszych argumentów na rzecz atomistycznej struktury materii. Smoluchowski pisze: „Błękit nieba dla każdego, kto umie czytać w księdze przyrody, jest oczywistym dowodem słuszności atomistyki, gdyż dowodzi on, że powietrze posiada strukturę ziarnistą"[49]. Gdyby powietrze było ośrodkiem ciągłym i jednorodnym optycznie, wówczas niebo również w dzień byłoby czarne. „W tym znaczeniu można by powiedzieć, że ludzie od niepamiętnych czasów mieli przed oczami najoczywistszy dowód wyższości teorii molekularno-kinetycznej nad termodynamiką"[50].

Na początku XX w. nastąpiła ostatecznie radykalna zmiana poglądów uczonych na relacje między termodynamiką a atomistyką: „Atomistyka – pisze Smoluchowski – jest uznana powszechnie za podwalinę fizyki współczesnej; druga zasada termodynamiki natomiast straciła raz na zawsze swą pozycję niewzruszonego dogmatu, jednej z podstawowych zasad fizyki"[51]. Prawo wzrostu entropii „stosuje się do indywidualnych układów tylko w przybliżeniu, mianowicie o ile wolno pomijać wpływ przypadkowych fluktuacji"[52]. Praktyczna stosowalność zasad termodynamiki pozostaje zachowana, jednak ograniczenia ścisłej obowiązywalności II zasady ukazane przez kinetyczno-molekularną teorię materii są, w opinii Smoluchowskiego, skierowane przeciwko „panującej w nauce tendencji do dogmatyzowania i idealizowania termodynamiki"[53].

Jeśli chodzi natomiast o aspekt filozoficzny, to sukcesy atomizmu były jednocześnie związane ze zmianą *stylu myślowego*, jakby rzecz ujął Ludwik Fleck (Smoluchowski używa terminu „ogólny *ustrój* umysłowy owej epoki"[54]), z odrzuceniem fenomenalizmu, postulatu ograniczenia fizyki do opisów fenomenologicznych – świat atomów i cząstek elementarnych jest i pozostanie niedostępny bezpośredniemu doświadczeniu zmysłowemu, a mimo to dowody na rzecz

[48] Por. A. Teske, *Marian Smoluchowski*..., s. 164–165. Ściślej rzecz biorąc, doświadczalnie można wyznaczać średnie kwadratowe przesunięcie wybranej cząstki – por. A.K. Wróblewski, *Historia fizyki od czasów najdawniejszych do współczesności*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006, s. 433. Ilościowy związek opisujący ruchy Browna znany jest jako równanie Einsteina-Smoluchowskiego. Por. A.K. Wróblewski, *Historia fizyki w Polsce*..., s. 183.

[49] M. Smoluchowski, *Ewolucja teorii atomistycznej*..., s. 246.

[50] M. Smoluchowski, *Granice stosowalności drugiej zasady termodynamiki*..., s. 123.

[51] Tamże, s. 108.

[52] M. Smoluchowski, *O pewnych brakach w uzasadnieniu prawa entropii oraz równania zasadniczego Boltzmanna w kinetycznej teorii gazów* [w:] tenże, *Wybór pism filozoficznych*, red. W. Krajewski, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1956, s. 222.

[53] Tamże, s. 233.

[54] M. Smoluchowski, *Ewolucja teorii atomistycznej*..., s. 261.

jego realności – zarówno eksperymentalne, jak i teoretyczne – są ponad wszelką rozsądną wątpliwość. Sukcesy teorii atomistycznej spowodowały odrzucenie przez wielu uczonych filozoficznych uprzedzeń dotyczących atomizmu, a nawet szerzej – teorii fizycznych zawierających terminy teoretyczne odnoszące się do przedmiotów nieobserwowalnych. „Nawet zacięty przeciwnik atomistyki – pisze Smoluchowski – Ostwald, sam w roku 1908 uznał się za nawróconego do niej przez tak oczywiste dowody, jak ruchy Browna”[55]. Jest to, według Smoluchowskiego, otwarcie drogi fizyki w kierunku spekulacji lub – jak niekiedy mawiał – „powrót do spekulatywnego romantyzmu naukowego”[56]. Aby jednak uniknąć nieporozumień, należy wyróżnić dwa znaczenia terminu „spekulacja” w filozofii Smoluchowskiego[57].

