



**Zagadnienia  
Filozoficzne  
w Nauce**

**Zagadnienia  
Filozoficzne  
w Nauce**

© Copernicus Center Press, 2017

**Kolegium redakcyjne:**

Redaktor Naczelny: dr hab. Paweł Jan Polak  
Zastępca Redaktora Naczelnego: dr. hab. Janusz Mączka  
Redaktor Honorowy: prof. dr hab. Michał Heller  
Sekretarz redakcji: Piotr Urbańczyk

Projekt okładki: Mariusz Banachowicz

Adiustacja i korekta: Artur Figarski

Redakcja techniczna: Artur Figarski

Projekt typograficzny: Mirosław Krzyszkowski

Skład: MELES-DESIGN

ISSN 0867-8286 (wyd. papierowe)

ISSN 2451-0602 (wyd. online)

Nakład: 500 egz.

**Redakcja:**

Zagadnienia Filozoficzne w Nauce  
Wydział Filozoficzny UPJPII  
ul. Kanonicza 9  
31-002 Kraków  
e-mail: zagadnienia@upjp2.edu.pl  
www.zfn.edu.pl



**Copernicus  
Center**  
PRESS

**Wydawca:**

Copernicus Center Press Sp. z o.o.  
Pl. Szczepański 8, 31-011 Kraków  
tel. (+48) 12 430 63 00  
e-mail: marketing@ccpress.pl  
www.ccpress.pl

Druk: OSDW Azymut

# Zagadnienia Filozoficzne w Nauce

Filozofia fizyki Mariana Smoluchowskiego  
w 100. rocznicę śmierci

---

**LXII ■ 2017**

---

Michał Heller	Od Redakcji	<b>5</b>
<b>ARTYKUŁY</b>		
Małgorzata Dziekan	Zagadnienie hipotez i teorii naukowych w rozważaniach filozoficznych Mariana Smoluchowskiego	<b>7</b>
Jacek Rodzeń	Światy indeterministyczne Franza-Serafina Exnera i Mariana Smoluchowskiego	<b>73</b>
Zenon E. Roskal	Mariana Smoluchowskiego ujęcie zasady przyczynowości w badaniach ruchów Brownia	<b>99</b>
Andrzej Fuliński	Fluktuujący świat Mariana Smoluchowskiego	<b>127</b>



## Z LEKTURY KLASYKÓW

Paweł Polak		
Małgorzata Dziekan	Rękopisy Mariana Smoluchowskiego – ważne źródło do studiów nad filozofią w nauce	141
Marian Smoluchowski	Vortrag im Philosophischen Seminar 1893/1894	171
Marian Smoluchowski	O teoriach elektryczności	191
Marian Smoluchowski	O elektronach	221
Marian Smoluchowski	O metodach fizyki doświadczalnej	245
Marian Smoluchowski	Uwagi o roli przypadku we fizyce	277

## RECENZJE

Bartosz Janik	Panorama inna niż wszystkie	303
Paweł Polak	Komu ma służyć wznowienie monografii Barbary Skargi o pozytywizmie?	309
Kamil Trombik	O dwóch takich, co o nauce i wierze rozmawiali	315

## Od Redakcji

„Poeta fizyki”, „człowiek, który pracował za wielu, starczył za dziesięciu”. Takimi słowami żegnał Mariana Smoluchowskiego jego pierwszy uczeń, Jan Jakub Stock. Słowa te napisane zostały w tragicznym roku 1917, w niewoli rosyjskiej, w dalekim Taszkencie. Wspomnienia te, jak wiele innych ówczesnych, kończą się wezwaniem do wzmożonej pracy nad kontynuacją dzieła Smoluchowskiego. Dziś, gdy mija równo sto lat, warto przyjrzeć się spuściznie Smoluchowskiego. Fenomen tej postaci wykraczał poza wąskie ramy specjalisty-fizyka. Z pewnością był to uczonej wielkiej miary, skoro określenia typu „romantyk nauki”, podkreślające jego wyjątkowość, możemy spotkać nader często w różnorodnych wspomnieniach.

Czym był ów romantyzm nauki? Na czym polegał fenomen Smoluchowskiego? Jaka wreszcie była jego rola dla rozwoju krakowskiej filozofii przyrody? Te i podobne pytania chcemy podjąć w niniejszym numerze specjalnym ZFN. Chcemy przypomnieć fenomen twórczego połączenia praktyki naukowej z namysłem ogólnym, filozoficznym. Sądzymy bowiem, że jednym ze źródeł, z którego wypływa nasza refleksja, jest refleksja Smoluchowskiego. Choć sto lat w dwudziestowiecznej fizyce

stanowi niemal kilka epok, a filozofia również silnie się przez ten czas zmieniła, to zaskakujące jest to, że wciąż wiele kwestii ogólnych podejmowanych przez polskiego uczonego wydaje się inspirujące.

*Michał Heller*

# Zagadnienie hipotez i teorii naukowych w rozważaniach filozoficznych Mariana Smoluchowskiego<sup>1</sup>

Małgorzata Dziekan  
Centrum Kopernika Badań Interdyscyplinarnych

## The issue of hypotheses and scientific theories in the philosophical thoughts of Marian Smoluchowski

Abstract

The main purpose of this paper is to investigate and reconstruct the philosophical reflections included in Marian Smoluchowski's papers (in his publications and in unknown manuscripts as well). He was an outstanding Polish physicist, who lived at the turn of the 19<sup>th</sup> and 20<sup>th</sup> centuries. Smoluchowski was particularly interested in theoretical physics. His achievements in this discipline – among which some are very significant – allow us to regard him as a physicist. His work in the theory of fluctuations and kinetic theory of

---

<sup>1</sup> Serdecznie dziękuję Panu dr. hab. Pawłowi Polakowi, prof. UPJPII za wymianę myśli i wielokrotne dyskusje nad poglądami Mariana Smoluchowskiego, które w znacznym stopniu przyczyniły się do rekonstrukcji filozoficznego stanowiska polskiego fizyka.

gases, especially in the theory of Brownian motions, is well known among physicists.

In this paper I focus on the metascientific problems which dominated Smoluchowski's philosophical reflections. His analysis in the fields on philosophy of science (the concept of hypothesis, theory) ought to be perceived in the light of physics. Philosophical reflections were at the margins of science which he practiced – physics was always the background to his deliberations. An important limit to our deliberations was set by concentrating on issues typical of the philosophy of science. In Smoluchowski's case, however, it is difficult to say that his branch of philosophy is characterized by systematic reflection. It is difficult to classify his reflection in the framework of any given philosophical trend.

Keywords

science, hypothesis, scientific theory, scientific explanation, analogy, models of physical phenomena, Marian Smoluchowski, Ludwig Boltzmann.

## 1. Wstęp

**P**ostać Mariana Smoluchowskiego, wybitnego polskiego uczonego żyjącego na przełomie XIX i XX wieku, znana jest przede wszystkim w kręgach fizyków. Smoluchowski, związany początkowo ze środowiskiem wiedeńskim, następnie lwowskim, a od roku 1913 z Uniwersytetem Jagiellońskim w Krakowie, na-

leżał do czołowych przedstawicieli polskich uczonych. Prowadzone przez niego badania i uzyskiwane rezultaty (w szczególności opis teoretyczny zjawiska ruchów Browna<sup>2</sup>, czy analiza zagadnienia fluktuacji) zaliczane są do znaczących dokonań w dziedzinie fizyki<sup>3</sup>. Biorąc pod uwagę naukowe osiągnięcia Smoluchowskiego, działalność dydaktyczną i popularyzatorską, a także niezwykłą osobowość<sup>4</sup>, nie ma wątpliwości, że jest to uczony, który zasługuje na jedno z najważniejszych miejsc na kartach historii nauki polskiej.

---

<sup>2</sup> Ilościowy opis mechanizmu zjawiska podali, niezależnie od siebie i w oparciu o inne metody, Albert Einstein i właśnie Marian Smoluchowski (Einstein, 1905; Smoluchowski, 1906).

<sup>3</sup> Na temat pracy naukowej Mariana Smoluchowskiego zob. np. (Godlewski, 1918; Teske, 1955; Chandrasekhar, Kac, Smoluchowski, 2000; Kociński, 1972).

<sup>4</sup> O ciekawej osobowości Smoluchowskiego świadczą zachowane teksty wspomnień i przemówień jego przyjaciół, współpracowników oraz uczniów. Wymieniane są m.in. takie cechy charakteru tego wybitnego fizyka, jak – z jednej – skromność i nieśmiałość, a z drugiej – zdecydowanie, determinacja i odwaga w pracy naukowej. Na ten temat zob. (Gostkowski, 1953). Odnośnie wspomnień o Smoluchowskim zob. też: (Goetel, 1917; Godlewski, 1918; Loria, 1953). <http://www.zwoje-scrolls.com/zwoje35/text18p.htm>, [ostatni dostęp 18.02.2017] Niewątpliwą wartością tych tekstów jest to, że są one źródłem informacji o postaci Smoluchowskiego widzianej oczami jego przyjaciół lub współpracowników. Zasadniczo nastawione na ukazanie sylwetki polskiego uczonego, artykuły te – niektóre w formie swobodnego nekrologu – przeplatane są niejednokrotnie osobistymi wspomnieniami autorów o Smoluchowskim. Nie wnikają one w warstwę filozoficzną jego poglądów, można je raczej określić jako stanowiące pewnego rodzaju hołd oddany wybitnemu polskiemu uczonemu.

Warto nadmienić, że Smoluchowski znany jest jako autor wielu publikacji z różnych dziedzin fizyki i to przede wszystkim owe prace wypełniają jego pokaźny dorobek naukowy. Nic dziwnego, że w świadomości wielu uczonych funkcjonuje on jako wybitny fizyk, który wniósł znaczący wkład w budowanie naukowego obrazu świata na przełomie XIX i XX wieku. Twórczość Smoluchowskiego zasługuje jednak na zainteresowanie z jeszcze jednego powodu. Bardziej wnikliwe studium jego spuścizny ukazuje bowiem obecność wątków filozoficznych, które po przeanalizowaniu odsłaniają szerszy horyzont myśli słynnego fizyka. Okazuje się, że jego filozoficzne rozważania, rozsiane w różnych pracach naukowych i popularnonaukowych, niejednokrotnie w postaci marginalnych uwag lub rozproszonych w tekście myśli, tworzą w syntetycznym ujęciu interesujący i mniej znany obraz wybitnego polskiego fizyka. Widoczne staje się to również w jego popularnonaukowych wystąpieniach, stanowiących zazwyczaj zapisy odczytów z konferencji lub wykładów przeznaczonych dla szerokiego grona odbiorców. Fakt, że Smoluchowski nie stronił od głębszych analiz zagadnień naukowych jest szczególnie interesujący, jako że działał on i tworzył w okresie dominującego myślenia pozytywistycznego, naznaczonego fundamentalnym postulatem separacji nauk ścisłych od wszelkiej filozofii. Wedle przedstawicieli nurtu pozytywistycznego, w nauce nie ma miejsca na żadne filozoficzne (metafizyczne) pojęcia – nauka i filozofia podążają odrębnymi ścieżkami i nie ma możliwości rozwijania ich w jednej płaszczyźnie. Ten typ myślenia stał się udziałem wielu fizyków

działających na przełomie XIX i XX wieku. Tym bardziej godny uwagi jest fakt, że Smoluchowski, wychowany i wykształcony w środowisku wiedeńskim<sup>5</sup>, stanowiącym przez długie lata centrum myślenia pozytywistycznego, nie uległ całkowicie panującej modzie myślenia. Lektura jego pism utwierdza wręcz w przekonaniu, że w swojej działalności naukowej i popularnonaukowej wychodził poza ramy dominującego stanowiska.

Warto podkreślić, że swoimi rozważaniami Smoluchowski w dużym stopniu torował drogę nowym koncepcjom relacji między nauką a filozofią. Charakterystyczny jest fakt, że refleksje polskiego uczonego formowały się zasadniczo na bazie jego działalności naukowej – zagadnienia z dziedziny fizyki, którymi się zajmował, dostarczały mu bodźca do refleksji na poziomie metanaukowym. Wymieńmy chociażby takie kwestie jak: zagadnienie wyjaśniania zjawisk jako opisu, zagadnienie obiektywizacji pojęć przypadku i prawdopodobieństwa, a także pewne myśli związane z definiowaniem pojęcia prawa przyrody. Smoluchowski inspirował się w swoich rozważaniach poglądami innych uczonych (np. Gustava Kirchhoffa, Ernsta Macha,

---

<sup>5</sup> Studiując biografię Smoluchowskiego można łatwo zauważyć, że tłem pierwszych lat jego życia i działalności stał się Wiedeń. Urodzony 28 maja 1872 roku w Vorderbrühl, miejscowości niedaleko Wiednia, w tym właśnie mieście przyszedł na świat fizyk, który przeszedł większą część swojej drogi edukacyjnej. Po ukończeniu wiedeńskiej Akademii Terezjańskiej i uzyskaniu matury w 1890 roku, Smoluchowski, w latach 1890–1894, kształcił się w Uniwersytecie Wiedeńskim. Odnośnie wątków biograficznych Smoluchowskiego zob. np. (Teske, 1955; Chandrasekhar, Kac, Smoluchowski, 2000, s. 9–14).



Henriego Poincarégo), jednakże w dużej mierze rozwijał i wzbogacał ich koncepcje.

Dostrzegalne w pismach Mariana Smoluchowskiego myśli filozoficzne ukazują pewien obraz polskiego uczonego jako filozofującego fizyka. W niniejszym artykule przeanalizujemy wybrane wątki w jego rozważaniach, które reprezentują zagadnienia filozofii nauki – skupimy się na problematyce hipotez i teorii naukowych, podejmując próbę rekonstrukcji myśli polskiego fizyka w tym obszarze. Wśród różnorodnych kwestii poruszanych przez niego, wątki te w interesujący sposób korespondują z jego działalnością naukową – jako twórczy fizyk miał bowiem bezpośrednią znajomość procesu powstawania teorii naukowych. Studium pism Smoluchowskiego rodzi ponadto pytanie, czy w jego dociekaniach filozoficznych odnośnie hipotez i teorii naukowych dostrzec można elementy oryginalnego i nowatorskiego podejścia, opartego na własnych badaniach, czy też są one przejawem eklektyzmu lub zbiorem bardziej luźnych refleksji<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> Za tym ostatnim ujęciem wydaje się przemawiać fakt nieusystematyzowania poglądów przez Smoluchowskiego i małej ilości konkretnych odwołań do myśli innych filozofów (zbyt często używał on uogólnionych stwierdzeń).

## 2. Znaczenie hipotez w nauce

Kwestia hipotez naukowych pojawia się niejednokrotnie w wypowiedziach Smoluchowskiego i już wstępne przejrzenie jego pism może sprawiać wrażenie nieuporządkowania tematu. Bliższa analiza owych rozważań pozwala jednak wyodrębnić tor, którym one podążają. Można mianowicie zauważyć, że zagadnienie hipotez pojawia się w refleksji Smoluchowskiego na dwóch płaszczyznach: 1) jako pojęcie spekulacji teoretycznych – śmiałych pomysłów rozumianych jako koncepcje wychodzące poza doświadczenie oraz 2) jako występujące w nauce hipotezy badawcze<sup>7</sup>.

Oczywiście należy mieć na uwadze, że Smoluchowski nie wyselekcjonował powyższych zagadnień w swoich pracach, nie sygnalizował nawet owego podziału. Jego analizy koncentrują się na kwestii stosowania hipotez w nauce i ich roli w tworzeniu nowych teorii. Wspomniana wyżej próba klasyfikacji zagadnień związanych z interpretacją pojęcia hipotezy jest w niniejszym studium zabiegiem metodycznym i ma służyć rekonstrukcji poglądów polskiego uczonego w interesującym nas obszarze.

---

<sup>7</sup> Smoluchowski *explicitie* nie utożsamiał hipotez ze spekulacjami, jednakże z kontekstu wynika, że w większości przypadków tak właśnie można interpretować jego wypowiedzi.

## 2.1. Analiza pojęcia spekulacji w pismach Smoluchowskiego

Zanim przejdziemy do wątku hipotez, przeanalizujmy samo pojęcie spekulacji pojawiające się niejednokrotnie w pismach polskiego uczonego. Uporządkowanie kwestii terminologicznych jest istotne, szczególnie z uwagi na fakt, że Smoluchowski używał pojęcia spekulacji w skrajnie różnych kontekstach. Ponadto, pojęcie to jest mocno obciążone licznymi konotacjami, co może prowadzić do jego błędnej lub niejednoznacznej interpretacji w interesującym nas przypadku. Niezbędne jest zatem uściślenie owego terminu na gruncie analiz prowadzonych przez samego Smoluchowskiego.

Jest rzeczą zastanawiającą, że w większości opracowań pism polskiego uczonego problematyka spekulacji została pominięta – właściwie brak jest komentarzy dotyczących tego zagadnienia. Temat przybliżył w zasadzie tylko Władysław Krajewski, który pisał:

Terminu „spekulacja” używa Smoluchowski – zgodnie z przyjętym wówczas zwyczajem – dla oznaczenia rozważań teoretycznych, wykraczających poza ramy bezpośredniego doświadczenia. W przeciwieństwie jednak do pozytywistów nie nadaje temu wyrazowi znaczenia pejoratywnego (zob. Krajewski, 1956, s. 51, przypis (\*)).

Uwaga Krajewskiego jest poniekąd słuszna, gdyż Smoluchowski, posługując się terminem spekulacji, istotnie miał na

myśli teoretyczne rozważania – wynika to z kontekstu wielu jego wypowiedzi. Natomiast z drugą częścią przywołanego komentarza nie sposób się zgodzić – polski uczony w niektórych przypadkach nie tylko wyraźnie nadawał pojęciu spekulacji pejoratywny wydźwięk, ale też czynił to z silnym, wręcz emocjonalnym zaangażowaniem. Celem zweryfikowania powyższych intuicji, spróbujmy prześledzić jego rozważania w tym kontekście. Wbrew temu, co twierdził Krajewski, w wypowiedziach Smoluchowskiego można wyodrębnić dwa różne znaczenia terminu „spekulacja”:

- (1) podejście negatywne – spekulacje to bezpodstawne (nieuzasadnione naukowo) „pomysły” uczonych, które nie tylko nie wspierają rozwoju nauki, ale – wręcz przeciwnie – hamują jej ekspansję, blokują rozwój nowych teorii;
- (2) podejście pozytywne – spekulacje to śmiałe hipotezy, których wysuwanie przyczynia się w dużym stopniu do rozwoju nauki, niejednokrotnie odgrywając w nim wiodącą rolę.

Ta niejednoznaczność wartości poznawczej pojęcia spekulacji w pismach Smoluchowskiego jest konsekwencją faktu, iż polski fizyk bywał dość oszczędny w definiowaniu i uściślaniu pojęć filozoficznych, którymi się posługiwał. Niektóre z nich traktował z wyjątkową starannością i wręcz drobiazgowością

(np. pojęcie przypadku<sup>8</sup>, przyczynowości, czy wyjaśniania<sup>9</sup>), przy innych natomiast nie dbał szczególnie o precyzję terminologiczną. Z tym drugim podejściem mamy do czynienia właśnie na przykładzie pojęcia spekulacji – Smoluchowski nigdzie nie definiował owego terminu, jednakże kontekst wypowiedzi oraz zestawienie ze sobą różnych fragmentów jego pism pozwala na odszyfrowanie sensu tego pojęcia w danym miejscu i wpisanie go w odpowiednie ramy znaczeniowe.

W pierwszej kolejności rozważmy kwestię spekulacji w sensie negatywnym (1). Warto zaznaczyć, że najczęściej pojęciem spekulacji – jako bezpodstawnego pomysłu uczonych, funkcjonującego w ich mniemaniu jako hipoteza – posługiwał się Smoluchowski w odniesieniu do teorii atomistycznej. Jest to zrozumiałe w kontekście gwałtownego rozprzestrzeniania się nowych koncepcji, np. dotyczących interpretacji pojęcia atomu na przełomie XIX i XX wieku.

Analizując ewolucję teorii atomistycznej z perspektywy historyka nauki, szczególną uwagę Smoluchowski koncentrował na podkreśleniu faktu, że obraz atomistyki w starożytności wypełniony był konstruktami teoretycznymi, nieposiadają-

---

<sup>8</sup> Zagadnieniu przypadku w zjawiskach fizycznych Smoluchowski poddał analizie filozoficznej w artykułach: „Uwagi o pojęciu przypadku w zjawiskach fizycznych” (Smoluchowski, 1916), „O pojęciu przypadku i pochodzeniu praw fizyki opartych na prawdopodobieństwie”, (Smoluchowski, 1923), rękopis „Uwagi o roli przypadku we fizyce” (Smoluchowski, 1917).

<sup>9</sup> „Wstęp ogólny” do *Poradnika dla samouków* (Smoluchowski, 1917), s. 47.

cymi w doświadczeniu żadnego potwierdzenia. Jak podkreślał, atomistyka grecka nie wytrzymała konfrontacji ze współczesną fizyką nie dlatego, że została obalona, ale dlatego, że w ogóle nie stanowiła teorii naukowej. Rozważania starożytnych filozofów znajdują się na zupełnie innym poziomie analiz i nie należą, zdaniem Smoluchowskiego, do naukowego dyskursu. Swoje stanowisko wyraźnie podkreślał w jednym z odczytów na temat ewolucji teorii atomistycznej, wygłoszonym na posiedzeniu Akademii Umiejętności<sup>10</sup> w 1911 roku:

Toteż fizyka dzisiejsza 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 systematów teozoficznych lub od mitologicznych baśni ludów germańskich (Smoluchowski, 1956b, s. 236).

Zwróćmy uwagę, że w przytoczonej wypowiedzi pojęcie spekulacji zostało przez Smoluchowskiego utożsamione z nie-naukowymi deliberacjami, posiadającymi rodowody w mitach, religiach, a nawet w opowieściach i podaniach ludowych. Warto zwrócić uwagę na fakt, iż polski uczony powoływał się w ocenie tych domysłów na zadanie fizyki, jakim jest – w jego rozumieniu – wyjaśnianie (tłumaczenie) zjawisk świata przyrody (za pomocą opisu matematycznego)<sup>11</sup>. Koncepcje głoszone przez

---

<sup>10</sup> Od 1912 r. Polska Akademia Umiejętności.

<sup>11</sup> Rozważając kwestię wyjaśniania zjawisk fizycznych, Smoluchowski inspirował się koncepcją Gustava Kirchhoffa. Wedle tego uczonego,

starożytnych greckich myślicieli nie spełniały według niego tej fundamentalnej roli, stając się bezużyteczne dla rozwijającej się nauki. Zwróćmy uwagę, że Smoluchowski, mimo krytycznego podejścia do omawianych koncepcji, dostrzegał pewne pozytywne aspekty w nich tkwiące. Podkreślał to w odczycie wygłoszonym 20 maja 1911 roku w Polskiej Akademii Umiejętności:

Są one [spekulacje – M.S.] z pewnością zajmujące z punktu widzenia filozoficznego i historycznego, mogą objaśnić psychologiczne kiełkowanie poglądów czy wierzeń atomistycznych, ale nie są to teorie naukowe; nie można przyznać tej nazwy fantastycznym twierdzeniom podanym bez żadnego uzasadnienia (Smoluchowski, 1956b, s. 236)<sup>12</sup>.

W przytoczonych słowach wyeksponował Smoluchowski sedno omawianego zagadnienia – spekulacje greckich filozofów nie miały uzasadnienia naukowego, były jedynie „fantastycznymi twierdzeniami”, teoretycznymi deliberacjami bez po-

---

nauki przyrodnicze, z najbardziej fundamentalną mechaniką, powinny koncentrować się na obserwowaniu i opisie zjawisk występujących w przyrodzie. Zadaniem „czystej” mechaniki nie jest odkrywanie przyczyn zjawisk, lecz ich prosty i kompletny opis. Pojęcie przyczyny stało się zbyteczne, skoro celem mechaniki jest czysty opis matematyczny (zob. Oldham, 2008).

<sup>12</sup> Tekst jest zapisem odczytu, jaki wygłosił Smoluchowski 20 maja 1911 roku na posiedzeniu publicznym Polskiej Akademii Umiejętności w Krakowie. Publikowany był w „Wiadomościach Matematycznych”, t. XV (1911), s. 201–216.

krycia w nauce. Spełniały jednak, jak zauważył polski uczony, interesującą rolę w historii nauki – naświetlały obraz szkoły myślenia na przestrzeni dziejów oraz genezę powstawania koncepcji opisujących rzeczywistość. Spekulacjom tym przypisywał on więc znaczenie heurystyczne.

W rozważaniach Smoluchowskiego na pierwszy plan wysuwa się stanowisko twórczo działającego fizyka. Interesowały go koncepcje mające podstawy (empiryczne lub teoretyczne) w nauce i to właśnie stanowiło centrum jego analiz. We wspomnianym wyżej odczycie polski fizyk tak scharakteryzował początkowe stadium konstytuowania się naukowego obrazu świata, opartego na atomistycznej koncepcji budowy materii:

Ze stadium fantastycznej spekulacji przeszła atomistyka w stadium ścisłej teorii naukowej właściwie dopiero w wieku XIX, kiedy Dalton w 1805 r. proste liczbowe prawidła, zauważone przy powstawaniu związków chemicznych, wytłumaczył łąčeniem się niezmiennych atomów w pewne grupy, molekuly, czyli cząsteczki, które od czasu Berzeliusa (1820 r.) wyrażamy znanymi formułami chemicznymi; kiedy Avogadro w 1811 r. z przemian chemicznych gazów wynioskował, że w danej objętości takich cząsteczek wszystkie gazy zawierają jednakowe liczby (naturalnie w jednakowych warunkach temperatury i ciśnienia) (Smoluchowski, 1956b, s. 236–237).