Pierwsze znaczenie terminu „spekulacje” ma charakter pejoratywny – są to niedowiedzione niczym „fantastyczne” domysły na temat budowy materii. Za takie uznaje Smoluchowski, jak już była o tym mowa, między innymi starożytny atomizm. Koncepcje te nie miały charakteru naukowego przede wszystkim dlatego, że nie stanowiły matematycznego, ilościowego opisu zjawisk.

Natomiast jeśli przez „spekulacje” rozumiemy hipotezy wykraczające poza opis obserwowalnych zjawisk, to w nauce, jak również w życiu codziennym „ani kroku zrobić nie można bez oparcia się o hipotezy”[58]. „Hipotezy i teorie, nawet takie, w których obiektywną rzeczywistość nie wierzymy z jakiego bądź powodu, są doniosłym postępem, jeżeli ułatwiają nam objęcie myślowe szeregu zjawisk i jeżeli doprowadzają do przewidywania nowych faktów, jak właśnie atomistyka”[59]. W odniesieniu do reprezentantów fenomenalizmu pisze następująco: „Zapomniano, że spekulacje były zawsze najpotężniejszym bodźcem postępu w nauce”[60]. Tymczasem sukcesy teorii atomistycznej to – w wymiarze filozoficznym – „zwycięstwo spekulacji nad krótkowzrocznym empiryzmem”[61].

Kryterium użyteczności a problem prawdy w fizyce

W artykule *Dzisiejszy stan teorii atomistycznej* Smoluchowski pisze: „Jest to rzeczą pouczającą śledzić zmienne losy teorii naukowych; są one ciekawsze od zmiennych losów ludzi, każda z nich bowiem zawiera w sobie coś nieśmier-

[55] Tamże, s. 243.
[56] Tamże, s. 258.
[57] Por. M. Dziekan, *Zagadnienie hipotez i teorii naukowych*…, s. 15.
[58] M. Smoluchowski, *Ewolucja teorii atomistycznej*..., s. 239.
[59] Tamże, s. 239.
[60] Tamże, s. 260.
[61] Tamże, s. 266.

telnego, choć cząstkę wiecznej prawdy”[62]. Zawarte w tej wypowiedzi stwierdzenie, że teorie naukowe zawierają „choć cząstkę wiecznej prawdy” wyraźnie kontrastuje i innymi wypowiedziami, że teorii naukowych nie możemy oceniać w kategoriach prawdy i fałszu ani nawet prawdopodobieństwa, lecz jedynie w kategoriach użyteczności. Powstaje zatem problem prawdziwości teorii naukowych w filozofii fizyki Smoluchowskiego oraz problem relacji między prawdziwością a użytecznością teorii. „Często nas fizyków pytają – pisze Smoluchowski – czy wierzycie naprawdę w istnienie atomów i elektronów?”[63] Interesujące, że odpowiedź, jakiej udziela uczony, uzależniona jest od tego, czy pyta „filozof, czy też ktoś inny”[64].

Odpowiedź udzielona nie-filozofowi brzmi: „atomistyka należy do najpewniejszych albo, ściśle mówiąc, najbardziej prawdopodobnych hipotez naukowych”[65]. Wiara w istnienie rzeczywistości obiektywnej niezależnej od podmiotu poznającego, w której obowiązują niezmienne prawa przyrody, czyli tzw. naiwny realizm, jest naturalnym poglądem wynikającym z codziennego doświadczenia, który przyjmuje nawet „największy uczony”[66]. Zwykle wiąże się z tym określony pogląd na status poznawczy teorii fizycznych. Przyjmuje się mianowicie, że „nauka przez swe badania odkrywa nam rzeczywistość ukrytą poza ułudną ograniczonością naszych zmysłów, że uczy nas, jak świat zewnętrzny *rzeczywiście jest zbudowany*”[67]. Pogląd ten określa jednak Smoluchowski jako „naiwny”[68]. Z punktu widzenia filozofii problem jest znacznie bardziej skomplikowany.