W wypowiedzi tej Smoluchowski zwrócił uwagę na kontrast pomiędzy omawianymi etapami rozwoju teorii atomistycznej:



teorie naukowe *sensu stricto*, ujmujące pewne założenia ilościowo, przeciwstawione zostały „fantastycznym” spekulacjom greckich myślicieli. Jednakże pewna kwestia wydaje się być intrygująca: mianowicie fakt, w jakim stopniu polski uczony rzeczywiście dostrzegał związki atomistyki starożytnej ze współczesnymi mu teoriami. Intencje Smoluchowskiego wydają się zrozumiałe – jego celem była separacja przednaukowych spekulacji od ujęcia naukowego, popartego wynikami badań prowadzonych na gruncie współczesnej mu fizyki. Zastanawiający jest jednak fakt, iż w pewnym sensie dostrzegł on przejście greckich koncepcji w stadium naukowe. Czy można rozumieć jego stwierdzenie jako konfirmację tezy o ciągłości tych bezsprzecznie różnych perspektyw? Jeśli mamy do czynienia wyłącznie z zabiegiem metodycznym, mającym na celu zwrócenie uwagi na problem nienaukowości funkcjonujących koncepcji, to argumentacja Smoluchowskiego *de facto* nie budzi zastrzeżeń. Jeżeli natomiast tłem tych rozważań jest rozwój nauki i ukazanie jej ciągłości oraz zakorzenienia w starożytności (co sugeruje stwierdzenie, iż atomistyka starożytna „przeszła” w stadium teorii naukowej), to stanowisko owo stałoby w sprzeczności z poprzednio cytowanymi wypowiedziami polskiego uczonego, w których deprecjonował on pojęcia i koncepcje stosowane przez greckich myślicieli<sup>13</sup>.

<sup>13</sup> Smoluchowski nie wprowadził rozróżnienia na rozumienie pojęć związanych z atomistyką u Greków oraz tych, które funkcjonują w ramach współczesnej mu nauki. Stwierdzenie, iż są to pojęcia przednaukowe, jest jedynie pewnym uproszczeniem zagadnienia. Takie

Ponieważ Smoluchowski nie dywagował szczegółowo nad zagadnieniem owej ciągłości, bardziej prawdopodobna wydaje się zatem interpretacja, że chciał on w ten sposób zwrócić uwagę na samą koncepcję atomistycznej struktury materii i podkreślić fakt, że myśl o nieciągłej budowie materii, chociaż pojawiła się u samych początków namysłu człowieka nad rzeczywistością, mogła dojrzeć dopiero wówczas, gdy w badaniach zastosowano metody matematyczne. Wydaje się zatem, że jest to wyłącznie aspekt metodyczny w rozważaniach Smoluchowskiego.

Za taką interpretacją przemawia również fakt, iż stanowczo i wręcz z wyraźnym nastawieniem emocjonalnym Smoluchowski krytykował pojęcie spekulacji w rozumieniu starożytnych filozofów, określając je epitetem o pejoratywnym wydźwięku „fantastyczny”. Jego zdaniem, odcięcie się od owych koncepcji wprowadziło myśl ludzką na nową drogę, wyznaczoną przez paradygmat ścisłości w nauce, w szczególności wyrażający się pod postacią metody matematycznej:

Jedna cecha charakterystyczna nauki dzisiejszej – stwierdzał Smoluchowski – uchroni ją od pustych fantastycznych spekulacji,

---

rozdzielenie, chociaż istotne w wielu powodów (m.in. ze względów historycznych), w przypadku Smoluchowskiego nie wydaje się jednak potrzebne – wiele wskazuje na to, że odniesienia do greckiego rozumienia pojęć pojawiają się u niego wyłącznie w celu zwrócenia uwagi na problem kiełkującej wówczas atomistyki i związanych z nią pojęć, a nie są celem samym w sobie jego rozważań.

jakie w dawniejszych epokach nauk niekiedy chwastami pokrywały: jej ścisłość matematyczna (Smoluchowski, 1956a, s. 275)<sup>14</sup>.

Matematyka stanowi zatem, wedle Smoluchowskiego, panaceum na kreowany w oparciu o bezpodstawne spekulacje obraz świata i tym samym przyczynia się do przewyciężenia spekulatywnego (naiwnego, potocznego) podejścia w nauce. Przykładem jest właśnie atomistyczna koncepcja budowy materii – dopiero matematyczne, ilościowe ujęcie okazało się przełomowe i utorowało drogę do przedstawienia budowy materii w ścisłych kategoriach nauki. Interesujący jest fakt, że pewne funkcjonujące jeszcze w myśli starożytnej koncepcje, które Smoluchowski określał jako spekulacje (w naszej terminologii: spekulacje negatywne), stały się według niego orężem walki zwolenników fenomenologicznej termodynamiki przeciwko molekularnej teorii materii. Smoluchowski relacjonował ten stan rzeczy w odczycie we Lwowie w 1911 roku, poświęconym kondycji ówczesnej teorii atomistycznej:

Jakież był powód owej walki przeciwko teorii atomistyczno-kinetycznej? Poniekąd była to usprawiedliwiona reakcja przeciwko pseudonaukowym wybujałościom, które wyrosły na tle atomistyki (Smoluchowski, 1956a, s. 275).

---

<sup>14</sup> Tekst jest zapisem odczytu wygłoszonego przez Smoluchowskiego na kursach uzupełniających dla nauczycieli we Lwowie dnia 12 marca 1913 roku. Zapis wykładu pierwotnie został opublikowany w czasopiśmie *Kosmos*, t. XXXVIII (1913), s. 355–373.

Zapewne Smoluchowski miał na myśli elementy greckiej atomistyki i stosowane w niej terminy, które zostały zaaplikowane bezkrytycznie do tworzenia koncepcji o naukowym statusie, co sam wyraźnie precyzował: „definicje opierać się powinny na zjawiskach dostrzegalnych, a nie na pojęciach teoretycznych” (Smoluchowski, 1956a, s. 260).

Przedstawione wyżej zagadnienie spekulacji w sensie negatywnym jest w dużej mierze reakcją na pojawiające się nadużycia, wyrażone w szczególności pod postacią wszelkich antropomorfizmów i nieprecyzyjnych pojęć w kielkujących na przełomie XIX i XX wieku teoriach naukowych, dotyczących przede wszystkim budowy materii. Utrzymane w duchu krytyki wyrażanej przez empiriokrytyków (głównie Macha) rozważania Smoluchowskiego akcentują najbardziej istotne aspekty tych zagadnień, kierując uwagę przede wszystkim na zagrożenie wprowadzania do nauki koncepcji niemających związku ani z doświadczeniem, ani ze strukturą matematyczną rozwijających się teorii naukowych.

Zupełnie inny wydźwięk posiada drugie wyróżnione znaczenie omawianego pojęcia (2) – spekulacje to koncepcje teoretyczne, które pełnią niezwykle ważną rolę w nauce – stymulują jej postęp, wprowadzając nowe perspektywy rozwoju teorii naukowych. Mając na uwadze rozważania Smoluchowskiego, warto zaznaczyć, że pojęcie spekulacji w omawianym sensie bardzo często pokrywało się z jego rozumieniem hipotezy w nauce. Sprawia to niemałą trudność w próbie interpretacji i wiernego odtworzenia jego poglądów w zakresie tej problematyki.

Spróbujemy jednak usystematyzować zagadnienia terminologiczne. Na wstępie przyjmijmy, że spekulacje o charakterze pozytywnym stanowią co najwyżej preludeum do rozumienia pojęcia hipotezy (hipotezy badawczej w nauce).

Warto odnotować, iż ważną przesłanką do podkreślenia pozytywnej roli spekulacji stał się obserwowany przez polskiego uczonego rozwój nauki i związane z nim przewyżczenie występującego w niej, niejednokrotnie w szerokiej skali, dogmatyzmu. Nie ma wątpliwości, że Smoluchowski prezentował zdecydowanie antydogmatyczne stanowisko, z naciskiem podkreślając wartość nowego, charakteryzującego się świeżością, spojrzenia na ówczesne zagadnienia naukowe. W tym kontekście stanowczo stwierdzał, że uczeni współcześni mają „mniej szacunku dla dogmatów w fizyce” (Smoluchowski, 1956c, s. 74).

Problematykę spekulacji Smoluchowski mocno zaakcentował w odczycie dla nauczycieli, wygłoszonym we Lwowie w 1913 roku:

Ogólnym hasłem było: „precz ze spekulacjami teoretycznymi!” Zapomniano, że spekulacje były zawsze najpotężniejszym bodźcem postępu w nauce, że one jedynie wskazują nowe drogi badania (Smoluchowski, 1956a, s. 260).

Nie ma wątpliwości, że jest to inny rodzaj spekulacji, niż analizowane uprzednio pojęcie, utożsamiane z nieuzasadnionymi naukowo, bezpodstawnymi koncepcjami. Polski uczyony, jak wynika z przytoczonej wypowiedzi, przypisywał spekulacji

cję rolę heurystyczną – nowe pomysły stanowią punkt wyjścia do dalszych badań naukowych. W innym fragmencie Smoluchowski z emocjonalnym wręcz zaangażowaniem przekonywał o potrzebie budowania nauki na nowych fundamentach, a także o potrzebie odwagi w propagowaniu nowych teorii, nawet całkowicie odmiennych i niewpisujących się w dotychczasowy obraz nauki:

Przeżywamy zajmujące czasy w nauce. Zburzyliśmy w ciągu lat kilku szereg dogmatów uznawanych przez uczonych dawnych generacji. Bezwzględna ścisłość praw termodynamiki, niezmiennosc i niepodzielność atomów, matematyczna ścisłość zasad mechaniki newtonowskiej, nawet tradycyjne pojęcia czasu i przestrzeni – wszystkie te dogmaty runęły [...]. Nie ma dzisiaj problemu za wysokiego, nie ma teorii za śmiałej, nie ma hipotezy zbyt dziwacznej, wolno iść jaką bądź drogą, o ile doprowadza nas do wyników nowych lub dawne pozwala ująć w całość z ogólniejszego punktu widzenia (Smoluchowski, 1956a, s. 275).

Zwróćmy uwagę, że ukazywany przez Smoluchowskiego horyzont wykraczał zdecydowanie poza ramy ówczesnej wizji nauki widzianej oczyma spadkobierców pozytywistycznego myślenia. Według polskiego uczonego nauka ma charakter dynamiczny, a ostrze jego krytyki wymierzone było przeciwko skostniałym schematom tkwiącym w dominujących wówczas teoriach naukowych. Swoje przemyślenia ogłaszał w referacie z 1913 roku:

Niespodziewane odkrycia, sprawdzenie doświadczalne najśmielszych spekulacji na polu atomistyki i elektroniki, dały potężny impuls fantazji naukowej. Świeży i śmielszy prąd panuje dziś w nauce; nastał okres romantyzmu naukowego (Smoluchowski, 1956a, s. 274).

Zauważmy, że Smoluchowski wspominał tu o roli wyobraźni naukowej, której nadawał wyraźnie pozytywny charakter. Interesujący jest fakt, że z jednej strony nowe odkrycia, a także oparte na spekulacjach i domysłach koncepcje, potwierdzone doświadczalnie, stają się silnym bodźcem dla wyobraźni naukowej i są przyczyną powstawania nowych koncepcji. Z drugiej strony, będąca ich wynikiem wyobraźnia uczonych działa stymulująco na rozwój nauki. Ponadto w przytoczonej wypowiedzi Smoluchowski podkreślił znaczącą rolę doświadczeń i eksperymentów, które stanowią niezbędny element w procesie rozwoju nauki – przeplatają się z procesem stawiania śmiałych koncepcji teoretycznych, opartych na wyobraźni i spekulacjach. Fantazja naukowa i wyobraźnia, w powiązaniu z weryfikacją doświadczalną stają się jednym z wyznaczników stanowiska określanego przez Smoluchowskiego mianem romantyzmu naukowego, które coraz mocniej przecierało szlaki nowego myślenia o nauce. Polski uczyony często przywoływał owo stanowisko, określające nową, niepozytywistyczną perspektywę spojrzenia na naukę w szerszym – w tym również filozoficznym – kontekście. Kontekst, w jakim Smoluchowski używał tego pojęcia, sugeruje, iż opisuje ono oryginalny zbiór poglądów o charakte-

rze filozoficznym, wyróżniających polskiego uczonego spośród współczesnych mu fizyków. W artykule „Znaczenie nauk ścisłych w wykształceniu ogólnym” (Smoluchowski, 1956e) polski uczony charakteryzując stanowisko romantyka nauki określał je takimi cechami, jak: „burzliwość umysłu, wrażliwość, intensywność wysiłków krótkotrwałych” (Smoluchowski, 1956e, s. 349). Jednocześnie zaznaczył, że jest to postawa wobec nauki i należy odrzucić inne asocjacje związane z tym stanowiskiem. Smoluchowski postrzegał siebie jako jednego z prekursorów romantyzmu nauki, a jeżeli dodamy, że ów romantyzm nauki miał być próbą przezwyciężenia pozytywizmu, a próba ta inspirowana była praktyką naukową na gruncie fizyki, to bardziej widoczne stanie się znaczenie, jakie poglądy te odgrywają w dziejach polskiej refleksji nad przyrodą.

Akcentowanie nowatorskich idei i podkreślanie odwagi w myśleniu było z pewnością jedną z zasadniczych cech nurtu romantyzmu nauki, którego rozwój Smoluchowski przeczuwał. W swoich rozważaniach kierował się on pewnym zamysłem, u źródła którego tkwi holistyczne pojmowanie nauki, dążącej w swoim rozwoju do objęcia zjawisk przyrody w jednym spójnym systemie teoretycznym. W tym kontekście dostrzegał wyraźną rolę spekulacji teoretycznych, które miały przyczynić się do realizacji owego zadania nauki:

Jakież jest cel ostateczny wszystkich spekulacji atomistyczno-elektronowych? Celem, który w ostatnich latach coraz wyraźniej zarysowuje się, jest stworzenie jednolitej teorii, obejmującej



całokształt zjawisk fizyczno-chemicznych, łącznie z krystalografią (Smoluchowski, 1956a, s. 274).

Smoluchowski zauważał przy tym interesującą kwestię – czynnikiem mającym destrukcyjny wpływ na rozwój nowych koncepcji i budowanie obrazu świata było dogmatyczne nastawienie wobec rozwoju nauki, oparte na zastanych wyobrażeniach o rzeczywistości fizycznej. Istniejące za jego czasów i rozpowszechniane interpretacje blokowały ekspansję nowych, świetnie rokujących, popartych doświadczeniami teorii w fizyce (np. kinetycznej teorii gazów):

Zapanował w nauce prąd przesadnie krytyczny, można by powiedzieć: tchórzliwie trzeźwy. Nie łatwo obciąć skrzydła umysłowi ludzkiemu; ale kto nie mógł powstrzymać się od spekulacji, przynajmniej powstrzymywał się od ogłaszania ich publicznie. Pamiętam, jak sam przez długi czas wahałem się i ociagałem z ogłoszeniem moich przyczynków do teorii kinetycznej (Smoluchowski, 1956a, s. 260).

Smoluchowski dosadnie krytykował owo skostnienie, jakie miało miejsce w interpretacji teorii fizycznych na przełomie XIX i XX wieku. Precyzując następnie swoje uwagi, wyjaśniał:

Prąd ten zwracał się przede wszystkim przeciwko najpotężniejszej teorii, jaką dotychczas nauka wydała, tj. teorii atomistycz-

nej. Kto wie, jak długo ów jałowy nastrój byłby potrwał, gdyby nie były przyszły, w krótkich odstępach czasu, wstrząsające odkrycia Röntgena, Becquerela, małżonków Curie, Zeemana i wiele innych badań, które z jednej strony wykazywały, ile jeszcze jest rzeczy pod niebem, o których dotychczas nie śniło się filozofom, a z drugiej strony udawadniały wartość hipotez naukowych, zwłaszcza teorii atomistyczno-elektronowej (Smoluchowski, 1956a, s. 260–261).

Przytoczone fragmenty naświetlają kwestię związaną z odbiorem pojawiających się nowych koncepcji przez społeczność uczonych. Jak wynika z relacji Smoluchowskiego, recepcja wiodących hipotez z zakresu atomistyki natrafiała na silny opór nie tylko z powodów *stricte* naukowych (w tym odpowiedniej argumentacji), ale w pewnym stopniu też ze względów psychologicznych. Nowe koncepcje, które przeczyły istniejącym teoriom, wywoływały pewne obawy i lęk. Jak sugerują komentatorzy, dotyczyło to nawet wybitnych uczonych, m.in. Boltzmann, czy właśnie Smoluchowskiego – obawa wyjścia naprzeciw dominującym poglądom hamowała chęć podążania za własnymi naukowymi intuicjami (zob. np. Teske, 1955, s. 81). Ten stan rzeczy przezwyciężano stopniowo przez szereg doświadczeń potwierdzających wspomniane hipotezy.

Analiza zagadnienia spekulacji teoretycznych u Smoluchowskiego nasuwa pewną interesującą myśl. Proces wprowadzania tego rodzaju koncepcji przypomina mianowicie, chociażby w ogólnym zarysie, stanowisko hipotetyzmu w ujęciu

Karla Poppera. Wedle polskiego uczonego rozwój wiedzy w dużej mierze polega bowiem na stawianiu hipotez, a następnie budowaniu teorii w oparciu o owe hipotezy. Podstawą tego procesu są odważne i śmiałe decyzje badacza, aby nową hipotezę przyjąć jako punkt wyjścia do tworzenia teorii. Takie podejście zbliża Smoluchowskiego do stanowiska Poppera. Pewne intuicje, wyrażone przez Austriaka, były podobne do koncepcji prezentowanych wcześniej przez polskiego fizyka.

W tym kontekście warto zwrócić uwagę, że wspomniane intuicje i refleksje odnośnie modelu hipotetyczno-dedukcyjnego kształtowały się u Smoluchowskiego na gruncie dysput i polemik prowadzonych w XIX wieku w środowisku fizyków. Ów model poznania naukowego był przedmiotem krytycznych uwag m.in. J.C. Maxwella. Polski fizyk dobrze znał prace tego uczonego (niejednokrotnie odwoływał się do jego dzieł), można zatem przypuszczać, że jego uwagi i rozważania na temat spekulacji teoretycznych w dużej mierze stanowiły nawiązanie do stanowiska Maxwella (por. Kargon, 1969)<sup>15</sup>.

Zastanówmy się jeszcze nad jedną kwestią w myśli Smoluchowskiego, dotyczącą roli spekulacji w nauce. Wskazywał on mianowicie na korzyści, jakie przynoszą nawet owe „fantastyczne” koncepcje. W odczycie „O metodach fizyki doświadczalnej” polski uczoney przekonywał mianowicie, że Kepler

---

<sup>15</sup> Pragnę podziękować Panu prof. dr. hab. Zenonowi E. Roskałowi za interesujące uwagi odnośnie modelu hipotetyczno-dedukcyjnego teorii naukowej.

w procesie odkrywania praw ruchu planet podążał drogą spekulatywnych idei (w sensie omówionego wyżej pozytywnego ujęcia spekulacji):

Kepler – pisał Smoluchowski – prawa swoje znalazł nie postępując sposobem czysto induktywnej i empirycznej kalkulacji, tylko na podstawie pewnych bardzo fantastycznych i zgoła nieuzasadnionych teorii. Różne fantastyczne spekulacje jak porównywanie torów planet z wielościanami niemiarowymi zawiodły go, jedna próba się udała i wydała jako wynik owe trzy prawa (Smoluchowski, 1913, k. 7).

Wypowiedź ta potwierdza, że wedle Smoluchowskiego to właśnie spekulacje teoretyczne (w znaczeniu pozytywnym), a nie tylko badanie ugruntowane na doświadczeniu, odgrywają zasadniczą rolę w tworzeniu teorii naukowych. Wskazują kierunek tego rozwoju i sygnalizują nowe problemy, zagadnienia, czy też ukazują znane koncepcje w innym świetle. Przykład Keplera i odkrycia przez niego praw ruchu planet jest w tym kontekście bardzo pouczający.

Analiza pojęcia spekulacji w ujęciu pozytywnym w pismach Smoluchowskiego zdaje się potwierdzać kwestię, którą sygnalizowaliśmy we wstępie niniejszego artykułu – w pojęciu tym w pewnym stopniu dostrzec można pewne elementy, które charakteryzują hipotezy naukowe. Przyjrzyjmy się zatem tej ważnej w oczach Smoluchowskiego problematyce hipotez.

## 2.2. Hipotezy w poglądach Smoluchowskiego – analiza zagadnienia

Chociaż omawiane wyżej pojęcie spekulacji (w znaczeniu pozytywnym) w pismach Smoluchowskiego jest swego rodzaju pomostem do rozwijania problematyki hipotez naukowych, to należy tu mieć świadomość odmiennych poziomów rozważań. Polski uczony pojęcie spekulacji odnosił do teoretycznych dywagacji filozoficznych, które mogły później przyczynić się do powstania znaczących dla nauki koncepcji. Używając natomiast pojęcia hipotezy *sensu stricto*, umiejscawiał je wyłącznie w naukowym kontekście. Dodajmy, że analiza i interpretacja pojęcia hipotezy w rozumieniu Smoluchowskiego sprawia dodatkową trudność – polski uczony niejednokrotnie używał owego terminu zamiennie z pojęciem teorii naukowej, co uzasadnia ich bliskim związkiem semantycznym: „Co się tyczy samych tych wyrazów, to są one znaczeniem swym bardzo zbliżone i trudno podać wyraźną różnicę między nimi” (Smoluchowski, 1917b, s. 47). Nie wydaje się, żeby Smoluchowski miał na myśli proste utożsamienie, wypowiedź ta odnosi się raczej do wprowadzenia jednej perspektywy rozważań dla obu pojęć. Stosują się one, wedle polskiego fizyka, do tego samego zakresu tematycznego i w tym sensie nie ma potrzeby rozdzielania ich znaczeń. W niniejszym artykule pojęcia hipotezy i teorii naukowej potraktujemy oddzielnie wyłącznie dla potrzeb analizy ich specyfiki w poglądach Smoluchowskiego. Z rozumowaniem polskiego uczonego można się bowiem w tym sensie zgodzić, że w kontek-

ście praktyki (uprawiania nauki) rozróżnienie owych pojęć może nie mieć większego znaczenia. Natomiast na poziomie metanaukowym i metodologicznym niezbędne jest ich oddzielenie.

Przyjrzyjmy się zatem dokładniej definicji pojęcia hipotezy w pismach Smoluchowskiego – odnajdujemy je, chociaż w nieco roboczym sformułowaniu we „Wstępie ogólnym” do *Poradnika dla samouków*:

O **hipotezach** już mówiliśmy, że są to owe założenia (przyjęte albo dlatego, że nam się z góry wydają prawdopodobne, albo po prostu na próbę), które obieramy, jako podstawę dedukcji teoretycznych, mających doprowadzić do wniosków doświadczalnie sprawdzalnych. Trafnie nazwano hipotezy eksperymentami myślowymi (Smoluchowski, 1917b).

Smoluchowski przypisywał hipotezom rolę pomocniczą w tworzeniu nowych koncepcji czy teorii naukowych. Cechą charakterystyczną hipotez w takim ujęciu jest ich tymczasowość, pełnią one ponadto rolę wstępnego stadium badania naukowego. Charakteryzując etap stawiania hipotez stwierdzał Smoluchowski, że początkowo przyjmowane są one *a priori*, a dopiero stopniowe ich rozwijanie teoretyczne prowadzi w efekcie do konstytuowania się nowych teorii. Na tym etapie możliwa już jest ich weryfikacja<sup>16</sup> (doświadczalna lub teoretyczna).

---

<sup>16</sup> Smoluchowski nie używał słowa „weryfikacja”, jednak kontekst jego wypowiedzi pozwala na wprowadzenie tego terminu do interpretacji jego poglądów.

W oparciu o pojęcie hipotezy, Smoluchowski sformułował pojęcie teorii naukowej:

Przez **teorię** rozumiemy zazwyczaj całokształt hipotez podstawowych wraz ze wszystkimi wnioskami, odnoszającymi się do pewnego zjawiska (Smoluchowski, 1917b, s. 47).

Warto podkreślić, że polski uczyony nie odwoływał się do istniejących definicji omawianych terminów, lecz w oparciu o namysł nad faktycznym funkcjonowaniem nauki, przedstawił własne ich rozumienie. Przytoczona wypowiedź nie jest definicją teorii, czego Smoluchowski sam nie ukrywał, oświadczając: „Przez teorię **rozumiemy zazwyczaj**... [podkreślenie – M.S.]”. Zwróćmy uwagę na interesujący fakt, mianowicie, że stosowane przez Smoluchowskiego powyższe pojęcia mają charakter operacyjny – ich znaczenie określał on poprzez podanie czynności niezbędnych do jego sformułowania. Analiza tych pojęć wzmacnia przypuszczenie, że refleksja filozoficzna była u polskiego uczonego wtórna wobec nauki. Można zatem odnieść wrażenie, że rozważając zagadnienie hipotez w nauce, pojęcie to samo w sobie zasadniczo go nie interesowało. Podchodził do problemu z praktycznego punktu widzenia, z wyraźnie określonym celem. Zamierzał doprecyzować pojęcie hipotezy po to, by ukazać jego kwintesencję w kontekście badań naukowych. We „Wstępie ogólnym” do *Poradnika dla samouków* pisał:

W użyciu tych terminów [hipoteza, teoria – M. S.] panuje jednak pewna dowolność i często spotykamy się także z nieco odmiennymi określeniami. Tak niektórzy używają nazwy hipoteza dla określenia fantastycznej bezpodstawnej spekulacji. W tym znaczeniu należy rozumieć pogardliwe powiedzenie **Newtona**: *Hypotheses non fingo* (Wymyślaniem hipotez się nie zajmuję). Istotnie za czasów **Newtona** manja pustego fantazjowania na temat przyrody jeszcze panowała w całej pełni (Smoluchowski, 1917b, s. 48).

Spójrzmy na wypowiedź polskiego uczonego w szerszym kontekście. Jego krytyka skierowana była głównie przeciwko nadużywaniu pojęć stosowanych w nauce. W ten właśnie sposób, jak przekonywał Smoluchowski, funkcjonowało w ówczesnej nauce rozumienie pojęcia hipotezy i kwestia ta, wedle niego, również wymagała przezwyciężenia. Nadużywanie, czy wręcz błędne stosowanie owego pojęcia stanowiło spory problem, głównie za względu na powszechność takich ujęć. Według polskiego uczonego, hipotezy mają sens, jeśli przynoszą korzyść dla rozwoju nauki, w innym przypadku ich tworzenie jest nieuzasadnione. Stanowczy ton wypowiedzi, wzmocniony określeniami o silnie pejoratywnym wydźwięku, m.in. „bezpodstawne spekulacje” czy „puste fantazjowanie”, świadczy o emocjonalnym nastawieniu polskiego fizyka w analizowaniu i komentowaniu tej problematyki.

Można trochę żałować, że Smoluchowski nie pogłębił od strony filozoficznej swoich rozważań odnośnie hipotez w nauce.



Chociaż zwraca on uwagę na istotne problemy związane z pojęciem hipotezy, jednakże można odnieść wrażenie, że nie wykorzystał on w pełni swoich intuicji filozoficznych. Krytyczne ujęcie zagadnienia, chociaż bardzo ważne i cenne, mogło zostać wzbogacone o próbę jego odważniejszego filozoficznego ujęcia. Nawet jeśli na przeszkodzie stał brak warsztatu filozoficznego, to kompetencje w dziedzinie fizyki niewątpliwie pozwalały mu na bardziej wnikliwe analizy. Połączenie doświadczenia aktywnego na polu nauki fizyka z intuicjami filozoficznymi mogłoby zaowocować interesującymi przemyśleniami odnośnie samego pojęcia hipotezy czy teorii naukowej.

Warto podkreślić, że Smoluchowski nie bez powodu publicznie wyrażał swoje przemyślenia dotyczące tematyki hipotez. Ważnym impulsem do ich podjęcia stał się projekt wyrugowania hipotez z nauki, głównie przez uczonych związanych ze skrajnym pozytywizmem. Polski fizyk dostrzegał nasilanie się zjawiska – jego krytyczne wypowiedzi i komentarze były reakcją na intensyfikację działań pewnej części środowisk naukowych. Swoje uwagi kierował głównie do Macha, Ostwalda i innych zwolenników idei wyrugowania z nauki pojęcia hipotezy.

Niewątpliwie podobne poglądy – pisał Smoluchowski – pobudziły **Macha** i **Ostwalda** przed 30 laty do zaciętej walki przeciwko hipotezom w nauce. **Mach** w swym dążeniu do fenomenalizmu twierdzi, że nauka powinna się ograniczyć do **zbadania faktycznych związków** między zjawiskami. **Ostwald** żąda stworzenia

*einer hypothesenfreien Wissenschaft* (nauki wolnej od hipotez), a podobnie też historyk **Mommsen** twierdzi, że prawdziwa nauka musi być *voraussetzungslos* (bez założeń hipotetycznych). Jak gdyby to wogóle było możliwe! (Smoluchowski, 1917b, s. 48).

Polski uczony zwrócił uwagę na fakt niedoceniaenia przez empiriokrytyków hipotez jako niezbędnego czynnika w nauce, silnie stymulującego jej rozwój. Pewną zasługą Smoluchowskiego jako filozofującego fizyka było zatem to, że krytycznie ustosunkował się do projektu usunięcia hipotez z nauki.

Władysław Kapuściński w jednym ze swoich artykułów, nawiązując do krytycznych uwag Smoluchowskiego wobec projektu wyrugowania z nauki hipotez, wyraził przekonanie, że taka postawa polskiego uczonego demaskowała w dużym stopniu jego stanowisko, ukazując w nim elementy filozofii materializmu:

Odnosi się wrażenie, jak gdyby spod maski konwencjonalisty ukazywało się tam prawdziwe oblicze Smoluchowskiego, czystej krwi przyrodnika, o postawie *par excellence* materialistycznej. Nie znajdujemy tu już pochwał pod adresem Macha – przeciwnie, przebijają ironia, a nawet źle tłumiona niechęć do całej tej szkoły myślenia. Oczywiście Smoluchowskiemu chodzi głównie o wojnę machistów i energetyków przeciw „hipotezom”, przeciw atomistyce, ale musi on dostrzegać, że wojna ta wiąże się nierozwalnie z całym światopoglądem empiriokrytycznym (Kapuściński, 1953, s. 203).

Autor, twierdząc, że rozważania polskiego fizyka świadczą o materialistycznej postawie, sugerował w ten sposób perspektywę jego myślenia. Przytoczona wypowiedź ma zatem dodatkowy, pozamerytoryczny cel – zmierza do przedstawienia Smoluchowskiego jako myśliciela o materialistycznym nastawieniu. W innym fragmencie Kapuściński doprecyzował znaczenie poglądów polskiego uczonego na płaszczyźnie metodologicznej:

Widzimy stąd, jak mocno występuje Smoluchowski na gruncie metodologicznym przeciwko „jałowemu empiryzmowi”, jak mocno podkreśla ogromną rolę koncepcji teoretycznych w rozwoju nauki, owych tak potępianych wówczas przez machistów „hipotez” i „spekulacji”. Te właśnie elementy metodologiczne rozsiane są w niezliczonych wprost miejscach w jego pracach popularnych, odczytowych (Kapuściński, 1953, s. 203).

Zwróćmy uwagę, że te aspekty metodologiczne w myśli polskiego uczonego, które podkreślał Kapuściński, są zbieżne ze wspomnianą postawą romantyka nauki – żarliwość w głoszeniu pojawiających się koncepcji naukowych, podkreślanie znaczenia nowych teorii, stanowczość w zwalczaniu myślenia hamującego rozwój nauki charakteryzowały stanowisko polskiego fizyka. Smoluchowski zatem nie tylko dostrzegał świeżość, oryginalność pojawiających się koncepcji teoretycznych (hipotez) i wskazywał na ich rolę w rozwoju nauki, ale też miał odwagę występować przeciwko dominującemu myśleniu empiriokrytycznemu i uznanym autorytetom naukowym.

Ważną cechą myślenia Smoluchowskiego była umiejętność wieloaspektowego spojrzenia na dane zagadnienie i krytyczne, samodzielne podejście do analizowanych kwestii. Przykładowo, wobec najbardziej rygorystycznych prób usunięcia hipotez z nauki przyjmował on zdecydowane krytyczne stanowisko, chociaż jednocześnie wskazywał na pozytywne aspekty uwikłane w omawianą sytuację problemową:

Krytycznemu kierunkowi, walczącemu przeciwko hipotezom, trzeba tylko o tyle przyznać rację, o ile zwraca się przeciwko nieuświadomianiu sobie hipotetyczności pewnych założeń lub przeciwko nieusprawiedliwionemu do nich zaufaniu lub wreszcie przeciwko naiwnej wierze w ich rzeczywistość (Smoluchowski, 1917b, s. 48–49).

Przytoczona wypowiedź ujawnia kolejną ważną kwestię w myśli filozoficznej Smoluchowskiego. Nie opowiadał się on za konkretnym stanowiskiem, lecz analizował zagadnienie z perspektywy konkretnej problematyki (w tym przypadku hipotez). Interesowała go przede wszystkim ich konfrontacja z faktycznie funkcjonującą nauką. Pomimo aprobaty dla stosowania hipotez w nauce, dostrzegał jednocześnie racje przeciwników owego stanowiska. Można podejrzewać, że wypowiadając przytoczone wyżej słowa, Smoluchowski miał na myśli przede wszystkim spotykane niejednokrotnie, nawet w naukowym dyskursie, metafizyczne lub antropomorficzne elementy uwikłane w teorie naukowe. W takim tonie wypowiadał się np. Wilhelm

Ostwald, który w artykule „Energija i jej przemiany” (Ostwald, 1888) poświęconym roli hipotez w nauce, główny zarzut również skierował właśnie pod adresem antropomorficznych pierwiastków tkwiących w teoriach:

Antropomorficzny charakter tego poglądu [o siłach przyciągania między atomami – M.S.] polega głównie na tem, że zwolennicy jego przyjmują jakieś specyficzne, właściwe atomom i od nich wychodzące siły. Że siły takie rzeczywiście istnieją, nie jest to bynajmniej dla Bergmanna i jego następców tylko jakąś hipotezą, któraby wyraźnie była podawana za taką, lecz milczkiem uczynionem, tak zwanem „samo przez się rozumiałem” założeniem. Otóż takie to właśnie same przez się rozumiałe przypuszczenia najbardziej dyskredytują hipotezy – ten najcenniejszy środek pomocniczy badania; wykrywanie też takich przypuszczeń i usuwanie ich poza zakres umiejętności od dawna należy do najpożyteczniejszych czynów naukowych (Ostwald, 1888, s. 696).

Wydaje się, że Smoluchowski, mimo krytycznego stanowiska wobec innych poglądów Ostwalda (np. w przypadku nominalizmu w atomistyce), w dużym stopniu podzielał powyższe stanowisko. Po pierwsze dlatego, że krytyczne uwagi niemieckiego uczonego wobec hipotez dotyczą antropomorficznej perspektywy w nauce, którą Smoluchowski jako uczonej stanowczo potępiał. Po drugie, można przypuszczać, że zgodziłby się on z drugą częścią przytoczonej wypowiedzi Ostwalda, w której mowa jest o roli hipotez w badaniach i rozwoju nauki. W tym

kontekście podkreślał on rolę czynnika pozaempirycznego, jakim jest hipoteza w badaniach naukowych:

Każde na indukcji oparte uogólnienie, każde twierdzenie odnoszące się do świata zewnętrznego, a wychodzące poza zakres bezpośrednich naszych wrażeń zmysłowych, jest hipotezą, a rozmaite hipotezy różnią się tylko stopniem prawdopodobieństwa i naszego do nich przyzwyczajania się (Smoluchowski, 1917b, s. 48).

Smoluchowski zaakcentował w powyższej wypowiedzi niezbędność hipotez w procesie tworzenia teorii naukowych. Powstają one na różnych etapach badania naukowego i niebagatelną rolę w ich przyjmowaniu lub odrzucania odgrywa podmiot badający. Co interesujące, wedle Smoluchowskiego jednym z kryteriów wyboru hipotez może być przyzwyczajenie. Oznacza to, że nie zawsze względy naukowe odgrywają pierwszorzędą rolę. W tej sytuacji jeszcze bardziej zrozumiałe stają się jego krytyczne uwagi dotyczące spekulacji w nauce. Polski uczonej doskonale zdawał sobie sprawę ze szkody, jaką może przynieść nauce tego typu bezpodstawne „fantazjowanie” i przyzwyczajenie – może zasłonić właściwy sens kwestii naukowych (dotyczy to również wyboru hipotez i ustosunkowania się do nich).

Przekonanie o doniosłej roli hipotez w nauce oraz o ich powszechności jeszcze mocniej wyeksponował Smoluchowski, gdy – powołując się na poglądy Boltzmann’a i Poincarégo – konstatował:

Jak trafnie **Boltzmann** i **Poincaré** wykazują, w każdym twierdzeniu fizyki są zawarte pewne hipotezy i bez nich wogóle nie potrafimy rozumować w sprawach przyrody. Wszak według tego, co poprzednio mówiliśmy, wogóle twierdzenie o istnieniu jakiegoś świata zewnętrznego po za nami jest także hipotezą, tylko że wszyscy obdarzeni „zdrowymi zmysłami” ją przyjmują (Smoluchowski, 1917b, s. 48).

Wedle Smoluchowskiego hipotezy stanowią nieodłączny element metodologiczny w procesie badania rzeczywistości świata przyrody, jak też są w sposób konstytutywny zawarte w twierdzeniach fizyki. Nadaje to im charakter konieczny (w sensie ich niezbędności) w tworzeniu naukowego obrazu świata. Cała wiedza naukowa ma, wedle Smoluchowskiego, charakter hipotetyczny. Zarys tego stanowiska przedstawił w odczycie „O metodach fizyki doświadczalnej” (Smoluchowski, 1913, k. 6–7). Rozwinął w nim swoją koncepcję hipotez i ich roli w początkowej fazie powstawania teorii. Pozostając w perspektywie fizyka-eksperymentatora, prowadził następujące rozważania dotyczące projektowania eksperymentów:

Fizyk nie czeka, aż przyroda sama do niego przemówi, on stawia pytania i zmusza przyrodę do odpowiedzi. Cała sztuka polega tylko na tem, żeby pytania stawiać jasno, umiejętnie, aby wymusić odpowiedź niedwuznaczną, jednym słowem: aby pytać się przyrody tak jak prokurator przy rozprawie sądowej (Smoluchowski, 1913, k. 4).

Stawianie hipotez stanowi zatem, wedle Smoluchowskiego, pierwszy etap badania naukowego. Co istotne, hipotezy muszą być przemyślane, a nie konstruowane wskutek luźnych przypuszczeń, domysłów nieposiadających podstaw naukowych. Do tworzenia hipotez w nauce należy podchodzić z właściwym przygotowaniem merytorycznym oraz z obranym celem, co znakomicie ilustruje metafora prokuratora podczas rozprawy sądowej. Badacz świata przyrody powinien postępować jak prokurator, który do rozprawy przystępuje ze ściśle przygotowanymi i odpowiednio skonstruowanymi pytaniami. Podkreślenie czynnej roli uczonego („fizyk nie czeka...”) jako podmiotu badającego świat przyrody jest jednocześnie wskazaniem na umiejętność właściwego pokierowania problemem wyrosłym na gruncie wstępnego badania przyrody (stawianie pytań przyrodzie). Uczony jest zdecydowanie aktywną stroną w interakcji z przyrodą, prowokując ją do odpowiedzi poprzez stawianie hipotez. „Odpowiedzią” przyrody jest w tym rozumieniu „poddanie się doświadczeniu”, czyli ścisły, konkretny wynik. Postawa Smoluchowskiego oczywiście daleka była od skrajnego konwencjonalizmu, w których to podmiot tworzy strukturę świata, jednak pewne elementy owego stanowiska przeniknęły do jego myśli właśnie w analizach roli podmiotu poznającego.

Interesującą kwestią w rozważaniach Smoluchowskiego jest rozróżnienie trzech rodzajów hipotez, tworzących odpowiednio następujące grupy: 1) związki matematyczne, 2) mechanizmy, analogie, modele zjawisk fizycznych, 3) „hipotezy ukryte”. Do kategorii hipotez jako związków matematycznych



zaliczał on prawa fizyki, które można ująć w formę matematyczną, tj. wszystkie prawa stosowane w fizyce teoretycznej, wyrażane przez równania matematyczne. Jako przykłady wymieniał: prawo załamania światła, prawo elektrolizy, czy też: teoria sprężystości, hydrodynamika, elektrodynamika, przewodnictwo ciepłe, dyfuzja, wyrażane za pomocą równań różniczkowych (Smoluchowski, 1917b, s. 52). Grupę drugą reprezentują przede wszystkim teorie dominujące na przełomie XIX i XX wieku: teoria kinetyczna gazów, teoria elektronowa, teoria elektromagnetyczna światła, teorie mechaniczne zjawisk elektrycznych (mechaniczny model elektrodynamiki Maxwella), teoria atomów wirowych Kelvina, itp., przedstawiające za pośrednictwem modelu zjawiska fizyczne. W tym kontekście Smoluchowski *explicite* wskazywał nazwiska Maxwella oraz Boltzmanna, którzy „w tworzeniu takich modeli, czyli obrazów zjawisk fizycznych, upatrywali główne zadanie fizyki” (Smoluchowski, 1917b, s. 53). Zaznaczał przy tym, że najistotniejszą rolą owych modeli jest zgodność na poziomie obserwacyjnym, „podobnie jak maszyna do rachowania wykonywa rachunki zgodnie z prawami logiki matematycznej, mimo że ma budowę zupełnie odmienną od naszego mózgu” (Smoluchowski, 1917b, s. 53). Nie jest natomiast ich zadaniem odtwarzanie czy przedstawianie „istoty rzeczywistości”. Takie ujęcie wyraźnie nawiązuje do kwestii wyjaśniania zjawisk fizycznych – zadaniem fizyki nie jest wnikanie w „istotę zjawiska”, lecz jego opis, który pozwala na tworzenie matematycznych predykcji. Wspomniane modele zjawisk w tym sensie wpisują się,

według Smoluchowskiego, w ramy pozytywistycznego rozumienia zagadnienia wyjaśniania zjawisk, a ich przewaga nad matematycznym ujęciem wyraża się w obrazowym, łatwiejszym ich odbiorze oraz przekazie (cechuje je zatem poglądowość) (Smoluchowski, 1917b, s. 53).

Argumentem, który przemawia za korzystaniem z modeli, obrazów i analogii w opisie zjawisk jest wedle Smoluchowskiego fakt, że metoda ta pozwala przygotować fundamenty do właściwego opisu zjawisk za pomocą matematyki, czyli pozwala na sformułowanie hipotez pierwszego typu:

Wskutek tego często w sposób nadzwyczaj prosty i zrozumiały uprzystępniają naszemu umysłowi nawet takie zjawiska, których nie można jeszcze ująć naszymi środkami we wzory matematyczne; a przytym takie modele dają najwyraźniejsze pobudki do badań w określonych kierunkach (Smoluchowski, 1917b, s. 53).

Głównym zadaniem tak pojętych modeli zjawisk fizycznych jest zatem przedstawianie danego zjawiska za pomocą pewnych wyobrażeniowych schematów – są to tylko zastępcze propozycje, które mają być jedynie pomocne w próbie zrozumienia rzeczywistości. Tymczasowe koncepcje mogą być zastąpione przez bardziej adekwatne modele. Smoluchowski podkreślał jednak ich kluczowe znaczenie heurystyczne, które decyduje o ich nieusuwalności.

Trzeci rodzaj hipotez, tzw. hipotezy ukryte, Smoluchowski określał jako wprowadzane *implicite* założenia występujące

w teoriach, na pierwszy rzut oka niedostrzegalne, ale niejednokrotnie przemycające przesłanki czy skojarzenia tkwiące w danej teorii lub w pojęciu (np. w pojęciach siły, energii, pracy, masy) (Smoluchowski, 1917b, s. 53).

Mówiąc np. o ilości elektryczności – pisał Smoluchowski – tym samym już zakładamy, że każda cząstka elektryczności ma takie same właściwości, jak całość (Smoluchowski, 1917b, s. 54).

Polski uczony podkreślał, iż tego typu hipotezy, które są nieświadomie przyjmowane, mogą hamować rozwój nauki. Przedstawił również pozytywną stronę ich stosowania, wskazując na ich rolę w procesie poznawania rzeczywistości. Hipotezy ukryte pełnią bowiem funkcje pomocnicze dla badacza, gdyż jako pojęcia mu znane, łatwiejsze do zrozumienia, prowadzą go przez meandry nauki. Warto wspomnieć, że kwestię hipotez ukrytych rozważał również Henri Poincaré. Określał je jako hipotezy nieświadome i milczące, nazywał je również niebezpiecznymi z uwagi na fakt ich mimowolnego, bezwiednego akceptowania. Przed przyjmowaniem owych hipotez chronić ma, wedle Poincarégo, ścisłość matematyczna – język matematyki pozwala na precyzyjne sformułowanie hipotez (Poincaré, 1908, s. 126). Smoluchowski również dostrzegał ryzyko uwikłania się we własne skojarzenia związane z owymi hipotezami lub będące ich następstwem – podkreślał w tym kontekście konieczność analizy podstawowych pojęć w nich występujących (Smoluchowski, 1917b, s. 50).

Nawiązując do zadania fizyki (poznawanie i wyjaśnianie zjawisk), Smoluchowski rozważał, jaką rolę w tym procesie pełni hipotezy i teorie:

Tworzenie hipotez lub teorii **nie ma wcale na celu odgadywania rzeczywistego mechanizmu przyrody** [podkreślenie – M.S.], lecz właśnie umożliwienie objęcia myślą jej zjawisk w sposób najzrozumialszy. Wszystkie teorie z tego punktu widzenia uważa za środki pomocnicze w naszym dążeniu do najprostszego opisanie zjawisk (Smoluchowski, 1917b, s. 50).

W przytoczonej wypowiedzi Smoluchowski dotknął interesującej kwestii mechanizmu działania przyrody. Zwróćmy uwagę na płaszczyznę, w której prowadził on swoje rozważania – nie wnikał myślą w immanentną warstwę rzeczywistości, pozostając na poziomie *meta* wobec samej przyrody. Odgraniczał tym samym poziom dostępny poznaniu zmysłowemu od poziomu ontologicznego, chociaż – co warto podkreślić – nie odrzucał możliwości poznania głębszego poziomu rzeczywistości<sup>17</sup>. W swojej refleksji pozostawał na poziomie zjawisk dostępnych poznawczo metodom naukowym, zachowując tym samym czystość metodologiczną (zgodnie z zasadami naturalizmu

---

<sup>17</sup> Polski uczoney nie negował istnienia głębszej niż zjawiskowa warstwy rzeczywistości, wskazywał wyłącznie na brak dostępu poznawczego do niej od strony fizyki, której zadaniem jest badanie tego, co doświadczalne zmysłami (zob. Smoluchowski, 1956b, s. 255–256).

metodologicznego). Wart uwagi jest fakt, że Smoluchowski, mimo entuzjastycznego podejścia do kwestii stosowania hipotez w nauce, wyraźnie akcentował, że hipotezy i teorie nie odtwarzają rzeczywistego mechanizmu przyrody, mają wyłącznie charakter pomocniczy. Służą konkretnemu celowi, stojącemu przed fizykiem-teoretykiem, jakim jest najprostszy opis zjawisk dostępnych metodzie badawczej. Nasuwa się tutaj porównanie z zasadą ekonomii myślenia Macha, jako regułą nauki, w myśl której w przedstawianiu rzeczywistości fizycznej należy stosować najbardziej skrótowy opis zjawisk, gdyż pozwala to zaoszczędzić wysiłek wkładany w przedstawianiu faktów.

Dzięki otwarciu się na hipotezy, w dziedzinie fizyki przełomu XIX i XX wieku mógł nastąpić wyraźny rozwój w fizyce – wiedza zastąpiła dotychczasowe wyobrażenia, a nieuprawnione spekulacje oraz niejasne, nienaukowe intuicje zastępowane zostały stopniowo teoriami naukowymi. Marian Smoluchowski wyraźnie dostrzegał i wskazywał na konieczność zmiany myślenia w tym kontekście – docenienia roli konstytuujących teorie naukowe hipotez oraz spojrzenia na teorie naukowe przez ich pryzmat. To interesujące zagadnienie teorii naukowej w poglądach polskiego uczonego stanowić będzie kolejny etap naszych rozważań.

### 3. Smoluchowskiego koncepcja teorii naukowej

W poświęconej hipotezom części niniejszego artykułu wstępnie zasygnalizowaliśmy, jak Smoluchowski interpretował pojęcie teorii w nauce. Przypomnijmy, że pod pojęciem tym rozumiał on system hipotez oraz wniosków związanych z procesem badania danego zjawiska. Wskazówek odnośnie interpretacji pojęcia teorii w poglądach Smoluchowskiego dostarcza początkowa część odczytu „O teoryach elektryczności” (Smoluchowski, 1901). Autor określił w nim prowadzoną przez badacza analizę materiału empirycznego jako etap początkowy powstawania teorii naukowej. Owa analiza pozwala na uporządkowanie faktów i dostrzeżenie zależności między nimi. Smoluchowski stwierdził bowiem, iż mając zgromadzony materiał empiryczny,

zawsze jeszcze należy nam wyszukać z całego tego materiału głównie<sup>18</sup> najważniejsze rysy<sup>19</sup>, podstawowe prawa, na których reszta spoczywa przy czym naturalnie jest znaną rzeczą...<sup>20</sup>, i będziemy się starać ująć je w systematyczną całość znaleźć związek wewnętrzny między...<sup>21</sup> – to jest właśnie to co nazywamy teorią przedmiotu (Smoluchowski, 1901, k. 3–4).

---

<sup>18</sup> Dopisek Smoluchowskiego: [k.2v] Żałuję przy tem tylko, że nie [skreślenie: wolno]... mi używać tego języka, którego należy używać w fizyce – t.j. języka matematycznego – bo przy...

<sup>19</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>20</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>21</sup> Dopisane pod linią: Wykombinować maszynę, mechanizm...

Wypowiedź ta jest *de facto* pierwszą w sensie historycznym sformułowaną przez Smoluchowskiego definicją teorii naukowej, i chociaż niezbyt precyzyjnie sformułowaną, to jednak wskazuje już na pewne powtarzające się później w myśli polskiego fizyka koncepcje wewnętrznych zależności (relacji), mechanizmów, itp. w zjawiskach świata przyrody. Zastosowanie pojęcia „wewnętrznego związku” między zjawiskami wskazuje na intuicje Smoluchowskiego o niezależnych od badacza elementach w procesie konstytuowania teorii naukowych, co z kolei odsyła do płaszczyzny ontologicznej. Biorąc pod uwagę fakt, że w czasach, w których Smoluchowski przedstawiał swoje stanowisko filozoficzne, rozpowszechnione były poglądy konwencjonalistyczne H. Poincarégo i P. Duhema, wypowiedzi polskiego uczonego odnośnie teorii naukowych nabierają interesującego wydźwięku – wykraczają poza dominujące stanowiska w filozofii nauki, kierując spojrzenie ku obiektywnym elementom w pojęciu teorii i hipotezy.