Gdy pyta filozof, Smoluchowski udziela więc odpowiedzi znacznie bardziej powściągliwej – „hipoteza jest mi wygodna”[69] – pisze: „O wszystkim wolno wątpić”[70]. W fizyce „*nie chodzi nam wcale o poznanie istoty rzeczy* kryjącej się poza pozorami; […] zadaniem fizyki jest, o ile możności, gruntowne i *jasne poznanie świata zjawisk nam przystępnych*. Chodzi o jak najdokładniejsze zbadanie tych zjawisk oraz o powiązanie ich w całość zrozumiałą dla naszego umysłu”[71]. Teorii naukowych nie możemy oceniać jako prawdziwych albo fałszywych: „naukowy pogląd na świat nie jest prawdziwy”[72]. Jego akceptacja jest

[62] M. Smoluchowski, *Dzisiejszy stan teorii atomistycznej*..., s. 258–259.
[63] tenże, *Ewolucja teorii atomistycznej*..., s. 255.
[64] Tamże, s. 255.
[65] Tamże, s. 255.
[66] M. Smoluchowski, *Przedmiot i zadanie fizyki*..., s. 374.
[67] Tamże, s. 376.
[68] Tamże, s. 374.
[69] M. Smoluchowski, *Ewolucja teorii atomistycznej*..., s. 255.
[70] Tamże, s. 255.
[71] M. Smoluchowski, *Przedmiot i zadanie fizyki*..., s. 378.
[72] Tamże, s. 379.

raczej kwestią „wiary”[73], ponieważ prawdziwości teorii naukowych (jak również np. istnienia świata zewnętrznego) nie sposób udowodnić. Na co dzień każdy, w tym również uczony, przyjmuje pogląd realistyczny. Traktujemy najnowsze i najlepiej potwierdzone teorie naukowe *tak jakby* były prawdziwe. Stanowisko takie Smoluchowski uznaje za całkiem naturalne, dodaje jednak: „wystrzegajmy się upartego konserwatyzmu łączącego się zwykle z taką wiarą”[74].

Podstawowym kryterium akceptacji teorii naukowej jest według filozofii Smoluchowskiego jej *użyteczność*: „nie rozróżniamy zatem teorii prawdziwych, nieprawdziwych, bardziej lub mniej prawdopodobnych, rozróżniamy *teorie bardziej lub mniej użyteczne*. O użyteczności możemy mówić w znaczeniu trojakim. Tym użyteczniejsza jest teoria lub hipoteza: 1) im prostsza i bardziej poglądowa jest jej istota; 2) im większy obszar poznanych zjawisk objaśnia i naszemu umysłowi czyni przystępnym; wreszcie 3) im lepszym okazuje się przewodnikiem przy badaniach dalszych”[75]. Wprawdzie często mówi się, że dana hipoteza czy teoria jest „bardziej prawdopodobna niż inna”, to jednak z punktu widzenia logiki Smoluchowski uznaje taki sposób mówienia za niepoprawny. Otóż w matematyce pojęcie prawdopodobieństwa oznacza po prostu względną częstość i może być stosowane w odniesieniu do wielkiego zbioru zdarzeń, podczas gdy przy ocenie „prawdopodobieństwa” danej hipotezy mamy do czynienia tylko z jedną hipotezą[76].

Kryterium użyteczności pełni dla Smoluchowskiego podstawową rolę w ocenie i akceptacji teorii naukowych[77]. To zbliża niewątpliwie koncepcję Smoluchowskiego do pragmatyzmu. Akcent na niezbywalność hipotez w nauce można uznać za antycypację fallibilizmu rozpropagowanego później w filozofii nauki przez Karla R. Poppera, zgodnie z którym wszelkie, nawet najlepiej potwierdzone teorie naukowe, mogą okazać się fałszywe. Falsyfikowalność, czyli możliwość wykazania fałszywości teorii, jest według Poppera kryterium naukowości. Teoria, która nie spełnia tego kryterium, nie jest nawet teorią naukową. Jeśli przyjmiemy za Popperem rozróżnienie na postawy dogmatyczne i krytyczne, to Smoluchowski zdecydowanie zajmuje metanaukową postawę krytyczną. „Krytycyzm jest tu połączony z filozoficznym nastawieniem antyfundamentalistycznym, które doskonale pasuje do poglądów metanaukowych wybitnego

[73] Tamże, s. 379.