Wątek statusu ontologicznego teorii fizycznych (a także hipotez) pojawił się u Smoluchowskiego także we „Wstępie ogólnym” do *Poradnika dla samouków*:

Mówimy, że pewna hipoteza lub teoria została „sprawdzona”, jeżeli wnioski, które z niej wyprowadziliśmy, zgadzają się z doświadczeniem. Dopiero, jeżeli choć jeden wniosek się nie potwierdzi, uznajemy ową teorię za „nieprawdziwą”. Takie postawienie kwestji musiałyby wzbudzić poważne wątpliwości, gdyby „prawdziwość” miała oznaczać **rzeczywiste istnienie**. Wszak ni-

gdy nie wiemy, czy nie znajdą się kiedyś dowody, obalające daną hipotezę, choćby się wydawała najpewniej ugruntowaną, a nawet gdyby żadnych dowodów przeciwko niej nie znaleziono, to jeszcze z tego nie wynika wniosek, żeby ta hipoteza odpowiadała rzeczywistości. Bo nie wiemy nigdy, czy nie są możliwe także inne hipotezy, które również doprowadzą do tych samych wniosków konkretnych. Powracamy tu oczywiście do krytyki naiwnego wierzenia w hipotezy fizyczne, wyłuszczonej już na samym wstępie (Smoluchowski, 1917b, s. 49).

Przytoczona wypowiedź Smoluchowskiego w swej krótkiej i zwięzłej formie ukazuje nowe aspekty jego namysłu nad koncepcją teorii naukowej (np. „rzeczywiste istnienie”). Wypowiedź ta obejmuje kilka istotnych wątków, wymienimy najważniejsze z nich:

- 1) doświadczalna sprawdzalność wniosków danej teorii (związek teorii z doświadczeniem),
- 2) zagadnienie „prawdziwości” danej teorii,
- 3) tymczasowość teorii.

Pierwsze wyróżnione zagadnienie – nacisk na związek teorii z doświadczeniem – jest dostrzegalne w filozoficznych rozważaniach Smoluchowskiego niemal w każdej jego wypowiedzi, w której starał się on zmierzyć z problematyką teorii naukowych. Wagę tego zagadnienia podkreślał m.in. w wykładzie inauguracyjnym „O metodach fizyki doświadczalnej”, wygłoszo-



nym na Uniwersytecie Jagiellońskim w 1913 roku, twierdząc, że próba wyizolowania aspektów teoretycznych od doświadczalnych w dziedzinie fizyki nie ma sensu<sup>22</sup>.

Drugi wyodrębniony wątek w przytoczonej wypowiedzi koncentruje się wokół problematyki prawdziwości teorii i związanych z nimi hipotez. Pojęcie „prawdziwości” teorii Smoluchowski przedstawił w kontekście jej doświadczalnej sprawdzalności, jednak nacisk położył na ostrożność w interpretacji tego pojęcia, wprowadzając do swoich rozważań – chociaż jeszcze dość ogólnikowo – wspomniany wyżej wątek ontologiczny („rzeczywiste istnienie” teorii). Smoluchowski podkreślał, że pojęcie prawdziwości w ogóle nie odnosi się do kwestii oceny danej teorii – uczoney nie jest w stanie rozstrzygnąć o wartości prawdy czy fałszu danej teorii:

To też dziś nauka zwykle nie rozróżnia w zastosowaniu do zasad fizyki hipotez prawdziwych od fałszywych, lecz mówimy o hipotezach, że są więcej lub mniej **prawdopodobne**. Jest to sposób wyrażania się bardzo przyjęty, ale z punktu widzenia logiki

---

<sup>22</sup> W odczycie tym Smoluchowski pod dyskusję poddał kryterium podziału na fizykę doświadczalną i teoretyczną. Podział ten uważał w dużej mierze za sztuczny. Kryterium to wedle niego posiada charakter wyłącznie metodologiczny i jest związane z praktycznym aspektem uprawiania fizyki. Na innym poziomie (fizyki jako nauki) podział ten nie funkcjonuje, nie ingeruje ani w przedmiot fizyki, ani w jej zadanie, jakim jest opis zjawisk świata przyrody. Podział nie dotyczy zatem poziomu fundamentalnego, poziomu samej przyrody, a tym samym nie odnosi się do podmiotu poznającego.

równie wadliwy. Kiedy bowiem można mówić o prawdopodobieństwie (zjawisk od nas niezależnych)? Jedyne w zjawiskach statystycznych, gdzie chodzi o wielką liczbę wypadków analogicznych (Smoluchowski, 1917b, s. 49)<sup>23</sup>.

Warto zwrócić uwagę, że polski uczony stwierdzał powszechność przekonania („sposób wyrażania się bardzo przyjęty”) o możliwości określenia wartości prawdy lub fałszu danej teorii. Wedle niego, nawet osłabienie kryterium prawdziwości poprzez zastąpienie je określeniem prawdopodobieństwa danej teorii również pozbawione jest sensu – pojęcie prawdopodobieństwa można bowiem stosować wyłącznie do pewnej grupy zjawisk, a nie do pojedynczego zdarzenia, jakim w tym przypadku byłaby teoria naukowa (por. Starzec, 2007a, s. 403). Przekonanie Smoluchowskiego o braku możliwości zastosowania pojęcia prawdopodobieństwa w kontekście oceny danej teorii nie było wyłącznie

---

<sup>23</sup> Smoluchowski problematyce prawdopodobieństwa poświęcił odrębne artykuły, w których zagadnienie to poddał głębokiej analizie celem wskazania na obiektywne cechy prawdopodobieństwa. Mimo że pierwsze wystąpienie Smoluchowskiego na temat prawdopodobieństwa miało miejsce w 1917 r. (referat w Towarzystwie Filozoficznym w Krakowie, „Uwagi o roli przypadku we fizyce”), to przytoczone słowa, wygłoszone wcześniej (*Poradnik...* powstawał w latach 1912–1916) wskazują, że problematyka prawdopodobieństwa utrwałała się już znacznie w jego poglądach filozoficznych. W związku z tym pojęcie prawdopodobieństwa, którego stosowanie w kontekście hipotez i teorii krytykuje Smoluchowski, wydaje się być już efektem jego przemyśleń o obiektywizacji tego pojęcia, co wyznacza również perspektywę spojrzenia Smoluchowskiego na zagadnienie teorii i hipotez w nauce.

jego intuicją, lecz oparte zostało na jego ważnych z punktu widzenia filozoficznego rozważaniach o pojęciu prawdopodobieństwa i nadaniu temu pojęciu ścisłego, naukowego znaczenia<sup>24</sup>.

Mając na uwadze stanowisko Smoluchowskiego, stwierdzające, że nie jest możliwy całkowity dostęp poznawczy do świata zewnętrznego za pośrednictwem nauki (nie możemy poznać istoty rzeczywistości), wyrażone wyżej poglądy stają się konsekwencją głoszonych poglądów epistemologicznych<sup>25</sup>. Krzysztof Starzec, interpretując stanowisko metodologiczne Smoluchowskiego pisał, że polski uczony

zwraca uwagę, że nie można hipotezom przypisywać prawdy lub fałszu, bo nie są one odzwierciedleniem rzeczywistego mechanizmu przyrody, a jedynie opisem jej zjawisk (Starzec, 2007b, s. 391).

---

<sup>24</sup> Na ten temat zob. „Uwagi o pojęciu przypadku w zjawiskach fizycznych” , (Smoluchowski, 1916) „O pojęciu przypadku i pochodzeniu praw Fizyki opartych na prawdopodobieństwie” „Uwagi o roli przypadku we fizyce” (Smoluchowski, 1917).

<sup>25</sup> W wypowiedziach Smoluchowskiego odnośnie możliwości poznania rzeczywistości dostrzegalny jest pewien sceptycyzm. Dostęp do rzeczywistości jest według niego wprawdzie możliwy właśnie dzięki nauce, ale tylko do pewnego stopnia. Smoluchowski deklarował jednocześnie, że w kontekście naukowym w ogóle nie interesuje go pozazjawiskowa rzeczywistość, chociaż – co istotne – nie negował jej istnienia. Niemniej jednak rozważania odnośnie świata „poza kulisami zjawisk fizycznych” pozostawiał na marginesie swoich zasadniczych analiz. Wszystkie rozważania filozoficzne Smoluchowskiego prowadzone są ze stanowiska fizyka, a kształtujące się stanowisko filozoficzne wydaje się być w dużym stopniu efektem jego działalności naukowej (zob. Smoluchowski, 1901, k. 20; Smoluchowski, 1917b, s. 13).

Słowa te są wyraźnym odwołaniem do obecnych w rozważaniach Smoluchowskiego pozytywistycznych wpływów, wyrażających się w rozumieniu wyjaśniania danego zjawiska w kategoriach opisu matematycznego. Istotnie, polski uczony odnosząc się do kwestii prawdziwości teorii we „Wstępie ogólnym” do *Poradnika dla samouków*, oznajmiał, iż

nie rozróżniamy teorii prawdziwych, nieprawdziwych, więcej lub mniej prawdopodobnych, lecz rozróżniamy teorie **więcej lub mniej użyteczne** (Smoluchowski, 1917b, s. 51).

W dalszej kolejności wymienił kryteria wskazujące na stopień użyteczności danej teorii. Teoria jest wedle niego tym bardziej użyteczna, 1) im jest prostsza i bardziej pogładowa, 2) im większy obszar znanych zjawisk wyjaśnia, 3) im bardziej wskazuje dalsze możliwości badań (por. Smoluchowski, 1917b, s. 54). Komentując wyróżnione przez Smoluchowskiego elementy wspomagające wybór teorii, Janusz Mączka w artykule poświęconym trzem wybitnym filozofującym fizykom (Ostwald, Natanson, Smoluchowski) podkreślił, że interesujący nas uczony na początkowym etapie wyboru teorii w ogóle nie odnosił się do akcentowanego w wielu innych miejscach doświadczenia empirycznego:

Wśród kryteriów nie ma doświadczenia. Na tym poziomie jeszcze nie jest ono potrzebne. Nie oznacza to, że zostało ono pominięte w jego [Smoluchowskiego – M.S.] metodzie badawczej.

Doświadczenie ma swoje i to zasadnicze znaczenie, ale na innym poziomie. Jego niezbędność ujawnia się wówczas, gdy mamy już wybraną teorię i chcemy ją poddać dokładnej ocenie (Mączka, 2007, s. 249).

Takie podejście Smoluchowskiego z pewnością zdeterminowane jest schematem jego pracy badawczej i praktyki naukowej. Na pierwszy etap badania składa się postawienie problemu i jego teoretyczne opracowanie, a dopiero później konfrontacja z doświadczeniem (por. Mączka, 2007, s. 249; na ten temat zob. również Starzec, 2007b, s. 387–398).

Zatrzymajmy się bliżej nad kwestią pogładowości teorii, gdyż Smoluchowski rozwija w tym kontekście interesujące zagadnienie teorii rozumianej jako model rzeczywistości. Posłużmy się wypowiedzią Izydory Dąbskiej, która w zwięzły sposób przedstawiła zagadnienie pogładowości teorii u Smoluchowskiego:

Poglądowymi zaś nazywa Smoluchowski teorie operujące modelami i analogiami. Modele fizykalne, które „bynajmniej nie muszą w swej istocie odpowiadać rzeczywistości”, odwzorowywać mają strukturę formalną badanych zjawisk. Taką postacią teorii-modelu ma też atomistyczno-kinetyczna teoria materii, i ten właśnie rodzaj teorii wydaje się Smoluchowskiemu – wbrew Duchemowi – szczególnie wartościowy. Zalicza też do tego typu poglądowych teorii różnego rodzaju teorie oparte na analogiach fizycznych (Dąbska, 1979, s. 9).

Teorie fizyczne funkcjonują zatem, zdaniem Smoluchowskiego, w postaci modelu rzeczywistości. Mając na uwadze jego rozważania odnośnie hipotezy jako modelu, przypomnijmy, że pojęcie to oznaczało, wedle niego, obrazowe przedstawienie zjawiska fizycznego jako pewnego aspektu rzeczywistości (np. atomistyczna koncepcja materii).

Nie bez znaczenia wydaje się fakt, że w czasach, kiedy tworzył Smoluchowski, dominowało wśród fizyków przekonanie o konieczności ujęcia zjawisk fizycznych właśnie za pośrednictwem modelu, stanowiącego odzwierciedlenie pewnego mechanizmu funkcjonowania zjawisk. Zwracał na to uwagę Władysław Krajewski pisząc:

Tak wybitni fizycy, jak Kirchhoff, Helmholtz, Maxwell, Kelvin głosili, że ostatecznym celem nauki jest stworzenie mechanicznych modeli wszystkich zjawisk przyrody (Krajewski, 1956, s. 197).

Odnosząc się do słów Krajewskiego warto wspomnieć, że koncepcja modeli w XIX wieku nawiązuje do rozważań Ludwiga Boltzmanna – do jego tzw. *Bildtheorie*. Wedle Boltzmanna, teorie fizyki (nauki) są pewnymi „obrazami” w umyśle poznającego podmiotu, mającymi co najwyżej częściowe podobieństwo do rzeczywistości. Warto podkreślić w tym kontekście znaczenie *Bildtheorie* dla naukowego wyjaśniania i rozumienia: przedstawianie teorii fizycznych jako modelu rzeczywistości stanowiło alternatywę dla pozytywistycznego sposobu

ujmowania zjawisk za pomocą opisu matematycznego<sup>26</sup>. Inspiracje myślą Boltzmanną w tym kontekście wydają się widoczne w myśli filozoficznej Smoluchowskiego, który w dużej mierze przyjmował pozytywistyczną interpretację wyjaśniania zjawisk. Polski uczony, inspirując się w tym kontekście myślą Gustava Kirchhofa, zmodyfikował nieco koncepcję tego uczonego (wyjaśnianie jako opis matematyczny) przyjmując zasadniczą myśl Macha, że zadaniem fizyki jest „znalezienie związków funkcyjnych między zjawiskami fizycznymi”, co oznacza ujęcie w matematyczną formę treści praw fizyki. Biorąc jednak pod uwagę Smoluchowskiego interpretację teorii naukowej jako modelu rzeczywistości, widać wyraźnie, że wychodził poza ramy pozytywistycznego stylu myślenia. Ponadto, zważywszy na fakt, że bardziej adekwatnym niż „obraz” pojęciem w owej koncepcji Boltzmanną jest „analogia”, a Smoluchowski również interpretował teorię fizyki w kategoriach analogii, można podejrzewać, że właśnie kwestie te zaczerpnął od Austriaka. Jeśli dodamy, że Smoluchowski był pośrednim uczniem Boltzmanną i cenił go jako jednego ze swoich mistrzów, wspomniane wpływy wydają się bardziej prawdopodobne<sup>27</sup>.

---

<sup>26</sup> Na temat Bildtheorie zob. np. (Visser, 1999; de Regt Henk, 1999; D’Agostino, 1990).

<sup>27</sup> W tym miejscu chciałam serdecznie podziękować Panu dr. hab. Jackowi Rodzeniowi za cenne uwagi odnośnie interpretacji pojęcia wyjaśniania zjawisk fizycznych i kontekstu rozumienia teorii jako modelu rzeczywistości w poglądach Smoluchowskiego

Smoluchowski, podkreślał szeroki zakres pojęcia modelu danego zjawiska fizycznego. Odwołując się do wypowiedzi Kelvina, wyjaśniał:

Lord **Kelvin** np. powiada: „dopóty nie jestem zadowolony, dopóki nie potrafię zbudować modelu mechanicznego badanego zjawiska; jeśli mi się to udaje – zjawisko rozumiem, jeśli zaś nie – zjawisko pozostaje niezrozumiałym”. Dzisiejsi uczełni wyraz „model” pojmują w znaczeniu ogólniejszym, nie ograniczając się do modeli mechanicznych, ale zresztą powiedzenie to bardzo trafnie charakteryzuje umysłowość tych, którym zawdzięczamy największe odkrycia dokonane w czasach ostatnich (Smoluchowski, 2017, s. 54).

Pisząc o modelu teorii fizycznych, Smoluchowski pod pojęciem tym rozumiał obrazowe, poglądowe przedstawienie danego zjawiska fizycznego, niekoniecznie za pomocą języka formalnego. Z ujęciem matematycznym natomiast związane jest w jego rozważaniach pojęcie analogii w wyjaśnianiu teorii naukowych. Sam fakt, że poświęcił temu zagadnieniu jeden odrębny artykuł (Smoluchowski, 1928) świadczy, że kwestie te były dla niego istotne. Omawiając problematykę analogii w fizyce Smoluchowski stwierdzał:

Analogie, występujące tak często w różnych dziedzinach fizyki teoretycznej, tworzą wdzięczny i dość też często użytkowany temat do badania. Dla badacza śledzenie ich jest



znakomitym środkiem logicznego pogłębienia pojęć i wykończenia teorii zapomocą dostosowania wywodów, zapożyczonych z innych dziedzin fizyki; są one też nieocenioną pomocą przy dydaktycznym traktowaniu przedmiotu (Smoluchowski, 1928, s. 237).

Jak wynika z przytoczonej wypowiedzi, Smoluchowski podkreślał nie tylko użyteczność analogii w budowaniu teorii fizycznych, ale również, poprzez wskazanie ich dydaktycznej roli, przypominał o rozpowszechnianiu teorii naukowych i poznawaniu ich przez szersze grono odbiorców. W dalszej części artykułu poświęconego analogiom Smoluchowski, posiłkując się przykładami z najbardziej znanych i istotnych dla ówczesnej nauki teorii, przestrzegał przed traktowaniem w sposób dosłowny tego, o czym stanowi treść danej teorii:

Porzuciliśmy obecnie naiwne pojęcie ciepła jako substancji i uważamy je za rodzaj ruchu cząsteczkowego; czy jednak to przypuszczenie nie polega także ostatecznie tylko na dostrzeżeniu pewnej analogji? Jest wogóle rzeczą niebezpieczną wierzyć w rzeczywistość hipotez fizycznych; równie naiwnymi będą się może kiedyś wydawali ci, którzy wierzą jedynie w realny byt materji (w związku z niezmiennością masy) jak ci, którzy obecnie w podobny sposób uwielbiają energję. Najbardziej wykończone teorie fizyki nie mają innego znaczenia, jak tylko, że uwydatniają pewne analogje. Zjawiska elektryczne tak się odbywają, **jak gdyby** istniał pewien mechanizm ukryty; właściwości gazów są

analogiczne do właściwości zbioru cząsteczek poruszających się i t. p. Ewolucja nauki odbywa się w ten sposób, że analogji prostszej, oczywiście, przypisujemy większą wagę niż takiej, która ma bardziej ograniczony zakres ważności cech wspólnych; choć i ta często nie jest całkiem bezużyteczna, podobnie jak i dziś w wielu przypadkach z korzyścią wyobrażamy sobie elektryczność lub ciepło pod postacią „fluidu” (Smoluchowski, 1928, s. 242).

W przytoczonej wypowiedzi Smoluchowski szczególnie krytykował rozwijające się za jego czasów koncepcje materializmu i energetyzmu, których zwolennicy próbowali dotrzeć do głębszych warstw rzeczywistości. Dlatego wspominał on nawet o niebezpieczeństwie tego typu interpretacji w sensie przypisywania teoriom funkcji, jakiej nie posiadają (próba dotarcia do istoty rzeczywistości). Co więcej, traktowanie teorii fizycznych na poziomie analogii jest wedle Smoluchowskiego najbardziej odpowiednią perspektywą badawczą, w której realizowane jest zadanie fizyki – opis matematyczny zjawisk.

Dalsza część wypowiedzi Smoluchowskiego pokazuje, że stanowisko realizmu spotkało się z silną krytyką polskiego uczonego – argumentował on, że realizm (skrajny) wręcz uniemożliwia rzetelne badanie rzeczywistości fizycznej ograniczając je, poprzez jednostkowe ujęcie, wyłącznie do danego zjawiska. Dostrzegął on w teoriach naukowych tylko pewien etap poznawania rzeczywistości, który, przechodząc przez następne fazy (np. kolejne teorie) dążył do coraz lepszego wyjaśnienia całości rzeczywistości:

Kto naiwnie wierzy w realność teorii fizycznych, nie pojmuje jak badacz może traktować ten sam przedmiot z punktów widzenia wręcz przeciwnych, jak to np. **Helmholtz** uczynił, wypracowując najprzód teorię mechaniczną absorpcji świetlnej, a później elektryczną; staje się to zupełnie zrozumiałe, jeżeli uważamy jedną i drugą i każdą teorię fizyczną tylko za analogię. W tym sensie możnaby powiedzieć, że wszystkie analogie fizyki są tylko analogiami formalnymi, że na szukaniu takich analogii polega w ogóle zadanie fizyki teoretycznej, przez co umożliwia się objęcie myślowe jak najobszerniejszego zakresu zjawisk fizycznych (Smoluchowski, 1928, s. 242).

Zauważmy, że łącząc pojęcie *istotny* (rzeczywisty) z pojęciem *formalny* (matematyczny), Smoluchowski po raz kolejny podkreślił znaczenie opisu matematycznego w dyskursie o teoriach fizycznych.

Dywagacje polskiego fizyka odnośnie pojęcia modelu czy analogii w teoriach fizycznych znajdują odzwierciedlenie w konkretnych przykładach. Cechy omawianego przez niego pojęcia modelu zjawiska fizycznego wyraźnie dostrzegalne są przede wszystkim na przykładzie atomistyczno-kinetycznej teorii gazów. Na interesującą rzecz w problematyce teorii naukowych zwrócił uwagę Smoluchowski, gdy pisał, posiłkując się przykładem właśnie teorii kinetycznej gazów, że teoria ta w swojej naukowej postaci bazuje na dwóch podstawach opartych na spekulatywnej (teoretycznej) dywagacji oraz pewnym wyobrażeniu (ujęciu potocznym). Po pierwsze, w terminologicznych

kwestiach teoria kinetyczna wywodzi się już z koncepcji starożytnych filozofów (pojęcie atomu), a po drugie, oparta jest na modelu mechanicznym. Wedle Smoluchowskiego, dopiero połączenie tych koncepcji pozwoliło na dalsze badania zagadnienia, pozwalającej naukowo (za pomocą opisu matematycznego) przedstawić i wyjaśnić zagadnienie:

W dziedzinie fizyki właściwej – pisał Smoluchowski – atomistyka znalazła pożądane uzupełnienie i poparcie w zasadzie zachowania energii, która wyjaśniła się bezpośrednio z przypuszczenia, że ciepło polega na ruchu cząsteczkowym i że ilość ciepła odpowiada energii kinetycznej tego ruchu. Na złączeniu atomistyki z tym wyobrażeniem polega dzisiejsza teoria kinetyczno atomistyczna, po raz pierwszy ściśle sformułowana w latach 1857–1860 w pracach **Clausiusa** i **Maxwella** i zastosowana do wyjaśnienia matematycznego prawa **Boyle’a** i **Charles’a** dla gazów<sup>28</sup>.

Godne uwagi jest to, że teoria atomistyczna jest przykładem, w którym odzwierciedlone są wszystkie trzy kryteria wyboru teorii zaproponowane przez Smoluchowskiego. Jeszcze bardziej wyraźną egzemplifikacją takiego stanu rzeczy jest, według polskiego uczonego, teoria elektronowa, której twórcy „wybudowali wspólny gmach, który łączy w jedną całość

---

<sup>28</sup> Znaczenie teorii atomistycznej dla poglądów Smoluchowskiego podkreślała Izydora Dąmbska, omawiając metodologiczne poglądy Smoluchowskiego (zob. Dąmbska, 1979, s. 8).

wszystko co dotychczasowe teorie posiadały rzeczywiście wartościowego, a obejmuje jeszcze całe dziedziny nowych zjawisk, któreby inaczej były zupełnie niezrozumiałe” (Smoluchowski, 1907, s. 161).

Analizując zagadnienie teorii w rozważaniach Smoluchowskiego nasuwa się pytanie odnośnie określenia jego stanowiska w kontekście sposobu istnienia teorii. Przytaczane wypowiedzi sugerują, że jego poglądy w tej kwestii bliskie są instrumentalizmowi – Smoluchowski w dużej mierze traktował teorie jako narzędzie badania rzeczywistości, nie przypisując im realnego istnienia. Teorie naukowe, wedle niego nie są czymś co można wartościować za pomocą kategorii prawdy czy fałszu, lecz pełnią rolę narzędzia, instrumentu w poznawaniu świata przyrody (Sikora, 2011, s. 105). Na takie rozumienie teorii przez Smoluchowskiego wskazują ponadto jego rozważania o modelach czy analogiach w teoriach fizycznych, które mają ułatwić zrozumienie rzeczywistości. Warto zadać ponadto bardziej szczegółowe pytanie: do czego zmierzają rozważania Smoluchowskiego gloryfikujące rolę hipotez, modeli, analogii w teoriach fizycznych. Jak wynika z pewnych jego wypowiedzi, analizy te mają sprecyzowany cel, tkwiący w zamyśle polskiego fizyka każdorazowo podczas dyskusowania przez niego filozoficznych wątków w nauce. Jest nim wskazanie jak najbardziej adekwatnego obrazu rzeczywistości, możliwego do odkrycia przez nauki przyrodnicze:

Pamiętając o zaszczytnym mianie nauk ścisłych, zdajemy sobie zupełnie trzeźwo sprawę z tego co wiemy a czego nie wiemy, i tylko do tego dążymy, aby fizyka podała nam jak najlepszy model świata zewnętrznego – to jest „maszyneryę” (złożoną z rozmaitych elementów, czy mechanicznych, czy n.p. elektrycznych, i z łączących je „praw fizycznych”), która nie potrzebuje bynajmniej posiadać takiej konstrukcji jak to, co rzeczywiście jest, ale któraby nam dawała wyniki ile możliwości takie same jak zewnętrzny świat rzeczywisty, i tym sposobem pozwalała nam przewidywać jego zjawiska (Smoluchowski, 1907, s. 162)<sup>29</sup>.