[74] Tamże, s. 379.

[75] Tamże, s. 420.

[76] Por. M. Dziekan, *Zagadnienie hipotez i teorii naukowych*…, s. 54. Karl R. Popper wprowadził termin *verisimilitude* – „prawdoupodobnienie”, czy też „podobieństwo do prawdy” ale, jak wiadomo, koncepcja ta również rodzi trudności o charakterze logicznym.

[77] J. Grzanka, *Między fizyką a filozofią. Filozofia przyrody i filozofia fizyki w pismach Mariana Smoluchowskiego*, Universitas, Kraków 2020, s. 48.

polskiego fizyka”[78]. Smoluchowski pisze następująco: „gdy jedna teoria okaże się wadliwą wobec postępu nauki; nie wahajmy się zastąpić ją przez inną”[79].

Istotnie, konserwatyzm przejawiający się w wierze w bezwzględną prawdziwość jakiejś teorii naukowej stanowił często w nauce *przeszkodę epistemologiczną*. Jak już wspomniano, przekonanie o bezwzględnej prawdziwości II zasady termodynamiki było taką przeszkodą epistemologiczną w akceptacji hipotezy atomistycznej. Jeżeli jednak przyjmiemy stanowisko antyfundacjonizmu głoszące, że wszelkie, nawet najlepiej potwierdzone, teorie naukowe *mogą* okazać się fałszywe albo że wszelkie teorie naukowe mają ograniczony zasięg stosowalności, to takie stanowisko filozoficzne otwiera drogę do akceptacji nowych idei w nauce oraz pozwala zrozumieć relacje między dawnymi teoriami a nowszymi.

Warto zauważyć, że czasy, w których tworzył polski fizyk, były czasami upadku mechanicyzmu w filozofii i nauce. Przez ponad dwa stulecia powszechnie wierzono w dosłowną prawdziwość fizyki Newtona i słuszność nadbudowanej nad nią filozofii mechanicyzmu. Jednak druga połowa XIX w. w fizyce to przede wszystkim badania w dziedzinie elektryczności i magnetyzmu, których rezultaty zdecydowanie wykraczały poza możliwość ich mechanistycznej interpretacji. Odkrycie promieniotwórczości (Henri Becquerel, Maria Curie-Skłodowska, Piotr Curie), odkrycie promieni X (Wilhelm Konrad Röntgen), badania nad promieniami katodowymi i odkrycie elektronu (Joseph John Thomson), odrzucenie koncepcji mechanicznego eteru i absolutystycznej koncepcji czasu i przestrzeni w szczególnej teorii względności (Albert Einstein) doprowadziły do radykalnej zmiany fizycznego obrazu świata i wykazania granic stosowalności fizyki klasycznej. Odkrycia te są również mocnym argumentem przeciw fundacjonalizmowi. Powstanie mechaniki kwantowej (1925–1926) nastąpiło wprawdzie już po śmierci Smoluchowskiego (1917), ale – z perspektywy historii nauki – kwantowomechaniczna rewolucja może być uznana za jeszcze jeden argument na rzecz aktualności jego poglądów na status poznawczy teorii naukowych.

Spróbujmy podsumować pogląd Smoluchowskiego na status poznawczy teorii naukowych: z punktu widzenia filozofii teorii naukowych nie możemy oceniać w kategoriach prawdy, fałszu, a nawet prawdopodobieństwa. Przekonanie co do prawdziwości naukowego obrazu świata jest raczej kwestią indywidualną, kwestią wiary, a nie poglądem, który można udowodnić metodami naukowymi. Bardziej adekwatnym kryterium oceny teorii naukowej jest użyteczność. Pozwala ono zachować dawniejsze teorie jako przybliżone, które można sto-

[78] P. Polak, *Byłem Pana przeciwnikiem [profesorze Einstein]… Relatywistyczna rewolucja naukowa z perspektywy środowiska naukowo-filozoficznego Lwowa*, Copernicus Center Press, Kraków 2012, s. 83.