Wypowiedź ta potwierdza, iż filozoficzne rozważania Smoluchowskiego zmierzały do konkluzji, iż nauki ścisłe ukazują taki obraz rzeczywistości, który jest przybliżeniem faktycznego funkcjonowania i istoty rzeczywistości. Proces badania naukowego nie dotyka jednak sedna rzeczywistości, gdyż nauka nie ma takiej możliwości. Jej celem jest wyłącznie aproksymacja rzeczywistości, w konsekwencji której dążymy z coraz lepszym skutkiem do jej poznania:

A czem dalej tą drogą doskonalenia i uogólniania teorii postępujemy, tem lepiej potrafimy naszym umysłem objąć przeszłość i tem dalej i dokładniej umiemy przewidzieć przyszłość, a to są

---

<sup>29</sup> W dalszej kolejności Smoluchowski wymienił kryteria, które świadczą o większej wartości (w znaczeniu użyteczności) teorii naukowej (por. Smoluchowski, 1907, s. 162–163).

zadania, których umysł nasz pożąda i których praktyka życiowa wymaga (Smoluchowski, 1907, s. 163).

Przekonania polskiego uczonego o dążeniu do jak najbardziej adekwatnego uchwycenia rzeczywistości przez nauki przyrodnicze świadczą o jego wizji nauki, która jest dynamicznym procesem, dzięki któremu badacz może coraz bardziej zgłębiać tajniki natury. W rozważaniach Smoluchowskiego można zatem zasygnalizować nowy wątek, dotyczący rozwoju nauki.

#### 4. Zakończenie

Poglądy wybitnego polskiego fizyka w omawianych aspektach filozofii nauki przedstawiają interesujące i oryginalnej ujęcie niektórych kwestii. W szczególności warto podkreślić jego rozważania odnośnie spekulacji w nauce (w obu omawianych znaczeniach) – oprócz tego, że stanowią interesujący głos w rozgrywającej się w czasach Smoluchowskiego polemice w tym zakresie, doceniają rolę poglądów greckich filozofów, przy jednoczesnej ostrożności i krytycyzmie ich stanowisk. Można stwierdzić, że w tym kontekście polski uczone wskazywał na coś w rodzaju złotego środka, jako pewnej zasady w metodologii fizyki, co pokazała rekonstrukcja poglądów Smoluchowskiego, pozwalająca na wyróżnienie dwóch rodzajów spekulacji. Z jednej strony – pochwała entuzjazmu i odwagi w przyjmowaniu nowych koncepcji teoretycznych (opar-

tych na spekulacjach w sensie pozytywnym), podkreślenie roli wyobraźni w nauce, z drugiej – zdecydowana krytyka bezpodstawnych spekulacji (wyróżnionych w pismach Smoluchowskiego jako spekulacje w sensie negatywnym). Takie podejście niewątpliwie posiada cechy oryginalnego podejścia na tle jednostronnych ocen i stanowisk innych ówczesnych myślicieli.

Warto podkreślić wkład Smoluchowskiego w interpretację wyjaśniania zjawisk fizycznych i przełamywanie pozytywistycznego paradygmatu wyjaśniania zjawisk. Choć polski uczony przyjmował i zgadzał się ze stanowiskiem, że czysty opis matematyczny eliminuje pierwiastki nienaukowe, antropomorficzne w wyjaśnianiu (wyjaśnianie przyczynowe), to jednak uważał ten sposób wyjaśniania za niewystarczający i zbliżał się w interpretacji do koncepcji Boltzmann (zjawiska fizyczne jako modele pewnych aspektów rzeczywistości). Myśl filozoficzna polskiego uczonego przełamywała w ten sposób pewien redukcjonizm, wskazując takie drogi badania rzeczywistości, które umożliwiają bardziej adekwatne jej poznanie.

Poglądy Smoluchowskiego w obrębie filozofii ukazują ponadto, że jego myśl krążyła wokół problematyki unifikacji fizyki, o czym sam wielokrotnie wspominał w swoich pismach lub wygłaszanych referatach. Wzmacnia to hipotezę konstytuowania się oryginalnego podejścia polskiego uczonego w filozofii, które ujmował nazwą romantyzmu naukowego. Mamy zatem u Smoluchowskiego do czynienia z poszukiwaniem szerokiego horyzontu nauki, wykraczającego poza pozytywistyczny minimalizm, torującego drogi rozwijającej się myśli w obrębie rela-



cji nauka – filozofia. W tym sensie wybitnego polskiego uczonego można uznać za jednego z prekursorów stylu uprawiania refleksji w krakowskim środowisku filozofii przyrody.

## Bibliografia

- Chandrasekhar, S., Kac, M., Smoluchowski, R., 2000. *Marian Smoluchowski: His life and scientific work*. Warszawa: PWN.
- D’Agostino, S., 1990. Boltzmann and Hertz on the *Bild*-Conception of Physical Theory. *History of Science*, 28 (4), s. 380–398.
- Dąbmska, I., 1979. O poglądach metanaukowych Władysława Natanson’a i Mariana Smoluchowskiego. *Zagadnienia Naukoznawstwa*, 57, s. 3–11.
- Einstein, A., 1905. Über die von der molekularkinetischen Theorie der Wärme geforderte Bewegung von in ruhenden Flüssigkeiten suspendierten Teilchen. *Annalen der Physik*, 17 (1950), s. 549–560.
- Godlewski, T., 1918. Ś. P. Marian Smoluchowski: Jego życie i naukowa działalność. *Muzeum*, XXXIII, s. 93–111.
- Goedel, W., 1917. Ze wspomnień osobistych o Maryanie Smoluchowskim. *Kosmos*, XLII, 5 (12), s. 218–230.
- Gostkowski, K., 1953. Kilka wspomnień o Marianie Smoluchowskim. *Postępy Fizyki*, 4 (2), s. 233–236.
- Kargon, R., 1969. Model and analogy in victorian science: Maxwell’s critique of the French physicists’, *Journal of the History of Ideas*, 30, s. 423–436.
- Kapuściński, W., 1953. Poglądy filozoficzne Mariana Smoluchowskiego, *Fizyka i Chemia*, 4 (28), s. 200–209.
- Kociński, J., 1972. Współczesne badania zjawisk krytycznych a klasyczne prace Mariana Smoluchowskiego. *Postępy Fizyki*, XXIII (5), s. 475–513.

- Krajewski, W., 1956. *Światopogląd Mariana Smoluchowskiego*. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
- Loria, S., 1953. Marian Smoluchowski i jego dzieło. *Postępy Fizyki*, 1, s. 6–38.
- Mączka, J., 2007. Jak fizyk może współtworzyć środowisko filozoficzne? Na przykładzie Wilhelma Ostwalda, Władysława Natansona i Mariana Smoluchowskiego. W: M. Rembierz, K. Śleziński (red.), *Studia z Filozofii Polskiej*, T. 2., Bielsko-Biała – Kraków: Scriptum, s. 237–252.
- Oldham, K.T.S., 2008. *The doctrine of description: Gustav Kirchhoff, classical physics, and the “purpose of all science” in 19th-century Germany*. Berkeley: University of California.
- Ostwald, W., 1988. Energija i jej przemiany. *Wszecławiat*, 42, s. 662–666; 43, s. 680–683; 44, s. 695–698.
- Poincaré, H., 1908. *Nauka i hipoteza*. Przekład M.H. Horwitza, pod red. Ludwika Silbersteina, nakład Jakóba Mortkowicza, Warszawa – Lwów: Księgarnia H. Altenberga – G. Centnerszwer i S-ka.
- Polak, P., 2012. „Byłem Pana przeciwnikiem [Profesorze Einstein]...”: *Relatywistyczna rewolucja naukowa z perspektywy środowiska naukowo-filozoficznego przedwojennego Lwowa*. Kraków: Copernicus Center Press.
- Regt Henk de, W., 1999. Ludwig Boltzmann’s bildtheorie and scientific understanding. *Synthese*, 119 (1–2), s. 113–134.
- Sikora, M., 2011. Realizm wobec wyzwań antyrealizmu w świetle badań z zakresu filozofii nauki i socjologii wiedzy naukowej. W: M. Sikora (red.), *Realizm wobec wyzwań antyrealizmu*. Wrocław: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej.
- Smoluchowski, M., *O nowszych postępach na polu kinetycznych teorii materji*, [online] Kraków, s. 237–245. Dostępne na: <<http://matwbn.icm.edu.pl/ksiazki/pms/pms3/pms3116.pdf>> [ostatni dostęp 18.02.2017].
- Smoluchowski, M., 1906. Zur kinetischen Theorie der Brownschen Molekularbewegung und der Suspensionen. *Annalen der Physik*, 21, s. 756–780.

- Smoluchowski, M., 1907: Zarys najnowszych postępów fizyki. *Muzeum*, R. XXIII, t. 1, s. 43–60, 144–165.
- Smoluchowski, M., 1917a. *Poradnik dla samouków: Wskazówki metodyczne dla studiujących poszczególne nauki. Wydanie nowe, t. 2, Fizyka*. Warszawa: Wydawnictwo A. Heflicha i St. Michalskiego.
- Smoluchowski, M., 1917b. Wstęp ogólny. W: *Poradnik dla samouków: Wskazówki metodyczne dla studiujących poszczególne nauki. Wydanie nowe, t. 2*, Warszawa: Wydawnictwo A. Heflicha i St. Michalskiego.
- Smoluchowski, M., 1923. O pojęciu przypadku i pochodzeniu praw fizyki opartych na prawdopodobieństwie. *Wiadomości Matematyczne*, 27 (2), s. 27–52.
- Smoluchowski, M., 1928. *Kilka uwag o analogjach fizycznych, zwłaszcza w teoriach prądów elektrycznych, prądów cieplnych i zjawiska dyfuzji*. Dostępne na: <<http://matwbn.icm.edu.pl/ksiazki/pms/pms3/pms3116.pdf>> [ostatni dostęp 18.02.2017].
- Smoluchowski, M., 1956a. Dzisiejszy stan teorii atomistycznej. W: *Wybór pism filozoficznych*. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe, s. 257–276.
- Smoluchowski M., 1956b. Ewolucja teorii atomistycznej. W: *Wybór pism filozoficznych*. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe, s. 235–256.
- Smoluchowski, M. 1956c. Obserwowalne zjawiska molekularne sprzeczne z termodynamiką tradycyjną. W: *Wybór pism filozoficznych*. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe, s. 74–105.
- Smoluchowski, M., 1956d. *Wybór pism filozoficznych*. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
- Smoluchowski M., 1956e. Znaczenie nauk ścisłych w wykształceniu ogólnym. W: M. Smoluchowski, *Wybór pism filozoficznych*. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
- Starzec, K., 2007a. Dwie interpretacje myśli Mariana Smoluchowskiego. W: M. Heller, J. Mączka, P. Polak, M. Szczerbińska-Polak (red.), *Krakowska filozofia przyrody w okresie międzywojennym*. Tarnów – Kraków: Biblos – OBI, s. 399–426.
- Starzec, K., 2007b. Marian Smoluchowski – teoria nauki a działalność naukowa. W: M. Heller, J. Mączka, P. Polak, M. Szczerbińska-

- Polak (red.), *Krakowska filozofia przyrody w okresie międzywojennym*. Tarnów – Kraków: Biblos – OBI, s. 387–398.
- Teske, A., 1955. *Marian Smoluchowski: Życie i twórczość*. Kraków: Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
- Visser, H., 1999. *Boltzmann and Wittgenstein or how pictures became linguistic*. Dostępne na: <http://logic.sysu.edu.cn/Soft/UploadSoft/200803/20080315110146689.pdf> [ostatni dostęp 18.02.2017].

Prace nieopublikowane<sup>30</sup>

- Smoluchowski, M., 1901. O teoriach elektryczności. Wykład w Krakowie 22 III 1901. Biblioteka Jagiellońska w Krakowie, sygn. 9398 IV, k. 1–26.
- Smoluchowski, M., 1905. O Elektronach i Szkic drugiego wykładu. Rękopis odczytu w Towarzystwie Politechnicznym, 29 III 1905. Biblioteka Jagiellońska w Krakowie, sygn. 9398 IV, k. 62–110.
- Smoluchowski, M., 1913. O metodach fizyki doświadczalnej. Rękopis odczytu inauguracyjnego na Uniwersytecie Jagiellońskim, maj 1913. Biblioteka Jagiellońska w Krakowie, sygn. 9398 IV, k. 6–7.

---

<sup>30</sup> Wymienione rękopisy Smoluchowskiego są po raz pierwszy publikowane na łamach niniejszego numeru ZFN, zob. ss. 141nn (przyp. red.).



# Światy indeterministyczne Franza-Serafina Exnera i Mariana Smoluchowskiego<sup>1</sup>

Jacek Rodzeń

Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach,  
Instytut Dziennikarstwa i Informatyki

## Indeterministic worlds of Franz-Serafin Exner and Marian Smoluchowski

Abstract

The paper presents philosophical views which have been propagated in the first decade of the 20<sup>th</sup>-century by Austrian experimental physicist Franz-Serafin Exner (1846–1926). According to Exner all apparently deterministic laws are only a kind of the macroscopic limit of the indeterministic random events and processes in nature. The paper attempts to show whether Exner's ideas have influenced the views on randomness and probability developed by renowned

---

<sup>1</sup> Szczere podziękowania składam na ręce dr. hab. Pawła Polaka prof. UPJPII za pomoc w pozyskaniu korespondencji Mariana Smoluchowskiego oraz inspirującą wymianę myśli w trakcie przygotowania niniejszego artykułu. Za cenne uwagi dotyczące jego końcowej wersji wdzięczny jestem także prof. dr. hab. Zenonowi E. Roskalowi.

Polish physicist Marian Smoluchowski (1872–1917) who belonged to informal circle of Exner's students and assistants (so-called *Exner-Kreis*).

Keywords

laws of nature, chance, indeterminism, Franz-Serafin Exner, Marian Smoluchowski

## 1. Wprowadzenie

Postać i myśl austriackiego fizyka Franza-Serafina Exnera (1849–1926) wzbudziły w ostatnich latach spore zainteresowanie ze strony historyków i filozofów nauki, nie tyle z powodu jego dokonań z zakresu przyrodoznawstwa, lecz z racji propagowanej przez niego oryginalnej filozoficznej koncepcji przyrody i rządzących nią praw (Hanle, 1979; Stöltzner, 1999; 2003; Hiebert, 2000; Coen, 2007). Exner nie miał na swoim koncie przełomowych prac fizycznych, choć niewątpliwie należy w nim widzieć wybitnego organizatora życia naukowego na Uniwersytecie Wiedeńskim przełomu XIX i XX w., mającego wyjątkowy dar gromadzenia wokół siebie utalentowanych młodych fizyków (Karlik i Schmid, 1982). Jednak austriacki fizyk przez kolejne pokolenia został zapamiętany głównie przez to, że na dwie dekady przed stworzeniem podwalin pod mechanikę kwantową, jakby przeczuwając nadchodzącą rewolu-

cję w podstawach nauki i zarazem w obrazie przyrody, rozwinął koncepcję świata, u jego podstaw na wskroś indeterministycznego. Choć zaskakująca, nie była to koncepcja nieprzemysłana i naiwna. Exner zbyt dobrze znał fizykę swego czasu, by nie dostrzegać jej problemów badawczych i interpretacyjnych, w szczególności związanych z dynamicznym rozwojem mechaniki statystycznej, termodynamiki i zastosowaniem metod probabilistycznych w nauce.

Jak już wspomniano powyżej, postać Franza Exnera jest interesująca nie tylko z racji rozwiniętej przez niego koncepcji przyrody indeterministycznej. Do grona jego uczniów i asystentów należało wielu wybitnych uczonych, w tym dwóch późniejszych noblistów – Victor F. Hess (1883–1964) i Erwin Schrödinger (1887–1961). Wśród współczesnych fizyków i historyków nauki rozpowszechniona jest opinia o realnym wpływie idei Exnerowskich zwłaszcza na myśl tego drugiego wymienionego uczonego, jednego ze współtwórców mechaniki kwantowej i – przynajmniej w chwili jej powstania – zwolennika jej interpretacji indeterministycznej (Hanle, 1979; Hörz, 1992; Bitbol, 1996). Nie można w końcu zapomnieć o tym, że do ścisłego „kręgu Exnera” (tzw. *Exner-Kreis*) na Uniwersytecie Wiedeńskim był również zaliczany jego uczeń i doktorant Marian Smoluchowski (Karlík i Schmid, 1892).

W poniższych refleksjach, przybliżając pokrótce ideę świata indeterministycznego według Exnera, zostaje postawione pytanie o możliwy wpływ jego myśli na doniosłe z punktu widzenia fizyki i filozofii rozważania Smoluchowskiego dotyczące sta-



tusu przypadku i praw przyrody, obejmujące w tle również pojęcia determinizmu i indeterminizmu.

## 2. Świat indeterministyczny według Exnera

Franz-Serafin Exner wywodził się ze znanej i wpływowej rodziny o długich tradycjach akademickich w monarchii austro-węgierskiej. Jego ojciec – Franz Serafin Exner (1802–1853) na niwie naukowej zajmował się filozofią (m.in. był krytykiem myśli Hegłowskiej), prawem i edukacją, w praktyce był urzędnikiem państwowym i reformatorem szkolnictwa austriackiego. Patrząc na działalność Franza-Serafina niewątpliwie można u niego dostrzec, oddziedziczone po ojcu, zarówno talenty organizacyjne oraz praktyczno-badawcze jako fizyka eksperymentalisty, jak i skłonność do myśli spekulatywnej, wyrażoną głównie w jego oryginalnych koncepcjach o charakterze filozoficznym.

Z dzisiejszej perspektywy należy stwierdzić, że Franz-Serafin Exner stosunkowo długo zwlekał z upublicznieniem swoich poglądów filozoficzno-przyrodniczych. Dopiero jako 59-latek, najpierw w popularnej, dwutomowej pracy *Der Schlichten Astronomie (Łatwa astronomia)* po raz pierwszy ujawnił niektóre rysy własnej wizji przyrody, opartej w znacznej mierze na stochastycznej perspektywie Maxwella i Boltzmanna (Exner, 1908). W tej perspektywie wszechświat złożony jest z układów fizycznych, w których decydującą rolę odgrywają zjawiska losowe, począwszy od trzęsień ziemi, biegu rzek, a na tworzeniu

układów planetarnych i ewolucji organizmów kończąc. Według austriackiego fizyka decydującą rolę odgrywa w nich przypadek, a co za tym idzie wiedza o ich powstaniu i ewolucji nie może być pewna.

*Popularną astronomię* Exner wydał własnym sumptem w lutym 1908 r. W tym samym roku został wybrany na rektora Uniwersytetu Wiedeńskiego, co oznaczało m.in., że w październiku, w czasie uroczystego rozpoczęcia nowego roku akademickiego będzie musiał wygłosić wykład inauguracyjny. Zgodnie z długą tradycją uniwersytecką wykład inauguracyjny wiąże się zwykle z co najmniej trzema wymogami. Po pierwsze powinien w jakimś stopniu nawiązywać do idei *universitas*. Po drugie musi uwzględnić obecność wśród słuchaczy laików naukowych, choć należących również do lokalnego establishmentu. Po trzecie wreszcie niejednokrotnie inauguracja roku akademickiego jest okazją do zaprezentowania możliwie nowej i uniwersalnej idei. Exner jako nowy *Rector magnificus* doskonale wyczuł potrzebę chwili i wygłosił wykład pod pozornie niewiele obiecującym tytułem: *O prawach w naukach przyrodniczych i humanistyce* (Exner, 1909).

Odwołując się do tytułu wykładu inauguracyjnego nowy rektor Uniwersytetu Wiedeńskiego swoją przemowę rozpoczął od stwierdzenia, że nawet jeśli wszystkim uczonym przyświeca ten sam cel poszukiwania „prawdy obiektywnej”, niezmiennie pozostaje poczucie zasadniczego rozdzielenia między wiedzą naukowo-przyrodniczą a humanistyczną. Jego zdaniem wyraża ono nieporozumienie zakorzenione w przekonaniu o fundamental-

nym podziale świata na nieprzystające do siebie obszary, jeden charakteryzowany przez ciągłość i prawidłowości oraz drugi zanurzony w nieciągłości i losowości. Tymczasem – według Exnera – różnice między zjawiskami w obu tych obszarach nie mają charakteru fundamentalnego, lecz jedynie stopniowalny. W rzeczywistości wszystkie prawa rządzące zjawiskami z obydwu obszarów są tylko przybliżeniami. Prawa nie istnieją w przyrodzie, ale są formułowane przez człowieka, który „wykorzystuje je jako środki werbalne lub obliczeniowe, przez co daje on do zrozumienia, iż procesy przyrodnicze zachowują tak, jak gdyby materia, niczym racjonalna istota, była posłuszna tym prawom” (Exner, 1909, s. 49).

Powołując się na dokonania Ludwiga Boltzmanna (1844–1906) z zakresu fizyki statystycznej Exner wskazywał na niego, jako tego, który pokazał, w jaki sposób fundamentalne nieregularności w przyrodzie prowadzą do stwierdzalnych prawidłowości empirycznych. Choć w obserwacjach fizycznych odnotowuje się pewne prawidłowości, są one jednak efektem wzajemnego wpływu wielkiej liczby, pozbawionych prawidłowości zdarzeń losowych. Biorąc pod uwagę na przykład gaz i badając zespół jego wielu molekuł przez dłuższy czas można zaobserwować prawidłowości w jego parametrach makrofizycznych. Stanowi to efekt działania wielkiej liczby zdarzeń molekularnych, które leżą u podstaw tego, co jest objęte pomiarem. Jednak „droga przemierzana przez pojedynczą molekułę jest całkowicie przypadkowa. Zależy ona od tego, jak często molekuła zderza się z innymi molekułami i w których kierunkach się porusza, przy

czym z każdym zderzeniem jej własny kierunek ruchu i prędkość ulegają zmianie” (tamże, s. 54).

Jakkolwiek Boltzmann po 1868 roku wykorzystywał metody probabilistyczne w wyjaśnieniu mechanicznym drugiej zasady termodynamiki (Boltzmann, 1868), aby zrekompensować brak wiedzy o pojedynczych zdarzeniach na poziomie molekularnym, Exner w swoim wykładzie inauguracyjnym nadał interpretacji statystycznej znacznie bardziej dalekosiężny wymiar. Jego zdaniem nie tylko nie możemy opisać pojedynczych zdarzeń na tym poziomie, ale „nawet gdybyśmy byli w stanie spowołnić ruchy molekularne w takim stopniu, by móc śledzić pojedyncze procesy, to i tak nic więcej nie zaobserwowalibyśmy, jak tylko chaos przypadkowych zdarzeń, w których na próżno by szukać prawidłowości” (Exner, 1909, s. 55). Dla Exnera pojedyncze zdarzenia molekularne są zasadniczo niepoznawalne. Tym samym prawa fizyki makroskopowej wydają się ściśle tylko dlatego, że stanowią rezultat uśrednienia, w którym liczba zdarzeń w zespole statystycznym zmierza do „nieskończoności”<sup>2</sup>. Dla nowego rektora Uniwersytetu Wiedeńskiego konsekwencją przyjęcia formy indeterminizmu na poziomie

---

<sup>2</sup> Według Stöltznera w wykładzie inauguracyjnym Exnera można zauważyć również myśl o ewolucji praw przyrody (ściślej prawidłowości) mającej zachodzić w skali kosmicznej (bez możliwości jej detekcji w „lokalnych” eksperymentach fizycznych) – idei przypuszczalnie nawiązującej do rozważań filozoficzno-przyrodniczych Gustava T. Fechnera (1801–1887) (Stöltzner, 2003, s. 129). Podobną ideę głosili przed Exnerem także Charles S. Peirce (1839–1914) (Heidelberger, 1993, s. 268) oraz Henri Poincaré (Poincaré, 1908, s. 164).

molekularnym stało się twierdzenie, zgodnie z którym w ogóle nie ma ścisłych praw w przyrodzie.

Aby doprowadzić do jakiegoś rozstrzygnięcia poruszanej na wstępie wykładu inauguracyjnego kwestii dwutorowości nauk przyrodniczych i humanistycznych, Exner odniósł się do swej maksymy, zgodnie z którą „nie ma ścisłych praw przyrody” i usiłował ją przyłożyć do badań biologicznych, społecznych i humanistycznych. Skoro „ścisłość” jest następstwem „prawa wielkich liczb”<sup>3</sup>, stopień dokładności wymienionych badań jest wypadkową wielkości próby statystycznej. Dlatego dla Exnera ekonomia, która operuje stosunkowo dużymi liczbami analizowanych obiektów, jest najbardziej ścisłą w grupie nauk społecznych. Z kolei biologia, której przedmioty zainteresowania są ograniczone w liczbie, zajmuje się raczej „prawidłowościami” niż twardymi prawami (tamże, s. 74–78). Jeszcze niższą skalą stwierdzanych prawidłowości charakteryzuje się historia jako nauka, zajmująca się pojedynczymi przypadkami i z trudnością sugerująca jakiegokolwiek uogólnienia. Charakterystyczne w Exnerowskiej perspektywie było jego spojrzenie na uprawianie sztuki. Nie dostrzegał w niej żadnych prawidłowości, ponieważ „człowiek działa z wolną wolą – to jest prawda, ale czego on pragnie; czego pragnie w każdej chwili swojego życia – to zależy od tysiękrotnego łańcucha przypadków” (tamże, s. 68).

---

<sup>3</sup> Dla Exnera rachunek prawdopodobieństwa jest oparty na tzw. prawie wielkich liczb – „jedynym prawie, które faktycznie rządzi wszystkimi zdarzeniami w przyrodzie” (Exner, 1908, s. 19).

Przy końcu swojego wystąpienia Exner wyprowadzał kolejne wnioski nawiązujące do fizyki statystycznej, porównując m.in. równowagę ekonomiczną oraz dystrybucję dóbr w społeczeństwie, a nawet stan społeczności uniwersyteckiej do efektów fizycznych związanych z drugą zasadą termodynamiki (tamże, s. 81–87). Spełnił tym samym wspomniane powyżej wymogi towarzyszące wykładowi inauguracyjnemu. Przez barwne ukazanie dynamiki życia i kultury na uczelni wiedeńskiej, a także przez próbę rozwiązania wielowiekowego dylematu między przyrodoznawstwem i humanistyką opartego na jednoczących je probabilistycznych właściwościach wszystkich obszarów świata, Exner usiłował uzyskać efekt nowego rozumienia pojęcia *universitas*. Jak donosiła wiedeńska popołudniówka *Neue Freie Presse* uniwersytecka aula była szczelnie zapełniona „senatem akademickim, tłumnie przybyłymi profesorami, jak również wieloma damami” (Rektorsinauguration, 1908, s. 3). Nie zabrakło też echa oryginalnych idei i rozwiązań zaprezentowanych przez nowego rektora, które – jak pisał później były uczeń Exnera Hans Benndorf – „w tamtym czasie wywołały spore poruszenie” (Benndorf, 1927, s. 403).

Relacjonowanie poglądów Exnera ograniczamy w tym miejscu do dość zwięzłego omówienia zasadniczych rysów jego wystąpienia rektorskiego z 1908 r. Ich rozwinięcia austriacki fizyk dokonał w wydanych w 1919 r. *Wykładach o fizykalnych podstawach nauk przyrodniczych* (Exner, 1919). Exner pisał je w czasie trwania działań wojennych i wcześniej nigdy ich nie prezentował na forum publicznym. Z racji na to,

że Smoluchowski zmarł w 1917 r., nie będziemy się do nich odwoływać i ich komentować.

Choć w swoim wykładzie inauguracyjnym, poza wyróżnieniem dokonań zmarłego niedawno Boltzmann, Exner nie odwoływał się imiennie do idei i osiągnięć innych uczonych, można w nim jednak usłyszeć echa toczących się na przełomie wieków dyskusji naukowych i filozoficznych. Dominowała w nim interpretacja statystyczna drugiej zasady termodynamiki, ale w uogólniającej wizji rektora Uniwersytetu Wiedeńskiego można także dostrzec ślady wpływu znanych mu doskonale rozwiązań jego uczniów w zakresie badań fluktuacji mikrostanów w rozpadzie promieniotwórczym (E. von Schweidler)<sup>4</sup> i ruchach Browna (M. Smoluchowski). W zakresie dyskusji filozoficznych w wystąpieniu Exnera zdają się pobrzmiewać także wpływy empirio-krytycyzmu E. Macha i fizykalizmu Boltzmann, jak również można zauważyć bliskość świeżym rozważaniom C.S. Peirce'a i Poincarégo na temat przypadku i prawdopodobieństwa<sup>5</sup>.

---

<sup>4</sup> Odkryta przez Henri'ego Becquerela (1852–1908) w 1896 r. promieniotwórczość naturalna była pierwszym, poznanym przez człowieka, zjawiskiem fizycznym, w którym sam proces fizyczny na poziomie atomowym przebiega w sposób przypadkowy.

<sup>5</sup> Por. np. słowa Peirce'a z 1893 r.: „absolutny przypadek jest czynnikiem we wszechświecie” lub „przypadek podlega prawom, z których wypływają wyniki statystyczne” (Peirce, 1935–1958, t. 6, s. 301, 606). Exner mógł znać także refleksje Poincarégo z jego popularnej pracy *Wartość nauki*, w której francuski uczony rozważał możliwość statystycznego charakteru wszystkich praw fizyki (Poincaré, 1908, s. 135, 160–169).

Z poglądów Exnera wyłania się obraz świata złożonego z układów o niezliczonych przedmiotach, w których rządzą zjawiska i zdarzenia przypadkowe. Jest to świat indeterministyczny, także w aspekcie ontologicznym. Determinizm może dotyczyć jedynie, traktowanych instrumentalnie, postaci formuł matematycznych opisujących określone obszary świata (prawa fizyki jako efekt działania mas statystycznych). Jakkolwiek eksperymentalista Exner w swojej wizji nie podejmuje (idąc za empiriokrytycyzmem Machowskim) kwestii przyczynowości w przyrodzie, sugerowana przez niego wszechogarniająca przypadkowość zdarzeń zakłada jakąś wersję a-przyczynowości. Jak się wydaje, mimo tego, że austriacki fizyk unikał w swoim wystąpieniu nawiązywania do dyskusji filozoficznych, radykalizm poglądów interpretacyjnych dotyczących aktualnej w tym czasie nauki, zwłaszcza fizyki, spowodował, że jego poglądy przyjęły charakter dyskutowalnych tez metafizycznych. Dlatego w ostatnim paragrafie niniejszego artykułu skonfrontujemy wizję Exnerowską z poglądami na przypadek, prawa przyrody i indeterminizm, których można doszukać się w niektórych pismach Mariana Smoluchowskiego.

### 3. Relacje między Exnerem a Smoluchowskim

Autorzy jedynej jak dotąd biografii naukowej Franza-Serafina Exnera Berta Karlik i Erich Schmid ukuli w niej wyrażenie „kręgu Exnera” (*Exner-Kreis*) na określenie „grupy jego naj-



ściślejszych współpracowników”. W istocie była to nieformalna grupa złożona z kilkunastu fizyków: byłych studentów, doktorantów i aktualnych asystentów mistrza. Z jednej strony prowadzili oni z Exnerem, albo kontynuowali po nim badania, głównie eksperymentalne, z różnych obszarów fizyki. Niewątpliwą rolę odgrywała tu niekwestionowana charyzma ich nauczyciela i zarazem przyjaciela, która pozwalała im samodzielnie rozwijać skrzydła, a jednocześnie czerpać z jego ogromnego doświadczenia. Z drugiej strony reprezentowali oni wszyscy nowe idee w samej fizyce, głęboko zakorzenione w pracach ich rodaków Josefa Loschmidta (1821–1895) i Boltzmann (nauczycielach Exnera) z zakresu fizyki statystycznej, niepodejmowane jeszcze wówczas powszechnie, co więcej, w innych środowiskach fizyków europejskich niejednokrotnie ostro krytykowane. Do ściślejszego „kręgu Exnera” Karlik i Schmid zaliczyli także Mariana Smoluchowskiego (Karlik i Schmid, 1892, s. 134–138).

Smoluchowski nie był jednak typowym współpracownikiem Exnera z jego kręgu, jak choćby późniejsi nobliści – Viktor F. Hess, który w Wiedniu, w bliskości mistrza dokonywał swoich przełomowych odkryć dotyczących promieniowania kosmicznego (1912), czy Erwin Schrödinger, współpracujący z Exnerem przez kilkanaście lat (1906–1920). Co prawda pod jego okiem Smoluchowski studiował i wykonał swoją pracę doktorską poświęconą badaniom akustycznym sprężystości miękkich ciał (1895), ale zaraz po doktoracie wyjechał do laboratoriów zagranicznych, zdobywając tam dalsze doświadczenie. Po powrocie do Wiednia w 1897 r. uzyskał szybko habilitację,

a uniwersytet zaferował mu *venia legendi* w zakresie fizyki, co zaowocowało stosunkowo krótkim epizodem pracy w roli wykładowcy. Jak wiadomo, niedługo potem Smoluchowski opuścił stolicę monarchii i udał się do Lwowa na tamtejszy uniwersytet (zwany jeszcze wtedy Franciszkańskim).

Wcześniejszy i późniejszy kontakt listowy między Smoluchowskim i Exnerem, jak się wydaje, także nie był zbyt ożywiony<sup>6</sup>. Do dzisiaj zachowało się jedynie pięć listów Exnera do polskiego uczonego oraz trzy Smoluchowskiego do Exnera. Niestety, nie zawierają one jakichkolwiek elementów dyskusji naukowej, a tym bardziej filozoficznej, związanej na przykład z żywionymi przez Exnera, wyżej zrelacjonowanymi jego poglądami na temat indeterminizmu czy też przypadku w przyrodzie. Niemniej jednak można je podzielić na dwie grupy tematyczne. Stroną podejmującą temat w obu przypadkach był fizyk austriacki.

Do pierwszej grupy należy zaliczyć wymianę korespondencji między Exnerem i Smoluchowskim z okresu między końcem kwietnia 1896 roku a początkiem czerwca tego samego roku. Wymianę tę zainicjował Exner, wykorzystując poniekąd okazję pobytu swojego byłego studenta w laboratorium Gabriela Lippmanna (1845–1921) w Paryżu. Exner prowadził w tym czasie zakrojone na szeroką skalę pomiary widm emisyjnych w zakresie

---

<sup>6</sup> Można tę ilość porównać choćby do objętości korespondencji Smoluchowskiego z jego przyjacielem Friedrichem Hasenöhrl (1874–1915), z której w Bibliotece Jagiellońskiej zachowało się aż 49 listów tego pierwszego (por. Hasenöhrl, 1893–1915).

ultrafioletu wszystkich znanych wtedy pierwiastków chemicznych (Exner i Haschek, 1904; Karlik i Schmid, 1982, s. 74–75). Do tego celu potrzebował próbek pierwiastków o możliwie wysokiej czystości. Część z nich pozyskiwał z laboratorium znanego francuskiego chemika Ferdinanda Moissana (1852–1907). Exner co prawda niezależnie korespondował z Moissanem, ale dla upewnienia się w kwestii zamawianych i przesyłanych do Wiednia próbek „wykorzystał” obecność Smoluchowskiego w Paryżu, prosząc go o kontakt na miejscu z francuskim chemikiem (Exner, 1896; Smoluchowski, 1896).

Druga część korespondencji Exnera z Smoluchowskim (licząca dwa listy Exnera i jeden Smoluchowskiego) obejmuje okres od połowy listopada 1915 roku do początku stycznia 1916 roku. Dotyczyła ona przede wszystkim sprawy możliwego objęcia przez Smoluchowskiego na Uniwersytecie Wiedeńskim katedry fizyki teoretycznej po Friedrichu Hasenöhrlu, który w październiku 1915 roku zginął na froncie włoskim (Exner, 1915–1916; Smoluchowski, 1915). Hasenöhrla ze Smoluchowskim łączyła długa przyjaźń, sięgająca ich edukacji w Theresianum, kształtowana wspólnym zamiłowaniem do fizyki, muzyki i wypraw górskich<sup>7</sup> (Teske, 1955).

Jeszcze w listopadzie 1915 roku Wydział Filozoficzny Uniwersytetu Wiedeńskiego powołał komisję dla wyłonienia kan-

---

<sup>7</sup> Hasenöhrl zyskał wysokie uznanie w środowisku fizyków m.in. przez udowodnienie w 1904 roku szczególnego przypadku prawa proporcjonalności masy i energii, które rok potem Einstein wyraził w słynnej formie uogólnionej.

dydata do objęcia katedry fizyki teoretycznej po Hasenöhrlu. Po pierwszych jej obradach jedynym i bezdyskusyjnym kandydatem na to stanowisko był Smoluchowski. Dwóch z dziewięciu członków komisji – fizycy Franz-Serafin Exner i Ernst Lecher (1856–1926) w podsumowaniu prac tego zespołu stwierdziło wówczas: „Z grona obywateli Austrii można nominować tylko jednego kandydata, który całkowicie spełnia wymagania wiedeńskiej profesury i od którego z bardzo dużym prawdopodobieństwem można oczekiwać, że z powodzeniem będzie kontynuował tradycję szkoły Boltzmannowskiej. Jest nim aktualny profesor fizyki w Krakowie Marian von Smoluchowski” (cyt. za: Hunger, 2008, s. 413). Z czasem jednak pierwotną jednomyślność członków komisji wzmruszyły wątpliwości co do kandydatury Smoluchowskiego, z jednej strony sprowokowane do dziś niejasnymi zarzutami wobec jego poglądów na kwestie narodowościowe, z drugiej zaś związane z nasilającymi się w tym czasie także wśród niektórych członków komisji tendencjami nacjonalistycznymi (uznających, że katedrę fizyki powinien objąć obywatel narodowości niemieckiej). Echa tych dyskusji można także prześledzić w korespondencji Smoluchowskiego z Exnerem. Ostatecznie sprawa obsadzenia katedry fizyki teoretycznej w Wiedniu przeciągnęła się aż do marca 1917 roku, a Smoluchowski, choć pozostał nadal jednym z kandydatów na to stanowisko, nie miał już wtedy na nie większych szans. Należy tylko zauważyć, że w całej tej stosunkowo długiej historii Franz-Serafin Exner niezmiennie opowiadał się za kandydaturą swojego dawnego ucznia, a do cesarskiego ministerstwa nauki

nawet wysłał w tej sprawie *votum separatum*. Tymczasem profesorem fizyki teoretycznej w Wiedniu został wspomniany już Ernst Lecher (Hunger, 2008).

#### 4. Exner, Smoluchowski i „indeterminizm wiedeński”<sup>8</sup>

Jak widać z powyższego, kwestie związane ze statusem praw przyrody i obecności w niej przypadku nie były w żadnej mierze przedmiotem kontaktu korespondencyjnego między Smoluchowskim a Franzem-Serafinem Exnerem. Na podstawie dostępnych świadectw nic nie wiadomo także o wymianie myśli w tym przedmiocie w ramach możliwych kontaktów bezpośrednich (np. w czasie zjazdów naukowych lub spotkań okolicznościowych) obydwu fizyków. Smoluchowski jednak mógł zapoznać się z poglądami Exnera w sposób pośredni, zwłaszcza z tymi, które odbiły się pewnym echem w Europie po jego wystąpieniu rektorskim w 1908 roku. O tym, że polski fizyk miał

---

<sup>8</sup> Pojęcie „indeterminizmu wiedeńskiego” wprowadził Michael Stöltzner (1999; 2003) na określenie, dokonanego w jego przekonaniu przez Macha, Boltzmann i Exnera, rozdziału między apriorycznie (po Kantowsku) pojętą przyczynowością jako warunku poznawanej empirycznie przyrody a realizmem. W tej części artykułu przez „indeterminizm wiedeński” można rozumieć dyskusję o charakterze filozoficznym, dotyczącą głównie konsekwencji rozwoju fizyki statystycznej (rozwijanej przez środowisko fizyków ściśle związanych z Wiedniem) dla obrazu nauki i przyrody.

jakieś pojęcie o tych poglądach może np. świadczyć jego korespondencja z bratankiem Franza-Serafina – Felixem M. Exnerem (1876–1930), fizykiem specjalizującym się w meteorologii<sup>9</sup>. W jednym z listów do Smoluchowskiego z 1913 roku Feliks Exner pisał: „Dzięki wywodom mego stryja Franciszka Exnera przyszła mi myśl, czy aby anomalie w ogóle dadzą się dokładnie przewidzieć, także jeżeli znane są niektóre z rządzących nimi reguł, innymi słowy, czy istnieją prawa? [...]” (cyt. za: Teske, 1955, s. 222; Exner, 1913).

Mimo że w swoich artykułach, zarówno tych ściśle fizycznych, jak i tych o charakterze filozoficznym Smoluchowski nie odwoływał się imiennie do prac czy myśli Franza-Serafina Exnera, kilku współczesnych historyków i filozofów nauki postawiło tezę, zgodnie z którą artykuły polskiego uczonego poświęcone kwestii przypadku i praw probabilistycznych w fizyce zawierają elementy odpowiedzi, choć skierowanej nie wprost, na poglądy fizyka austriackiego dotyczące praw przyrody, roli przypadku oraz przyczynowości i determinizmu. Co więcej, autorzy ci, obok Smoluchowskiego, jako drugiego nieformalnego dyskutanta Exnera wymieniają zgodnie Maxa Plancka (1858–1947) i jego wystąpienie jako rektora Uniwersytetu Berlińskiego w dniu 3 sierpnia 1914 roku zatytułowane *Prawidłowości dynamiczne i statystyczne* (Forman, 1971; Hanle, 1979; Stöltzner, 1999; Planck, 1944). W tym miejscu pominiemy jednak

---

<sup>9</sup> Felix Exner był jednym z pionierów tzw. meteorologii dynamicznej, wykorzystującej metody probabilistyczne (zob. Karlik i Szmid, 1982, s. 151).

„odpowieź” Plancka<sup>10</sup>, koncentrując się wyłącznie na elementach łączących Smoluchowskiego z Exnerem.

Domniemane odniesienie Smoluchowskiego do Exnera najwcześniej dostrzegł autor tyle głośnego, co kontrowersyjnego artykułu poświęconego rzekomemu wpływowi tzw. kultury weimarskiej na powstanie mechaniki kwantowej, Paul Forman (Forman, 1971, s. 67, przypis 158). Amerykański historyk nauki i techniki przywołał słowa Smoluchowskiego z jego najbardziej znanego, choć już pośmiertnego, niemieckojęzycznego artykułu z 1918 roku nt. przypadku w fizyce (*O pojęciu przypadku i pochodzeniu praw probabilistycznych w fizyce*)<sup>11</sup>, dotyczące „panującej dziś tendencji sprowadzania – na wzór kinetycznej teorii gazów – wszystkich praw fizyki do statystyki ukrytych zdarzeń elementarnych [...]”, jednocześnie zwracając uwagę na to, że polski fizyk wcale nie wykluczał możliwości „zastąpienia przez prawidłowość statystyczną” (Smoluchowski, 1956, s. 297) także innych znanych ówczesznie teorii i zasad (w tym „zasady względności”). Można podejrzewać, że była to wyraźna aluzja do mocniejszego, w tym przypadku, poglądu Exnera (jako „panującej dziś tendencji”), zgodnie z którym „nie istnieją ściśle prawa przyrody (*Naturgesetze*)” (Exner,

<sup>10</sup> Jest interesujące, że Stöltzner doszukuje się w końcowej części drugiego wydania z 1922 roku *Wykładów o podstawach fizykalnych nauk przyrodniczych* Exnera z kolei ukrytej jego odpowiedzi na zarzuty Plancka (por. Stöltzner, 1999, s. 107).

<sup>11</sup> Warto zauważyć pomijany zwykle fakt, iż tekst Smoluchowskiego został opublikowany w *Die Naturwissenschaften* w związku z 60. rocznicą urodzin Maxa Plancka.

1909, s. 58), a jedynie prawidłowości (*Gesetzmässigkeiten*) statystyczne. Jednocześnie Forman podkreślił, że celem artykułu Smoluchowskiego było przede wszystkim pokazanie, iż „przypadek – w tym znaczeniu, w jakim używa się tego wyrazu w fizyce – może być niewątpliwie wywołany przez ściśle określone, prawidłowe przyczyny” (Smoluchowski, 1956, s. 325). Wypada sądzić, że w tym stwierdzeniu polskiego fizyka zawiera się kluczowa różnica między jego pojęciem przypadku, a poglądem na przypadek austriackiego uczonego. Podczas gdy dla Exnera przypadek, a właściwie „chaos zjawisk przypadkowych (*Chaos zufälliger Ereignisse*)” (Rektorsinauguration, 1908, s. 3) w zasadzie nie jest związany z pojęciem przyczynowości, według Smoluchowskiego „nazywamy *przypadkiem* [kursywa M.S.] pewien szczególny rodzaj więzi przyczynowych” (Smoluchowski, 1956, s. 308)<sup>12</sup>.

Paul Hanle poszedł za inspiracją Formana dalej i rozwinął analizę myśli Smoluchowskiego konfrontującą wywody Exnera (Hanle, 1979, s. 241, 251–257). Amerykański historyk nauki przypomniał znane stwierdzenie Smoluchowskiego z jego artykułu z 1918 roku, krytykujące pogląd na prawdopodobieństwo

---

<sup>12</sup> W swojej pracy z 1918 r. Smoluchowski w istocie rozważa także bardziej szczegółowo możliwe źródła zdarzeń przypadkowych, jak np. wtedy, kiedy „mała przyczyna” wywołuje w danym układzie „duży skutek” (nawiązując tym samym do analiz Poincarégo z *Nauki i metody* [Poincaré, 1912, s. 47]). Dokładniejsze omówienie tego zagadnienia można znaleźć np. w pracach: (Polak, 2009; Heller, 2012, s. 161–164).



w fizyce, zakładający pojęcie przypadku jako „nieznanej przyczyny częściowej” (Smoluchowski, 1956, s. 300). W miejsce tego zbyt szerokiego i zależnego od naszej wiedzy pojęcia przypadku, polski fizyk zaproponował węższe i uściślone matematycznie (zobiektywizowane)<sup>13</sup>, ilustrując je następnie przykładami. Zdaniem Hanle’a, z podaną przez polskiego uczonego węższą definicją przypadku mógłby się zgodzić nawet Exner, choć unikała ona zakładanej przez fizyka austriackiego „fundamentalnej nieokreśloności”<sup>14</sup> na podstawowym poziomie przyrody. Z drugiej strony, przyjmując obiektywistyczną charakterystykę przypadku, według amerykańskiego historyka, wbrew poglądom Exnera, Smoluchowski starał się wykazać, iż sama metoda statystyczna nie implikuje a-kausalności molekularnej: „[...] z naszego sposobu pojmowania rzeczy nie wynika naturalnie, aby rachunek prawdopodobieństwa miał wartość jakiejś

<sup>13</sup> „[...] pewne zdarzenie  $y$  zależy od przypadku, gdy jest taką funkcją zmiennej przyczyny lub warunku częściowego  $x$  (jej wartość liczbową może być nieznana lub ignorowana umyślnie), że wystąpienie albo niewystąpienie tego zdarzenia zależy od bardzo małej zmiany argumentu  $x$  (małej w stosunku do obszaru wahań  $x$ )” (Smoluchowski, 1956, s. 308); por. także komentarz (Stawarz 2016, s. 129–132).

<sup>14</sup> W swoim artykule Hanle przypisuje Exnerowi tezę o „fundamentalnej nieokreśloności” przyrody na poziomie molekularnym (np. w przypadku zjawisk fluktuacji opisywanych językiem probabilistyki) analogicznie do nieokreśloności (wyrażonej w zasadzie nieokreśloności lub nieoznaczoności) charakterystycznej dla opisów stanu układów w mechanice kwantowej. Dla Hanle’a fundamentalna nieokreśloność w przypadku mechaniki kwantowej wyraziła się na początkowym etapie jej rozwoju w statystycznej interpretacji mechaniki falowej Borna, zasadzie nieoznaczoności Heisenberga i zasadzie komplementarności Bohra (Hanle, 1979, s. 225).

nowej zasady badania, niezależnej od pozostałej wiedzy o przyrodzie – gdyż stanowi on tylko upraszczającą schematyzację statystyczną pewnych związków funkcjonalnych, bardzo często występujących w świecie zjawisk fizycznych, a tak złożonych, iż dokładne ich badanie natrafia na wielkie trudności” (Smoluchowski, 1956, s. 326–327).

Na koniec tego artykułu warto zauważyć, że choć pojęcie indeterminizmu nie pojawiało się jeszcze zbyt często w komentarzach do fizyki dwóch pierwszych dekad XX w. (w odróżnieniu od literatury antropologiczno-etycznej i problematyki wolnej woli), a także nie posługiwał się nim wprost Franz-Serafin Exner, odwołał się do niego przynajmniej w dwóch swoich pracach Marian Smoluchowski. W pierwszej z nich, zatytułowanej *O fluktuacjach termodynamicznych i ruchach Browna* z 1914 r. polski fizyk pisał: „badania nad fluktuacjami [...] wiążą się [...] bezpośrednio z zasadniczym rysem teorii kinetycznej, który w przeciwstawieniu do poglądu termodynamicznego podkreśla pewien indeterminizm makroskopijnych zjawisk materialnych, pociągający za sobą wprowadzenie do dziedziny fizyki pojęć przypadku i prawdopodobieństwa i wyrażający się już w zewnętrznej formie tej teorii: używaniem statystycznej metody rozumowania” (Smoluchowski, 1924–1928, t. 2, s. 270). W swojej wymowie zbliżone stwierdzenie polski uczony zawarł także w pracy z 1915 r. *O pewnych brackach w uzasadnieniu prawa entropii oraz równania zasadniczego Boltzmanna w kinetycznej teorii gazów* nazywając także powyżej wspomniany „rys podstawowy kinetyki molekularnej” „momentem indeterministycznym” (Smoluchowski, 1956, s. 220).

Jak widać „moment indeterministyczny” charakteryzujący teorię kinetyczno-molekularną jest także racją dla posługiwania się przez polskiego fizyka pojęciem przypadku i prawdopodobieństwa. Jest on również przede wszystkim pewną właściwością określonej koncepcji naukowej, a nie wprost samej przyrody. Jak pisał Smoluchowski w powyżej cytowanym artykule, w teorii molekularnej „[...] temu samemu obserwowanemu stanowi odpowiada nieskończona różnorodność mikrostanów oraz odpowiadających im kierunków rozwoju w czasie, ponieważ zaś leżących u ich podstaw ‘mikroprzyczyn’ nie można dostrzec przy pomocy środków, jakimi rozporządzamy, zdarzenia fizyczne przybierają częściowo charakter przypadkowości” (tamże). Tym samym „przypadkowość” jest również dla polskiego uczonego pewną formą wyrazu dla mechanizmów zjawisk przyrodniczych, dla których poznanie kompletu fizycznych „mikroprzyczyn” nie jest możliwe z racji poznawczo-technicznych (np. ograniczonej detekcyjnej wykorzystywanej aparatury obserwacyjnej). Nie znaczy to zarazem, że tak pojęty przypadek nie posiada obiektywnych korelatów w przyrodzie, dlatego też Smoluchowski tak zdecydowanie wypowiedział się o jego aspektach obiektywnych oraz uwikłaniu w fizyczne pojęte związki przyczynowe.