[79] M. Smoluchowski, *Przedmiot i zadanie fizyki*..., s. 379.

sować w pewnych granicach. Na przykład fizyka newtonowska nie może być uznawana za ściśle poprawną, ale nadal jest użyteczną teorią w przypadku ruchów powolnych w stosunku do prędkości światła w próżni czy zastosowań np. w inżynierii – budowy mostów, domów lub samolotów. Nawet ponad sto lat po sformułowaniu teorii względności mechanika Newtona zachowuje swą użyteczność, chociaż nie jest już uważana za teorię fundamentalną. Podobnie II zasada termodynamiki zachowuje swą ważność, chociaż ma jedynie znaczenie statystyczne.

Dla uczonych XIX w. podzielających światopogląd mechanicyzmu zrozumieć jakieś zjawisko fizyczne oznaczało – jak twierdził Lord Kelvin – zbudować jego model mechaniczny. Fizyka współczesna daleko jednak wykroczyła poza taki sposób rozumienia „rozumienia" – „treść teorii fizycznej została ograniczona do treści matematycznej struktury"[80]. Tak też znaczenie teorii fizycznych pojmował Smoluchowski. W jednym ze swych rękopisów pisał, np. że teoria Maxwella „to są równania Maxwella. Reszta to tylko dodatki pomocnicze"[81]. „Matematyka nie posiada znaków do wyrażenia niejasnych, zagmatwanych pojęć"[82].

Filozofia fizyki Smoluchowskiego a tradycja filozoficzna

W opracowaniach filozoficznych poglądów fizyków często znajdujemy próby zaklasyfikowania ich myśli do jakiegoś nurtu filozoficznego – materializmu, idealizmu, pozytywizmu… Próby takie są na ogół dość ryzykowne i bywa, że przypisanie danemu uczonemu etykietki z określonym „-izmem" nie znajduje wystarczających podstaw w jego pismach, a nawet jawnie przeczy ich treści. Niektórzy filozofujący fizycy deklarują wprawdzie otwarcie swoje stanowisko filozoficzne, jednak dla większości z nich rozważania metafilozoficzne nie mają większego znaczenia. Problematyka filozoficzna na ogół ma znaczenie drugorzędne i poruszana jest jedynie o tyle, o ile ma związek z prowadzonymi przez uczonego badaniami naukowymi. Ten specyficzny stosunek fizyka do filozofii dobrze wyraził Einstein. Twierdził on, że uczony nie powinien wiązać się z jednym systemem filozoficznym, ponieważ bogactwa rzeczywistości nie jest w stanie uchwycić żaden pojedynczy system. „Wydaje się on realistą o tyle, o ile usiłuje przedstawić świat niezależny od aktów postrzegania; idealistą, gdy uważa pojęcia i teorie za wolne twory ludzkiego umysłu (nie dające się wyprowadzić z danych empirycznych); pozytywistą, gdy uważa swoje pojęcia i teorie uzasadnione *tylko* w tej mierze, w jakiej dają one logiczne przedsta-

[80] P. Polak, *Byłem Pana przeciwnikiem*…, s. 412.
[81] Cyt. za: P. Polak, *Byłem Pana przeciwnikiem*..., s. 412.
[82] M. Smoluchowski, *Dzisiejszy stan teorii atomistycznej*..., s 275.

wienie związków między danymi zmysłowymi. Może się on wydawać nawet platonikiem czy pitagorejczykiem, jeśli punkt widzenia logicznej prostoty uzna za niezbędne i skuteczne narzędzie swoich badań"[83].

Kilkanaście opracowań myśli Smoluchowskiego w polskiej literaturze filozoficznej powstało w połowie lat 50. XX. w., czyli w okresie dominacji w Polsce filozofii marksistowskiej. Interpretowano więc filozofię fizyki uczonego jako przykład materializmu, a nawet materializmu dialektycznego (choćby „nieuświadomionego" – cokolwiek to mogłoby znaczyć). Przykłady takiej interpretacji znajdujemy m.in. w pracach Władysława Krajewskiego, *Światopogląd Mariana Smoluchowskiego* czy też we *Wstępie* tegoż autora do pracy *Marian Smoluchowski. Wybór pism filozoficznych*. Poza szczegółowym omówieniem naukowych aspektów myśli Smoluchowskiego znajdujemy tam twierdzenia o materializmie polskiego fizyka, a nawet o tym, że jego prace nad zjawiskami fluktuacyjnymi popierają tzw. „dialektyczne prawidłowości"[84], a przyjmowany przez niego „materializm przyrodniczy […] doprowadził go do ateizmu"[85].