Exnerna ze Smoluchowskim połączyła ta sama tradycja naukowa, nawiązująca do wiedeńskiej szkoły badań nad fizyką statystyczną, ugruntowana głównie przełomowymi pracami Boltzmannna. W znacznej mierze łączył ich także klimat intelektualny stolicy monarchii austro-węgierskiej, w której ścierały się po-

głądy na przyrodę i naukę Boltzmanna i Macha (por. Stawarz, 2016), a także F. Brentany i A. Meinonga (por. Coen, 2008). Mimo koleżeńskiej bliskości, może nawet przyjaźni, a na pewno więzi badawczej, w kwestii przypadku, praw fizyki czy indeterminizmu, Exner i Smoluchowski wykazywali w stosunku do swoich własnych poglądów wyraźne różnice. Podczas gdy austriacki fizyk przypisał przypadkowi decydującą rolę nie tylko w przyrodzie, ale i w świecie kultury, polski uczoney ograniczył swoje rozważania nad przypadkiem do analizy charakteru teorii fizycznych i naszych możliwości poznawczych. Exner „oddzielił” przypadek od przyczynowości, podczas gdy Smoluchowski określił go jako „szczególny rodzaj więzi przyczynowych”. Jak się wydaje, w kwestii statusu praw fizyki obaj mieli poglądy częściowo zbieżne (prawa fizyki i teorie jako użyteczne instrumenty poznawcze), częściowo jednak odmienne (Smoluchowski jako głównie teoretyk cenił ścisłość matematyczną praw; Exner jako eksperymentalista traktował je bardziej jako przybliżone uogólnienia). W końcu, co do zagadnienia indeterminizmu, podczas gdy Smoluchowski rozważał jego możliwość w obrębie termodynamiki statystycznej i teorii fluktuacji, świat Exnera jest indeterministyczny w swojej najgłębszej warstwie nie tylko fizycznej, ale – jak się wydaje – także ontologicznej. O tym ostatnim świadczy zwłaszcza żywiony przez austriackiego fizyka pogląd o wszechobecności zjawisk i zdarzeń przypadkowych.

Jak wiadomo, w czerwcu 1917 roku Smoluchowski został wybrany na rektora Uniwersytetu Jagiellońskiego. Jego biograf pisał, że już „w sierpniu zaczął myśleć o wykładzie inauguracyjnym”

(Teske, 1955, s. 266). Według Armina Teskego wystąpienie Smoluchowskiego miało nosić tytuł „O jednolitości praw w przyrodzie”. Prawie dziesięć lat po wykładzie inauguracyjnym Exnera w Wiedniu jego uznany już w świecie nauki uczeń miał w Krakowie ponownie podjąć, intrygującą nie tylko fizyków, kwestię praw przyrody. Czy podjąłby się w tym wystąpieniu dyskusji poglądów swojego dawnego nauczyciela? Tego już nigdy się nie dowiemy, a znając w jakieś mierze poglądy Smoluchowskiego na kwestię praw, przypadku i prawdopodobieństwa w fizyce, jego ewentualnej linii argumentacyjnej możemy tylko się domyślać.

## Bibliografia

- Benndorf, H., 1927. Zur Erinnerung an Franz Exner. *Physikalische Zeitschrift*, 28, s. 397–409.
- Bitbol, M., 1996. *Schrödinger's philosophy of quantum mechanics*. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.
- Boltzmann, L., 1868. Studien über Gleichgewicht der lebendigen Kraft zwischen bewegten materiellen Punkten. *Wiener Berichte*, 58, s. 517–560.
- Coen, D.R., 2008. *Vienna in the age of uncertainty: Science, liberalism, and private life*. Chicago: University Chicago Press.
- Exner, F.M., 1913. List do M. Smoluchowskiego z 18.01.1913. Korespondencja M. Smoluchowskiego z lat 1893–1917. Biblioteka Jagiellońska (BJ) 9414 III, k. 224-225.
- Exner, F.-S., 1896. Listy do M. Smoluchowskiego z 27.04.1896, 8.05.1896, 8.06.1896. Listy do Mariana Smoluchowskiego z lat 1893-1917, BJ 9414 III, k. 226-229.
- Exner, F.-S., 1908. *Der Schlichten Astronomia*. Wien (wydane własnym sumptem).

- Exner, F.-S., 1909. Über Gesetze in Naturwissenschaft und Humanistik. W: *Die feierliche Inauguration des Rektors der Wiener Universität für das Studienjahr 1908/1909*. Wien: Selbstverlag der K.K. Universität.
- Exner, F.-S., 1915–1916. Listy do M. Smoluchowskiego z 17.11.1915, 23.11.1915, 5.01.2016. Listy do Mariana Smoluchowskiego z lat 1893–1917, BJ 9414 III, k. 230–232.
- Exner, F.-S., 1919. *Vorlesungen über die physikalischen Grundlagen der Naturwissenschaften*. Leipzig – Wien: Franz Deuticke.
- Exner, F.-S., Haschek, E., 1904. *Wellenlängen-tabellen für spektralanalytische Untersuchungen auf Grund der ultravioletten Bogenspektren der Elemente*. Leipzig – Wien: Franz Deuticke.
- Forman, P., 1971. Weimar culture, causality, and quantum theory, 1918–1927: Adaptation by german physicists and mathematicians to a hostile intellectual environment. *Historical Studies in the Physical Sciences*, 3, s. 1–115.
- Hanle, P., 1979. Indeterminacy before Heisenberg: The case of Franz Exner and Erwin Schrödinger. *Historical Studies in the Physical Sciences*, 10, s. 225–269.
- Hasenöhr, F., 1893–1915. Listy do Mariana Smoluchowskiego z lat 1893–1917, BJ 9415 III, k. 133–223.
- Heidelberger, M., 2004. *Nature from within: Gustav Theodor Fechner and his psychophysical worldview*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.
- Heller, M., 2012. *Filozofia przypadku: Kosmiczna fuga z preludium i codą*. Kraków: Copernicus Center Press.
- Hiebert, E.N., 2000. Common frontiers of the exact sciences and the humanities. *Physics in Perspective*, 2, s. 6–29.
- Hörz, H., 1992. Determination and self-organization: Erwin Schrödinger's view on chance. W: J. Götschl (red.), *Erwin Schrödinger's world view: The dynamics of knowledge and reality*. Dordrecht: Springer.
- Hunger, H., 2008. Smoluchowski and Vienna. W: M. Kokowski (red.), *The global and the local: The history of science and the cultural integration of Europe. Proceedings of the 2<sup>nd</sup> ICESHS (Cracow, Poland September 6-9, 2006)*.

- <[http://www.2iceshs.cyfronet.pl/2ICESHS\\_Proceedings/Chapter\\_15/R-7\\_Hunger.pdf](http://www.2iceshs.cyfronet.pl/2ICESHS_Proceedings/Chapter_15/R-7_Hunger.pdf)> (dostęp: 28.12.2016).
- Karlik, B., Schmid, E., 1982. *Franz S. Exner und sein Kreis*. Wien: Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.
- Peirce, C.S., 1935–1958. *Collected papers*. C. Hartshorne, P. Weiss, (red.), Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Planck, M., 1944. Dynamische und statistische Gesetzmäßigkeit. W: *Wege zur physikalischen Erkenntnis: Reden und Vorträge*. Leipzig: S. Hirzel, s. 54–67.
- Poincaré, H., 1908. *Wartość nauki*. Warszawa: Centnerszwer i Ska.
- Poincaré, H., 1912. *Nauka i metoda*. Warszawa: Centnerszwer i Ska.
- Polak, P., 2009. Koncepcja przypadku w pismach Mariana Smoluchowskiego. W: M. Heller i inni (red.), *Krakowska filozofia przyrody w okresie międzywojennym*, t. 3. Tarnów – Kraków: OBI – Biblos, s. 443–460.
- Rektorsinauguration an der Wiener Universität. *Neue Freie Presse (Abendausgabe)*, 15 października 1908, s. 3.
- Smoluchowski, M., 1896. Listy do Franza-Serafina Exnera z 30.04.1896, 2.05.1896. *Spuścizna listowa F.-S. Exnera*, Austriacka Biblioteka Narodowa (ABN), Autogr. 295/85-1.
- Smoluchowski, M., 1915. List do Franza-Serafina Exnera z 29.12.1915. *Spuścizna listowa F.-S. Exnera*, ABN, Autogr. 295/85-3.
- Smoluchowski, M., 1924–1928. *Pisma z polecenia Akademii Umiejętności zgromadzone i wydane przez Władysława Natanson'a i Jana Stocka*, t. 1–3. Kraków: Akademia Umiejętności – Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego.
- Smoluchowski, M., 1956. *Wybór pism filozoficznych*. Warszawa: PWN.
- Stawarz, M., 2016. *Rekonstrukcja i krytyczna analiza poglądów filozoficznych Mariana Smoluchowskiego*, nieopublikowana praca doktorska, Uniwersytet Papieski Jana Pawła II w Krakowie.
- Stöltzner, M., 1999. Vienna indeterminism: Mach, Boltzmann, Exner. *Synthese*, 119, s. 85–111.
- Stöltzner, M., 2003. *Causality, realism and the two strands of Boltzmann's legacy (1896–1936)*, nieopublikowana praca doktorska, Uniwersytet w Bielefeld.
- Teske, A., 1955. *Marian Smoluchowski – życie i twórczość*. Warszawa: PWN.

# Mariana Smoluchowskiego ujęcie zasady przyczynowości w badaniach ruchów Browna<sup>1</sup>

Zenon E. Roskal

Katolicki Uniwersytet Lubelski Jana Pawła II, Wydział Filozofii

## Marian Smoluchowski's approach to the causality principle in the Brownian motion research

Abstract

Marian Smoluchowski solved the greatest scientific problem of his time. It was the explanation of the phenomenon of the Brownian motion. In the article, I show that Smoluchowski in fact in this explanation used an ontological interpretation of the causality principle, although in his writings he applied it also in the epistemological interpretation. This is understandable because in the scientific practice some kinds of ontological commitment are required.

---

<sup>1</sup> Chciałbym podziękować J. Rodzeniowi, Z. Wróblewskiemu i J. Golbiakowi za uwagi sformułowane na kanwie lektury wstępnych wersji tego artykułu, które pozwoliły na dopracowanie jego językowej formy.



Keywords

causality principle; Brownian motion; history of physics; philosophy of science

## Wstęp

Zasada przyczynowości doskonale ilustruje obecność filozofii w nauce. W badaniach ruchów Browna prowadzonych w fizyce na początku ubiegłego stulecia zasada ta była wielokrotnie wykorzystywana. Marian Smoluchowski (1872–1917) w swoich pracach naukowych także stosował zasadę przyczynowości<sup>2</sup>. W publikacjach poświęconych temu zagadnieniu wprost na nią jednak się nie powoływał, aczkolwiek zakładał ją usiłując kauzalnie wyjaśnić zjawisko ruchów Browna. Pisał natomiast wprost o zasadzie przyczynowości w swoich pracach popularnonaukowych. Problematyka związku przyczynowego pojawia się w jego artykułach poświęconych statystycznym prawom kinetycznej teorii gazów, ale nie przekłada się to na dyskusję zasady przyczynowości. Smoluchowski zajął tam nowatorskie stanowisko, zgodnie z którym przypadek jest szczególną postacią więzi

---

<sup>2</sup> Zasadę przyczynowości wykorzystywał przy omawianiu rozpadu promieniotwórczego radu. Poszukując przyczyny emisji cząstki alfa z wnętrza atomu pisał o przyczynach wewnętrznych tego zjawiska. Uznał jednak, że jest ono zbyt skomplikowane, aby je precyzyjnie ująć matematycznie (por. Smoluchowski, 1916b, s. 79–80; por. także Krajewski, 1967, s. 250).

przyczynowej. Tego wątku, który uwikłany jest w problematykę determinizmu, podejmować jednak nie będę.

Celem tego artykułu jest podanie różnych sformułowań zasady przyczynowości, ale przede wszystkim odpowiedź na pytanie: czy Mariana Smoluchowskiego ujęcie zasady przyczynowości daje się zredukować do epistemologicznej interpretacji, czy też należy uwzględnić także interpretację ontologiczną? Realizacja tego zadania wymaga przede wszystkim przedstawienia funkcjonujących w tradycji filozoficznej sformułowań zasady przyczynowości oraz eksplikacji tzw. fizycznej zasady przyczynowości, która wyraża ujęcie epistemologiczne. Zostanie to dokonane w pierwszej części artykułu. W drugiej części zostaną podane argumenty uzasadniające odpowiedź na pytanie o Mariana Smoluchowskiego rozumienie zasady przyczynowości i sposób jej zastosowania w badaniach ruchów Browna.

## 1. Epistemologiczne i ontologiczne interpretacje zasady przyczynowości

Zasada przyczynowości była przyjmowana w badaniach naukowych jako postulat metodologiczny poszukiwania wyjaśnień deterministycznych. W najogólniejszym sformułowaniu tej zasady modelem wyjaśnień deterministycznych nie jest jednak eksplikowany w mechanice klasycznej opis stanu układu. Wówczas ta dyrektywa poznawcza, będąca *sui generis* postulatem, pełni rolę definicji w uwikłaniu nauki. Rozpatrywana z punktu

widzenia epistemologii zasada przyczynowości interpretowana jest najczęściej jako schemat rozumowania pozwalającego na realizację funkcji prognostycznej nauki. Ontologiczne aspekty tej zasady ujawniają się wówczas, gdy wychodząc z określonej koncepcji związku przyczynowego próbuje się ustalać strukturę kauzalną świata. Istnieje także negatywne sformułowanie zasady przyczynowości, które można wyartykułować następująco: nicość nie może wytworzyć żadnego realnego bytu (Khamara, 2000, s. 342). Odosobnionym stanowiskiem w filozofii jest odmawianie jakiegokolwiek informatywnej funkcji zasadzie przyczynowości, m.in. Geoffrey J. Warnock (1923–1995). Stanowisko takie spotyka się jednak z silną krytyką (Suchting, 1967, s. 15–16). W XIX i XX-wiecznej refleksji nad poznaniem naukowym zasada przyczynowości była różnie formułowana. Dominujące sformułowania akcentowały głównie epistemologiczne i ontologiczne aspekty.

### 1.1. Sformułowania zasady przyczynowości

Zdaniem Romana Ingardena (1893–1970) zasada przyczynowości była formułowana na tak różne sposoby, że nie ma ustalonej tradycji, z której można by czerpać. Uwzględniając własną analizę związku przyczynowego formułuje zasadę przyczynowości następująco: „Każde zdarzenie w świecie posiada swoją bezpośrednią (wprost lub nie wprost) albo pośrednią najbliższą przyczynę” (Ingarden, 1981, s. 151; por. także Kobiela, 2007, s. 73–96). Ten punkt widzenia znajdujemy także u Ernesta Na-

gela (1901–1985), który zasadę przyczynowości nazywa prawem przyczynowości i również twierdzi, że nie ma „[...] powszechnie przyjętego sformułowania tego prawa ani też nie ma powszechnej zgody co do tego, co ono stwierdza” (Nagel, 1970, s. 278). Według Nagela zasada przyczynowości ma status postulatu metodologicznego wyznaczającego cel poznaniu naukowemu, „[...] zasada przyczynowości jako dyrektywa badawcza formułuje cel nauk teoretycznych, jakim jest osiągnięcie wyjaśnień *deterministycznych*” (Nagel 1970, s. 283).

Stanisław Mazierski (1915–1993) w monografii na temat praw przyrody, wykorzystując ustalenia Nagela, wyartykułował aż pięć sformułowań zasady przyczynowości, z których dwa wyrażają aspekt ontologiczny. Kolejne dwa sformułowania ukazują epistemologiczny charakter tej zasady. Ostatnie, piąte sformułowanie tej zasady – jego zdaniem – podzielają uczeni, którzy „[...] przypisują jej tylko rolę regulatywną w badaniach przyrodniczych” (Mazierski, 1993, s. 67–68). W ujęciu Władysława Krajewskiego (1919–2006) zasada przyczynowości („każde zdarzenie ma przyczynę”) odróżniona jest od tzw. jednoznacznego determinizmu kauzalnego, który jest równoznaczny z fizyczną zasadą przyczynowości. Zdaniem Krajewskiego należy jeszcze wprowadzić zasadę statystycznego determinizmu kauzalnego, według której „jednakowe przyczyny (w jednakowych warunkach) wywołują z jednakowym prawdopodobieństwem określone skutki” (Krajewski, 1967, s. 242). W nowszych opracowaniach zwraca się także uwagę na to, że zasada przyczynowości może mieć ten sam status co zasada zachowania energii

(por. m.in. Guzzardi, 2014, s. 1269–1270). Ernst Mach (1838–1916) analizując fundamentalne kategorie służące do badania przyrody traktował zasadę zachowania energii jako wariant zasady przyczynowości. Według Macha zasada racji dostatecznej i zasada przyczynowości w swej istocie nie różnią się i fizycznie są równoważne (Guzzardi, 2014, s. 1271).

W tradycji neotomistycznej filozofii przyrody zasada przyczynowości występuje w dwóch wersjach – fizycznej i metafizycznej. Kazimierz Kłósak (1911–1982) powołując się m.in. na prace Desiré Merciera (1851–1926) i Jacquesa Maritaina (1882–1973) twierdzi, że autorzy ci podają nie tylko metafizyczną (ontologiczną) zasadę przyczynowości, ale także formułują tzw. fizyczną (epistemologiczną) zasadę przyczynowości. Pierwsza z tych zasad – według Kłósaka – głosi, że „Byt przygodny, o ile istnieje, istnieje przez przyczynę sprawczą” (Kłósak, 1948, s. 198)<sup>3</sup>. Fizyczna zasada przyczynowości głosi natomiast, że „W rzeczywistości materialnej bieg wydarzeń jest tak zdeterminowany, że ta sama przyczyna w tych samych warunkach wywołuje zawsze i z konieczności ten sam skutek” (tamże). Kłósak termin „fizyczna zasada przyczynowości” przejął od niemieckiego neoscholastyka Josefa de Vriesa (1898–1989). Termin ten przyjął się w języku polskim, ale współcześnie rozróżnianie dwóch wersji zasady przyczynowości straciło na znaczeniu po analizach przyczynowości przedstawionych przez Mario Bungego.

<sup>3</sup> Stanisław Mazierski (1958, s. 27) powołując się na różne dzieła św. Tomasza wymienia aż pięć sformułowań metafizycznej zasady przyczynowości.

Sądzę, że sformułowanie zasady przyczynowości, które pochodzi od Mario Bungego jest najbardziej adekwatne, aczkolwiek nie jest kompletne. Sformułowanie to przede wszystkim unifikuje fizyczną i metafizyczną wersję zasady przyczynowości i między innymi dlatego podważa zasadność rozróżniania dwóch jej wersji. Zgodnie z tym sformułowaniem zasada przyczynowości głosi, że „Każde zdarzenie należące do pewnej klasy C wywołuje zdarzenie należące do pewnej klasy E” (Bunge, 1968, s. 66)<sup>4</sup>. Aczkolwiek w tym sformułowaniu mamy do czynienia z relacjami przyczynowymi pomiędzy klasami zdarzeń, to jednak według tego ujęcia zasady przyczynowości skutek nie tylko w sposób stały i konieczny stowarzyszony jest z przyczyną, ale także jest generowany przez przyczynę.

## 1.2. Interpretacje zasady przyczynowości

Sformułowania zasady przyczynowości wyrażają zarazem jej interpretacje. Pojawia się jednak pytanie o status metodologiczny zasady przyczynowości. Problemem jest to, czy jest ona sądem syntetycznym, czy też sądem analitycznym. Epistemologiczna interpretacja zasady przyczynowości występuje zarówno

---

<sup>4</sup> Takie sformułowanie zasady przyczynowości odrzuca podtrzymywane w tradycji filozoficznej utożsamienie determinizmu z kauzalizmem. Rozwiązanie zaproponowane przez Mario Bungego było krytykowane m.in. przez Richarda Schlegela (1961, s. 72–74), który nie był zawodowym filozofem, ale fizykiem zatrudnionym na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Stanu Michigan.

w wersji syntetycznej jak i analitycznej. Interpretacja ontologiczna faktycznie występuje tylko w wersji syntetycznej i to *a priori* jak i *a posteriori*.

Epistemologiczny aspekt zasady przyczynowości polega na jej związku z przewidywalnością. Kategoria przewidywalności jest jednak zrelatywizowana historycznie (zdarzenia nieprzewidywalne na danym etapie rozwoju nauki stają się przewidywalne na kolejnym etapie tego rozwoju). Przewidywalność jako kategoria epistemologiczna jest konsekwencją zastosowania praw przyrody, które mogą być przyczynowe, ale mogą też nie mieć tej własności. Przykładem są prawa statystyczne i zakazy kwantowe występujące we współczesnej mechanice kwantowej (m.in. zasada Pauliego i reguła Laporte'a). Tylko kiedy prawa przyrody są przyczynowe, przewidywalność można utożsamiać z przyczynowością.

W aspekcie formalno-logicznym przewidywanie nie różni się od wyjaśniania, ale z epistemologicznego punktu widzenia różnice są istotne. Prognozy formułowane na podstawie praw przyczynowych obciążone są niepewnością, która ma swoje źródło m.in. w niekompletności opisu. W przypadku przewidywania występują jeszcze dodatkowe źródła niepewności, które możemy wyartykułować jako możliwe naruszenie reguły *ceteris paribus* polegające na interferowaniu z przyczyną innych, nowych i nieznanych wcześniej, zjawisk (przyczyn dalszych), które mogą wpływać na wyniki prognozy. Zasadnicza różnica pomiędzy naukowym wyjaśnianiem i przewidywaniem polega na tym, że na podstawie praw przyczynowych możemy przed-

stawić w zasadzie zawsze przyczynowe wyjaśnienie, ale tylko w niektórych przypadkach udaje się na podstawie tych praw sformułować także naukową prognozę.

Z ontologicznego punktu widzenia zasada przyczynowości jest jednym ze schematów zachodzenia zmian jakościowych. Ontologiczny charakter przyczynowości wyraża się głównie w tym, że jest ona definiowana jako relacja dwuargumentowa, ale człony tej relacji mogą należeć do różnych kategorii ontologicznych. Najczęściej wymieniane są takie kategorie jak rzecz, zdarzenie, stan rzeczy (stan świata, fakt), proces. W interpretacji zasady przyczynowości podanej przez Romana Ingardena mnogość kombinacji może być zredukowana do trzech typów, gdzie człony związku przyczynowego to 1) dwa zdarzenia lub dwie grupy zdarzeń, 2) zdarzenie i proces, 3) dwa procesy. Ostatecznie Ingarden redukuje zasadę przyczynowości (związek przyczynowy) do relacji pomiędzy dwoma zdarzeniami lub grupami zdarzeń. Odpowiada to sformułowaniu znanemu jako fizyczna zasada przyczynowości, ale tylko formalnie, gdyż relacja przyczynowa w tzw. fizycznej zasadzie przyczynowości wyraża jedynie następstwo czasowe. W ontologicznej wersji zasady przyczynowości zdarzenia powinny być powiązane w taki sposób, że zdarzenie będące przyczyną generuje zdarzenie zwane skutkiem.

Marian Smoluchowski pisząc *explicite* o zasadzie przyczynowości wykorzystuje wyłącznie jej aspekt epistemologiczny. Uważa, że schemat wyjaśniania przyczynowego stosowany w naukach przyrodniczych (nomotetycznych) ma także zastoso-



wanie w naukach historycznych (idiograficznych), chociaż odróżnia te dwa typy nauk, których reprezentantami są odpowiednio fizyka i historia. „Zdarzenie uważamy za wyjaśnione, jeżeli je tym sposobem sprowadziliśmy do przyczyn takich, których sposób działania jest nam dostatecznie znany i dlatego wydaje się nam zrozumiałe. Takie tłumaczenie przyczynowe jest to sposób objaśniania nie tylko normalny w życiu codziennym, ale typowy dla nauk przyrodniczych jako też i historycznych. Opiera się on na tzw. prawie przyczynowości, będącym wynikiem przeświadczenia, którego nabywamy nieświadomie, wskutek całego naszego doświadczenia życiowego, i które dlatego ma charakter niemal instynktowny, a prawo to twierdzi: 1) że każde zdarzenie ma swoją przyczynę, 2) że jednakowe przyczyny wywierają skutki jednakowe” (Smoluchowski, 1917, s. 19).

Wypowiedź Smoluchowskiego możemy interpretować w taki sposób, że zasada przyczynowości w jego ujęciu traktowana jest jako twierdzenie empiryczne nadbudowane na całym ludzkim doświadczeniu, czyli jest sądem syntetycznym *a posteriori*. Przypomina to Johna S. Milla interpretację zasad logiczno-matematycznych. Diametralnie odmienną (kantowska) interpretację zasady przyczynowości jako apriorycznego założenia przedstawił Leopold Regner. Według niego „Zasada przyczynowości jest założeniem apriorycznym, które samo przez się nie dostarcza odpowiedzi na pytanie, co w danym jednostkowym wypadku jest racją zaistnienia danej jednostkowej rzeczy. Odpowiedzi na to pytanie można oczekiwać tylko od doświadczenia” (Regner, 1961, s. 68).

Smoluchowski akceptuje pozytywistyczną krytykę zasady przyczynowości i nominalnie przyjmuje zasadę przyczynowości „[...] oczyszczoną z domieszek niejasnych, ludzkich i metafizycznych, jako kwintesencję wszelkich doświadczeń i obserwacji, które wszystkie stwierdzają niezmienną prawidłowość przyrody. Zupełną słuszność przyznajemy także tym, którzy przejęcie się zasadą przyczynowości w tej formie uważają za kardynalny warunek myślenia przyrodniczego i w tym upatrują wysoką wartość wychowawczą fizyki, jak i innych nauk przyrodniczych, że wpajają one tę zasadę w umysł dziecięcy” (Smoluchowski, 1917, s. 24–25). Przy takim rozumieniu zasady przyczynowości „[...] Zadaniem fizyki jest zbadanie prawidłowości występujących w przyrodzie oraz systematyczne przedstawienie ich w sposób, o ile możliwości, zwięzły i prosty” (Smoluchowski, 1917, s. 27). Z wypowiedzi tych wynika, że Smoluchowski akceptował epistemologiczną interpretację zasady przyczynowości. Można jednak pytać, czy ta interpretacja była spójna z jego praktyką naukową, w której poszukiwał nie tylko opisu zjawiska ruchów Browna, ale także przyczyny, która je generuje.