Problem w tym, że sam Smoluchowski nigdzie nie wspomina nawet o materializmie dialektycznym, a stanowisko materializmu uznaje za przezwyciężone we współczesnej fizyce m.in. dzięki rozwojowi teorii elektromagnetyzmu[86], w której przejawia się „tendencja antymaterialistyczna"[87]. Konsekwencją szczególnej teorii względności jest między innymi to, że „runęło naczelne prawo mechaniki newtonowskiej, prawo niezmienności masy, do którego umysł ludzki już tak się przyzwyczaił, że nie brakło nawet usiłowań ze strony niektórych płytko rozumujących filozofów, aby je pod nazwą prawa niezmienności «materyi» przedstawić jako prawdę przez się *a priori* zrozumiałą. Co więcej, pojęcie masy mechanicznej i z nim się łączące – czyli raczej z nim pogmatwane – metafizyczne pojęcie materyi, owego namacalnego «substratu zjawisk fizycznych», który niektórzy filozofowie uważali za to jedyne, co rzeczywiście istnieje, w dziwnem oświetleniu się przedstawia ze stanowiska fizyki obecnej: ulatnia się to pojęcie jakoby mara, widziadło, a odnosimy wrażenie, że właściwą podstawą zjawisk natury to jest elektryczność, i że to tylko siły elektryczne nas zwodziły, łudząc nas, że istnieje jakiś świat materyalny, kierowany niezłomnemi prawami mechaniki"[88].

---

[83] A. Einstein, *Uwagi do prac zamieszczonych w niniejszym tomie* [w:] tenże, *Pisma filozoficzne*, red. S. Butryn, Wydawnictwo IFiS PAN, Warszawa 1999, s. 178.

[84] W. Krajewski, *Światopogląd Mariana Smoluchowskiego*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1956, s. 85.

[85] Tamże, s. 47.

[86] M. Smoluchowski, *Zarys najnowszych postępów fizyki*, odbitka z „Muzeum", Lwów 1907, s. 1.

[87] Tenże, *Ewolucja teorii atomistycznej*..., s. 254.

[88] Tenże, *Zarys najnowszych postępów fizyki*..., s. 1.

Jako filozoficzną konsekwencję przemian w fizyce na przełomie XIX i XX w. uznaje zatem Smoluchowski nie potwierdzenie, ale raczej destrukcję materializmu. Być może interesująca będzie uwaga, że kilka dekad później tezy takie formułowane są przez wielu innych fizyków podejmujących refleksję filozoficzną. Werner Heisenberg pisze: „Współczesne interpretacje zjawisk mikroświata niewiele mają wspólnego z prawdziwie materialistyczną filozofią. Można właściwie powiedzieć, że fizyka atomowa sprowadziła naukę z drogi materializmu, którą kroczyła ona w dziewiętnastym stuleciu"[89]. Według Rogera Penrose'a „Im lepiej rozumiemy świat matematyczny, im głębiej poznajemy prawa natury, tym bardziej wydaje się nam, że świat fizyczny gdzieś wyparowuje i pozostaje tylko matematyka. Im głębiej rozumiemy prawa fizyki, tym dalej wkraczamy w świat matematyki i matematycznych pojęć"[90]. Nie mamy dziś wątpliwości, że wszystkie obiekty w przyrodzie zbudowane są z atomów i będących ich składnikami cząstek elementarnych (kwarków i leptonów), jednak własności cząstek elementarnych opisywanych przez mechanikę kwantową i zbudowany na jej podstawach model standardowy fizyki cząstek elementarnych całkowicie wykraczają poza możliwości ich ujęcia w kategoriach filozofii materialistycznej, w szczególności zaś materializmu mechanistycznego.

Współczesne badania nad filozofią fizyki Smoluchowskiego wolne są już od ideologii i usilnych prób wtłoczenia jego poglądów w ramy materializmu. „W żadnym wypadku – pisze Paweł Polak – nie można uznać Smoluchowskiego za materialistę (nawet nieuświadomionego)"[91]. „Stanowisko Smoluchowskiego – czytamy zaś w monografii Jana Grzanki – było sprzeczne z założeniami materializmu dialektycznego"[92]. Jeżeli już chcemy jakoś „zaszufladkować" poglądy filozoficzne uczonego, to – z uwagi na nacisk na użyteczność jako podstawowe kryterium akceptacji teorii naukowych w fizyce – najbliższy był mu pragmatyzm[93]. Jednak dodać należy, że Smoluchowski negatywnie oceniał „płaski utylitaryzm"[94] – użyteczność teorii naukowych jest dobrym kryterium ich oceny i akceptacji, jednak to nie praktyczne zastosowania stanowią siłę na-

[89] W. Heisenberg, *Fizyka a filozofia*, tłum. S. Amsterdamski, Książka i Wiedza, Warszawa 1963 s. 42.

[90] R. Penrose, *Makroświat, mikroświat i ludzki umysł*, tłum. P. Amsterdamski, Prószyński i S-ka, Warszawa 1997, s. 18–19.

[91] P. Polak, *Byłem Pana przeciwnikiem*..., s. 99.

[92] J. Grzanka, *Między fizyką a filozofią*..., s. 78.

[93] Por. M. Kac, *Marian Smoluchowski and the Evolution of Statistical Thought in Physics* [w:] S. Chandrasekhar, M. Kac, R. Smoluchowski, *Marian Smoluchowski. His Life and Scientific Work*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1986, s. 16–17; J. Grzanka, *Między fizyką a filozofią*..., s. 70.

[94] M. Smoluchowski, *Znaczenie nauk ścisłych*..., s. 337.

pędową nauki, ale „fanatyczne dążenie do prawdy”[95], cel czysto poznawczy, w którym fundamentalną rolę pełnią śmiałe hipotezy wykraczające poza to, co bezpośrednio obserwowalne.

Bibliografia

Chandrasekhar R., Kac M., Smoluchowski R., *Marian Smoluchowski. His Life and Scientific Work*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1986.

Dziekan M., *Zagadnienie hipotez i teorii naukowych w rozważaniach filozoficznych Mariana Smoluchowskiego*, „Zagadnienia Filozoficzne w Nauce” 2017, nr 62, s. 7–71.

Einstein A., *Uwagi do prac zamieszczonych w niniejszym tomie* [w:] tenże, *Pisma filozoficzne*, red. S. Butryn, Wydawnictwo IFiS PAN, Warszawa 1999.

Grzanka J., *Filozofia przypadku w ujęciu Mariana Smoluchowskiego*, „Filozofia i Nauka. Studia filozoficzne i interdyscyplinarne” 2023. t. 11, s. 93–112.

Grzanka J., *Między fizyką a filozofią. Filozofia przyrody i filozofia fizyki w pismach Mariana Smoluchowskiego*, Universitas, Kraków 2020.

Hawking S., Mlodinow L., *Wielki projekt*, tłum. J. Włodarczyk, Wydawnictwo Albatros, Warszawa 2017.

Heisenberg W., *Fizyka a filozofia*, tłum. S. Amsterdamski, Książka i Wiedza, Warszawa 1963.

Heisenberg W., *The Physicist's Conception of Nature*, Greenwood Press Publishers, Westpoint, Connecticut 1970.

Hossenfelder S., *Czy Wszechświat myśli? I inne ważne pytania nauki*, tłum. B. Bieniok, E.L. Łokas, Copernicus Center Press, Kraków 2023.

Ingarden R.S., *Editor's Preface* [w:] S. Chandrasekhar, M. Kac, R. Smoluchowski, *Marian Smoluchowski. His Life and Scientific Work*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1986.

Kac M., *Marian Smoluchowski and the Evolution of Statistical Thought in Physics* [w:] S. Chandrasekhar, M. Kac, R. Smoluchowski, *Marian Smoluchowski. His Life and Scientific Work*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1986.

Krajewski W., *Światopogląd Mariana Smoluchowskiego*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1956.

Laue M. von, *Historia fizyki*, tłum. A. Teske, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1957.

Łukasik A., *O postawach fizyków wobec filozofii*, „Filozofia i Nauka. Studia filozoficzne i interdyscyplinarne” 2020, t. 8 (2), s. 9–34.

Morawska-Nowak B., *Marian Smoluchowski – wybitny polski fizyk przełomu XIX i XX wieku*, „Wszechświat” 2017, t. 118, nr 10–12, s. 303–310.

Penrose R., *Makroświat, mikroświat i ludzki umysł*, tłum. P. Amsterdamski, Prószyński i S-ka, Warszawa 1997.

Polak P., *Byłem Pana przeciwnikiem [profesorze Einstein]… Relatywistyczna rewolucja naukowa z perspektywy środowiska naukowo-filozoficznego Lwowa*, Copernicus Center Press, Kraków 2012.

Roskal Z., *Mariana Smoluchowskiego ujęcie zasady przyczynowości w badaniach ruchów Browna*, „Zagadnienia Filozoficzne w Nauce” 2017, nr 62, s. 99–126.

[95] Tamże, s. 337.

Schrödinger E., *Przyroda i Grecy* [w:] tenże, *Przyroda i Grecy. Nauki przyrodnicze i humanistyczne*, tłum. K. Napiórkowski, Wyd. IFiS PAN, Warszawa 2017.
Smoluchowski M., *Ewolucja teorii atomistycznej* [w:] tenże, *Wybór pism filozoficznych*, red. W. Krajewski, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1956.
Smoluchowski M., *Dzisiejszy stan teorii atomistycznej* [w:] tenże, *Wybór pism filozoficznych*, red. W. Krajewski, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1956.
Smoluchowski M., *Granice stosowalności drugiej zasady termodynamiki* [w:] tenże, *Wybór pism filozoficznych*, red. W. Krajewski, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1956.
Smoluchowski M., *Molekularno-teoretyczne studia dotyczące odwrócenia zjawisk termodynamicznych nieodwracalnych i powrotu stanów anormalnych* [w:] tenże, *Wybór pism filozoficznych*, red. W. Krajewski, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1956.
Smoluchowski M., *O pewnych brakach w uzasadnieniu prawa entropii oraz równania zasadniczego Boltzmanna w kinetycznej teorii gazów* [w:] tenże, *Wybór pism filozoficznych*, red. W. Krajewski, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1956.
Smoluchowski M., *Przedmiot i zadanie fizyki* [w:] tenże, *Wybór pism filozoficznych*, red. W. Krajewski, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1956.
Smoluchowski M., *Zarys najnowszych postępów fizyki*, odbitka z „Muzeum", Lwów 1907.
Smoluchowski M., *Znaczenie nauk ścisłych w wykształceniu ogólnym* [w:] tenże, *Wybór pism filozoficznych*, red. W. Krajewski, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1956.
Teske A., *Marian Smoluchowski: życie i twórczość*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1955.
Weinberg S., *Sen o teorii ostatecznej*, tłum. P. Amsterdamski, Zysk i S-ka, Warszawa 1994.
Wróblewski A.K., *Historia fizyki od czasów najdawniejszych do współczesności*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006.
Wróblewski A.K., *Historia fizyki w Polsce*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2020.

Tekst przyjęty do druku: październik 2024
Tekst opublikowany: grudzień 2025

On the Relations Between Physics and Philosophy in Marian Smoluchowski's Philosopical Writtings

Abstract

The aim of this article is to reconstruct and analyse the relationship between physics and philosophy in the philosophical writings of Marian Smoluchowski, one of the most outstanding Polish and international physicists of the turn of the 19th and 20th centuries. The article analyses the role of philosophical assumptions in the research practice of physicists, the significance of discoveries in physics for traditional philosophical issues, the problem of the cognitive status of scientific hypotheses and theories, and the place of Smoluchowski's thought in the broader philosophical tradition.

Keywords: Marian Smoluchowski, physics, philosophy, atomism, pragmatism