Smoluchowski usiłując sprostać standardom metody naukowej wyznaczonej na przełomie XIX i XX wieku przez empiriokrytycyzm nie mógł otwarcie deklorować, że poszukuje kauzalnej struktury świata. Wiedział, że filozofowie kwestionowali często możliwość przyczynowego wyjaśnienia zjawisk. Jak zauważają Heller i Pabjan „Aplikowanie zasady przyczynowości do nauk empirycznych poddawane było częstej kry-

tyce (Hume, Wittgenstein). Pomiędzy zdarzeniami, traktowanymi jako przyczyna i skutek – argumentowano – można co najwyżej stwierdzić następstwo czasowe, ale nie sam związek przyczynowo-skutkowy; można stwierdzić, że «A nastąpiło po B», ale stwierdzenie, że «A wywołało B» jest już nadinterpretacją” (Heller i Pabjan, 2007, s. 111). Krytyka Hume’a była jednak wielokrotnie podważana (por. m.in. Michotte, 1963, s. 256, 414; Szewczyk, 1980, s. 160–170). Współcześnie także na gruncie nauk kognitywnych (por. m.in. Kruschke i Fragassi, 1996, s. 441–446; Scholl i Tremoulet, 2000, s. 299–309). W początkach ubiegłego wieku, kiedy bardzo silny był pozytywizm, który zadanie nauki widział głównie w opisie zjawisk, tylko epistemologiczna interpretacja zasady przyczynowości wydawała się słuszna. Jednak praktyka naukowa, a zwłaszcza sukcesy atomistyki w wyjaśnianiu rzeczywistości przyrodniczej, pozwalały na wyjście poza tę interpretację. Smoluchowski nie wchodził w otwartą polemikę ze zwolennikami filozoficznego minimalizmu, ale doskonale znał ich argumenty. Uniezależnienie się od dominującej interpretacji świadczy nie tylko o niezależności intelektualnej Smoluchowskiego, ale także o jego wkładzie w rozwój filozofii. Dzięki pracy uczonych takich jak Smoluchowski był możliwy przełom w filozofii polegający na wyjściu poza pozytywistyczną wizję nauki, ale także poza bariery, jakie pozytywistyczna filozofia stawiała na drodze poznania i opanowania przyrody.

## 2. Zasada przyczynowości i ruchy Browna

Termin „ruchy Browna”, aczkolwiek przyjęty powszechnie w literaturze przedmiotu, bywa jednak kwestionowany, gdyż istnieje – wyprowadzony z greki – termin  $\pi\acute{\eta}\delta\eta\sigma\iota\varsigma$  (podskakiwanie, pulsowanie), który jest bardziej adekwatną nazwą dla tego zjawiska. Przewagę ma – nie tylko w języku polskim – nazywanie zjawiska chaotycznych ruchów cząstek zawieszonych w cieczach lub gazach „ruchami Browna”. Nazwa ta wydaje się mało uzasadniona także i z tego powodu, że Jan Ingenhousz (1730–1799) już w 1784 roku opisał zjawisko chaotycznego ruchu cząstek pyłu węglowego na powierzchni alkoholu, co jest interpretowane jako odkrycie „ruchów Browna” (Schlesinger, 2001, s. 641; Smit, 1980, s. 125; por. także Van der Pas, 1971, s. 32). Z drugiej strony twierdzenie to jest kwestionowane jako zbyt entuzjastyczne przypuszczenie, a nawet uważa się, że istnieją rozstrzygające dowody, iż Ingenhousz nie obserwował ruchów Browna (por. Beale, 2011, s. 344–345). Podkreśla się także, że Robert Brown nie tylko o b s e r w o w a ł pyłki roślin w wodnej zawieszynie, ale także w y k o n y w a ł l i c z n e e k s p e r y m e n t y, które pozwoliły mu na poznanie istoty tego zjawiska i tym samym usprawiedliwiają termin „ruchy Browna” (por. Mazo, 2002, s. 3).

Marian Smoluchowski nie tylko opracował teoretycznie zagadnienie ruchów Browna, ale także przedstawił historię badania tego zjawiska. Jako poprzedników Browna wymienia dwóch osiemnastowiecznych biologów Johna Needhama (1713–1781)

i Wilhelma von Gleichen-Rußwurma (1717–1783), którzy mieli obserwować zjawisko, nazwane później ruchami Browna, odpowiednio w 1750 i 1764 roku. Pokazał, że nie tylko jest wybitnym fizykiem, ale również to, że zna dzieje swojej dyscypliny. Najwybitniejsi fizycy na ogół interesowali się historią fizyki. Dobrym przykładem jest Joseph Louis Lagrange (1736–1813), którego znajomość dziejów mechaniki była porównywalna z wkładem, jaki wniósł w jej rozwój. Max von Laue (1879–1960) jest przykładem fizyka, którego zaangażowanie do historii fizyki zaowocowało napisaniem bardzo wartościowej monografii poświęconej dziejom tej dziedziny nauki (*Geschichte der Physik*, 1943).

Z drugiej strony istnieją fizycy, nawet bardzo wybitni, którzy pisząc o dziejach fizyki robią to bardzo niekompetentnie. Przykładem jest urodzony *nota bene* w roku śmierci Smoluchowskiego David Bohm (1917–1992). Błędnie podaje nawet datę odkrycia zjawiska ruchów Browna. „Botanik Brown odkrył w roku 1824, że submikroskopowe cząstki zarodników zawieszane w wodzie wykazują nieregularny i nieustanny ruch bez widocznego źródła energii” (Bohm, 1961, s. 91–92). Nie tylko nie wymienia fizyków, którzy rozwiązali problem ruchów Browna, ale także nieadekwatnie przedstawia to rozwiązanie. Zupełnie pomija w tym opisie średni kwadrat przesunięcia, która to wielkość fizyczna jest kluczem do rozwiązania tego zagadnienia. „Ponieważ cząstka dymu jest uderzana ciągle i w sposób bardzo nieregularny przez molekuly gazu, należy się spodziewać odpowiednio powolnych, lecz nieregularnych fluk-

tuacji prędkości cząstki dymu. Im większa cząstka, tym mniejsze będą fluktuacje” (Bohm, 1961, s. 92)<sup>5</sup>.

Sprawa daty odkrycia tzw. ruchów Browna jest jednak bardziej skomplikowana, gdyż podobne zjawisko opisali wcześniej nie tylko Jan Ingenhousz, ale także John Bywater, w książce pod znanym tytułem *Physiological Fragments: To which are added Supplementary Observations to show that vital and chemical energies are of the same nature, and both derived from solar light*, która ukazała się w 1819 roku. Drugie wydanie książki Bywatera ukazało się właśnie w 1824 r. i jest bardziej znane. Z pewnością jednak Brown nie prowadził swoich obserwacji w roku 1824.

Kilka lat młodszy od Mariana Smoluchowskiego Max von Laue w swojej *Historii fizyki* dał nie tylko bardzo adekwatną charakterystykę ruchów Browna, ale także doskonale oddał znaczenie prac Smoluchowskiego i Einsteina w teoretycznym ujęciu tego zjawiska. Warto także odnotować, że Max von Laue dostrzeża pierwszeństwo Smoluchowskiego, który rok wcześniej (1904) niż Einstein opracował teorię ruchów Browna, chociaż opublikował ją rok po publikacji pracy Einsteina. Niezależne badania tego zagadnienia wykonane przez Armina Teskego pozwalają stwierdzić, że Smoluchowski dokonał tego zadania jeszcze wcześniej „[...] był już wówczas, w roku 1903, w posiadaniu teorii ruchów Browna” (por. Teske, 1955, s. 224).

---

<sup>5</sup> Warte odnotowania jest też to, że ani tłumacz książki, ani nawet Władysław Krajewski – autor *Słowa wstępnego* nie zauważają tych błędów.

W ujęciu von Lauego „[...] fluktuacje termodynamiczne tłumaczą odkryte w r. 1827 przez botanika Roberta B r o w n a (1773–1858) ruchy wykonywane przez zawieszono w cieczach lub gazach ciała mikroskopowe; po wielu powątpiewaniach okazało się bowiem, że zjawisko to, znane pod nazwą ruchu Browna, jest zjawiskiem czysto termicznym. Jego statystyczną teorię dał w r. 1904 Marian S m o l u c h o w s k i (1872–1917), Einstein ujął ją w formę bodaj ostateczną. Te i inne zjawiska fluktuacyjne stanowią jeden z najmocniejszych dowodów atomistycznej struktury materii; dzięki nim wielu sceptycznie usposobionych uczonych przekonało się do atomistyki” (Von Laue, 1957, s. 157–158)<sup>6</sup>.

Bardziej rozbudowany opis roli Einsteina i Smoluchowskiego w teoretycznym ujęciu ruchów Browna przedstawił Andrzej K. Wróblewski. „Einstein i Smoluchowski wykazali, że bezwładne ruchy cząstek zawieszony w cieczy są wynikiem ich bombardowania przez cząsteczki cieczy. Doświadczalnie można wyznaczać średnie kwadratowe przesunięcie wybranej cząstki

---

<sup>6</sup> Z uwagi na mało erudycyjny charakter *Historii fizyki* Lauego, nie ma w niej bardziej szczegółowych informacji na temat odkrycia Roberta Browna (1773–1858). Pierwsze obserwacje Brown wykonał w czerwcu, lipcu i sierpniu 1827 roku. Opublikował główne wyniki swoich obserwacji w roku 1828, w roku następnym opublikował wyniki uzupełniające. Informacje na temat publikacji Browna możemy znaleźć m.in. w artykule Lymana C. Newella (1923, s. 1279–1281). Aktualny stan badań nad zagadnieniem odkrycia ruchów Browna przedstawiają van der Pas (1971, s. 127–132) oraz Philip Pearle i in. (2010, s. 1278–1289).

w określonym kierunku. Ta wielkość została powiązana z liczbą Avogadra i temperaturą cieczy w podstawowym wzorze opisującym ilościowe cechy ruchów Browna. Dziś wzór ten nosi nazwę równania Einsteina-Smoluchowskiego. Odkrycie dokonane niezależnie przez obu uczonych stanowiło doskonałe potwierdzenie słuszności kinetyczno-molekularnej teorii materii i przyczyniło się do ugruntowania atomizmu” (Wróblewski, 2006, s. 433).

Już z tego opisu można wyciągnąć wniosek, zgodnie z którym nie tylko Smoluchowski, ale i Einstein wykorzystywali w swoich badaniach ruchów Browna zasadę przyczynowości w wersji ontologicznej. Wyjaśnili bowiem ruchy Browna jako „wynik” bombardowania cząstek zawiesiny przez molekuly. Opierając się na tym opisie można dostrzec tu Mario Bungego sformułowanie zasady przyczynowości, w którym jest mowa o generowaniu skutku (ruchy cząstek zawiesiny) przez przyczynę (bombardowanie molekuł).

Sformułowanie Kłósaka tzw. fizycznej zasady przyczynowości uwzględniało pozytywistyczną krytykę zasady przyczynowości i koncentrowało się na epistemologicznych aspektach tej zasady, akcentując determinizm zjawisk fizycznych. Jednakże w pracach Smoluchowskiego poświęconych ruchom Browna nie dostrzegamy tych wątków. Wręcz przeciwnie, na plan pierwszy wysuwane są ontologiczne aspekty zasady przyczynowości wyakcentowane w sformułowaniu Mario Bungego. Także i von Laue charakteryzując osiągnięcia Smoluchowskiego w zakresie badania ruchów Browna zauważa, że ruchy te są zjawiskiem



termicznym, tzn. ich przyczyną są fluktuacje termiczne. W celu lepszego uchwycenia ontologicznej interpretacji zasady przyczynowości, która jak sądzę jest właściwa dla metody obranej przez Smoluchowskiego w badaniach ruchów Browna, warto odwołać się do argumentów wysuniętych przeciwko pozytywistycznej krytyce zasady przyczynowości podanych w *Elementach filozofii przyrody*.

Michał Heller i Tadeusz Pabjan trafnie zauważają w swojej książce, że „Przeciwko [...] krytyce zasady przyczynowości przemawia praktyka naukowa i skuteczność metody naukowej, opartej na budowaniu matematycznych modeli fizycznej rzeczywistości, w których formalne symbole przyporządkowane są (za pomocą odpowiednich reguł) do świata fizycznego. Wynikanie logiczne pomiędzy matematycznymi symbolami modelu wskazuje, że pomiędzy fizycznymi zdarzeniami (lub własnościami świata), które odpowiadają symbolom, również zachodzi takie wynikanie, a nie tylko następstwo czasowe (w matematycznym modelu można w ogóle zrezygnować z parametru czasu). Co prawda samo wynikanie logiczne nie jest jeszcze przyczynowaniem, ale to przyczynowanie skutecznie modeluje” (Heller i Pabjan, 2007, s. 111).

W przypadku Smoluchowskiego diagnoza ta jest wyjątkowo trafna, gdyż z jednej strony sam Smoluchowski nominalnie akceptuje pozytywistyczną krytykę zasady przyczynowości, ale równocześnie z drugiej strony w swojej działalności naukowej, zwłaszcza przy próbach wyjaśnienia ruchów Browna, praktycznie krytykę tę uchyla. W późniejszym okresie wprost krytykował nie tylko anty-atomistyczny fenomenalizm, ale także i pozytyw-

wizm za to, że nie docenia spekulacji i podcina skrzydła rozmowi (por. Krajewski, 2001, s. 185). Smoluchowski, jak sam pisze, „[...] przekonany był o molekularno-kinetycznej istocie ruchów Browna od 1900 roku” (Smoluchowski, 1914, s. 299)<sup>7</sup>. Poszukiwanie dowodów na rzecz teorii kinetyczno-molekularnej w jego przypadku pokrywało się z poszukiwaniem przyczyny ruchów Browna. Zgodnie z Mario Bungego sformułowaniem zasady przyczynowości, skutek dlatego w sposób stały i konieczny stowarzyszony jest z przyczyną, że jest generowany przez przyczynę. Dokładnie w taki sposób rozumie Smoluchowski zasadę przyczynowości, aplikując ją do zagadnienia ruchów Browna. Według Smoluchowskiego istnieje coś takiego jak „mechanizm ruchu Browna” (por. Smoluchowski, 1907, s. 571). Takie sformułowania pokazują, że Smoluchowski poszukiwał (mechanicznej) przyczyny, która generowałaby ruchy Browna i w żadnym przypadku nie ograniczał się do stwierdzenia prawidłowości, którym zjawisko to podlega. Innym argumentem za tezą o poszukiwaniu przyczyny, która generuje ruchy Browna jest to, że Smoluchowski krytykuje konkurencyjne hipotezy przyczynowego wyjaśnienia tego zjawiska. Hipotezy takie były wysuwane przy założeniu, że poszukiwana przyczyna ma postać wewnętrznego źródła energii. Wskazywano w tym kontekście na istnienie sił

---

<sup>7</sup> Według Krajewskiego (1956, s. 52) stało się to jeszcze wcześniej. „Przekonania atomistyczne ugruntowały się u młodego uczonego od czasu jego berlińskich badań nad skokiem temperatury, które – jak wspominaliśmy – były jednym ze wspañiałych eksperymentalnych potwierdzeñ wniosków teorii molekularno-kinetycznej”.

odpychających między cząsteczkami, sił włoskowatości lub sił elektrycznych (por. Smoluchowski, 1906b, s. 494). Jego krytyka wymierzona była w poszczególne rozwiązania a nie w metodologiczny postulat poszukiwania tego typu wyjaśnień, ani tym bardziej w ontologiczną interpretację zasady przyczynowości. Smoluchowski nie traktował też tych rozwiązań jako matematycznych modeli prognostycznych, którym nic w rzeczywistości nie odpowiada.

Przedstawione przez Smoluchowskiego rozwiązanie problemu ruchów Browna wykorzystuje ontologiczne założenia kinetycznej teorii gazów i ontologiczną interpretację zasady przyczynowości. Przyjmując te założenia Smoluchowski twierdzi, że „ruch Browna powstaje wskutek [podkreślenie REZ] przypadkowych uderzeń drobin cieczy, udzielającym ciałkom odpowiednich prędkości w coraz to innych kierunkach” (por. Smoluchowski, 1906b, s. 495). Chociaż nie pisze o tym wprost, to jednak uzyskiwanie przez mikroskopijne ciała prędkości wiąże się z przekazem pędu, co zgodne jest z koncepcją przyczyny jako oddziaływania dostarczającego energii.

Także w teorię dyfuzji Smoluchowski wiąże makroskopowe zjawiska z mikroskopowymi przyczynami. Przykładem jest wiązanie makroskopowego zjawiska lepkości z mikroskopowym pojęciem średniej drogi swobodnej molekuly (por. Smoluchowski, 1916a, s. 557)<sup>8</sup>. W swoich pracach poświęconych

---

<sup>8</sup> Wewnętrzny mechanizm dyfuzji to termiczne ruchy molekuł, które także są przyczyną ruchów Browna.

zagadnieniu ruchów Browna pisał wprost, że usiłuje wyjaśnić wewnętrzny mechanizm dyfuzji i powiązać go ze zjawiskami ruchów molekularnych. W jego ujęciu makroskopowe zjawisko dyfuzji jest przejawem ruchu molekularnego lub fluktuacji gęstości (por. Smoluchowski, 1906a, s. 202). Istotne jest to, że Smoluchowski p o s z u k u j e p r z y c z y n y d a j ą c e g o s i ę bezpośrednio zaobserwować makroskopowego zjawiska na nie dającym się bezpośrednio obserwować poziomie mikroskopowym. Ruchy Browna zgodnie z tą strategią badawczą są generowane przez fluktuacje termiczne molekuł.

W tym kontekście warto jeszcze zauważyć, że Smoluchowski inspirował się sugestiami Richarda Zsigmondy'ego (1865–1929). Według tego chemika, ale także konstruktora ultramikroskopu pozwalającego na bardziej wnikliwe obserwacje ruchów Browna w roztworach koloidalnych, każda cząstka zawiesiny otoczona jest tzw. sferą oddziaływania o pewnym promieniu  $R$ , takim, że cząstka podlega ruchowi brownowskiemu tylko wówczas, gdy inne cząstki zawiesiny pozostają w odległości większej niż  $R$ . Przyjęcie takich założeń pokazuje, że Smoluchowski nie tylko uznawał termiczny ruch molekuł za przyczynę ruchów Browna, ale także starał się precyzować zakres jej działania (por. Chandrasekhar, 2000, s. 28).

Najlepiej jego interpretacja zasady przyczynowości ujawnia się jednak w projektach eksperymentów, które miały pokazać wpływ fluktuacji termicznych w gazach na przedmioty makroskopowe. Smoluchowski przedstawił rodzaj eksperymentu myślowego, który jednak dość szybko został zrealizo-

wany<sup>9</sup>. W eksperymencie tym miały być pokazane oddziaływania molekuł gazu na małe zwierciadło zawieszone na bardzo cienkiej (grubości kilku dziesiątych mikrona) nici kwarcowej (por. Teske, 1970, s. 87). Promień światła padający na to zwierciadło miał wskazywać jego drgania, które – w opinii Smoluchowskiego – były generowane przez chaotyczne ruchy molekuł gazu. Konstrukcja wykorzystująca światło odbite od zwierciadła zawieszonego na wadze skręceń była już zastosowana w słynnym eksperymencie Cavendisha, ale tam w grę wchodził moment siły o wiele większej wartości. Później rozwiązanie takie było stosowane w konstrukcji galwanometrów. Z uwagi na bardzo wysoką czułość tych instrumentów pokazywały one ruchy Browna, ale wskazania te były wówczas interpretowane jako skutek mikrowstrząsów sejsmicznych. Nieusuwalność szumu termicznego prowadziła do naturalnej granicy czułości tych instrumentów. Gustaf Ising (1926, s. 827) jako pierwszy zwrócił uwagę, że przyczyną tego zjawiska są ruchy Browna, wskazując równocześnie na Mariana Smoluchowskiego, który przewidywał teoretycznie (w 1912 roku) takie zjawisko.

Idea tego eksperymentu była później wielokrotnie realizowana przez różnych fizyków, m.in. A. Houjdika, Pietera Zeemana (1865–1943), ale już po śmierci Smoluchowskiego. Walter Gerlach (1889–1979) pracując z manometrem Heissa

---

<sup>9</sup> Po raz pierwszy projekt takiego eksperymentu Smoluchowski przedstawił na Zjeździe Przyrodników w Münster w roku 1912, czyli sześć lat po publikacji, w której przedstawił wyjaśnienie ruchów Browna (por. Teske, 1955, s. 179).

zauważył, że wskazania tego instrumentu pokazują ustawiczne zmiany ciśnienia. Zbadanie tego zjawiska doprowadziło do realizacji idei Smoluchowskiego. Zadanie to wykonał niemiecki fizyk Eugen Kappler (1905–1977), który w 1932 roku, w swojej pracy doktorskiej obronionej na uniwersytecie w Monachium wykorzystał ideę eksperymentu z zawieszonym na cienkiej kwarcowej nici zwierciadłem do wyznaczenia liczby Avogadry i uzyskał znakomity rezultat (por. Metzler, 2014, s. 24130; por. także Becker, 2001, s. 1945)  $N_A = 60.59 \times 10^{22} \pm 1\%$ . Dokładność pomiaru liczby Avogadry była o rząd wielkości lepsza niż pomiary Perrina, na podstawie których została zaakceptowana teza o realności atomów. Sześć lat później Kappler wykonał eksperyment, w którym ruchy Browna były bezpośrednio obserwowane. Przyczyna ruchów Browna została zatem zwizualizowana (por. Teske, 1955, s. 180–183)<sup>10</sup>.

## Uwagi końcowe

Istniejące w naturze dynamiczne relacje wiążące obserwowany przy pomocy mikroskopu ruch mikrodrobin zawieszonych w gazach lub cieczach (ruchy Browna) zostały połączone przez Smoluchowskiego z niedającym się obserwować chaotycznym ruchem molekuł (gazu i cieczy). Poziom mikroskopowy, który

---

<sup>10</sup> W pracy tej reprodukowane są teoretyczne wykresy Smoluchowskiego i fotografie pochodzące z pracy Kapplera.

nie jest dostępny bezpośredniej obserwacji, był przez niego traktowany równie realnie jak poziom makroskopowy rzeczywistości. Smoluchowski nie respektował w badaniach ruchów Browna pozytywistycznej proweniencji fenomenalizmu, który sprowadzał warunkowanie przyczynowe do stałego następstwa zdarzeń, ale dostrzegał generatywną moc przyczyny. Smoluchowski badając ruchy Browna usiłował odkryć przyczynę tych ruchów<sup>11</sup> pozostając tym samym w opozycji nie tylko do fenomenalistycznej interpretacji związku przyczynowego, ale także i do racjonalistycznej koncepcji związku przyczynowego, w której utożsamia się przyczynę z racją logiczną. Jego ujęcie zasady przyczynowości faktycznie pokrywało się z jej sformułowaniem podanym przez Mario Bungego.

## Bibliografia

- Becker, P., 2001. History and progress in the accurate determination of the Avogadro constant. *Reports on Progress in Physics*, 64 (12), s. 1945–2008.
- Beale, N., Beale, E., 2011. *Echoes of Ingen Housz: The long lost story of the genius who rescued the Habsburgs from smallpox and became the father of photosynthesis*. Salisbury: The Hobnob Press.
- Bohm, D., 1961. *Przyczynowość i przypadek w fizyce współczesnej*. Tłum. S. Rouppert. Warszawa: Książka i Wiedza.

---

<sup>11</sup> „Zasługą Smoluchowskiego jest zwrócenie uwagi na to, że ruch cząstki Browna jest wynikiem fluktuacji w liczbie zderzeń atomów z cząstką, polegającej na złożeniu wielu zderzeń w jednym kierunku” (Budzanowski, 2003, s. 34).

- Budzanowski, A., 2003. Znaczenie prac Mariana Smoluchowskiego dla fizyki subatomowej. W: A. Strzałkowski (red.), *Marian Smoluchowski: Od teorii atomistycznej do fizyki współczesnej*. Kraków: Polska Akademia Umiejętności, s. 33–42.
- Bunge, M., 1968. *O przyczynowości: Miejsce zasady przyczynowej w nauce współczesnej*. Tłum. S. Amsterdamski. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
- Bywater, J., 1824. *Physiological fragments: To which are added supplementary observations to show that vital and chemical energies are of the same nature, and both derived from solar light*. London.
- Chandrasekhar, S., 2000. Marian Smoluchowski as the founder of the physics of stochastic phenomena. W: S. Chandrasekhar, M. Kac, R. Smoluchowski (red.), *Marian Smoluchowski: His life and scientific work*. Warszawa: Polish Scientific Publishers PWN, s. 21–28.
- Guzzardi, L., 2014. Energy, metaphysics, and space: Ernst Mach's interpretation of energy conservation as the principle of causality. *Science & Education*, 23 (6), s. 1269–1291.
- Hannikainen, I., 2010. Questioning the causal inheritance principle. *THEORIA. An International Journal for Theory, History and Foundations of Science*, 25 (3), s. 261–277.
- Heller, M., Pabjan, T., 2007. *Elementy filozofii przyrody*. Tarnów: Biblos.
- Ingarden, R., 1981. *Spór o istnienie świata*, t. 3. *O strukturze przyczynowej realnego świata*. Tłum. D. Gierulanka. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
- Ising, G., 1926. A natural limit for the sensibility of galvanometers. *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, 1 (4), s. 827.
- Khamara, E., 2000. Hume against Locke on the causal principle. *British Journal for the History of Philosophy*, 8 (2), s. 339–343.
- Kłósak, K., 1948. Metafizyczna i fizyczna zasada przyczynowości wobec relacji niedokładności W. Heisenberga. *Roczniki Filozoficzne*, 1, s. 198–213.
- Kobiela, F., 2007. Ontologiczne ujęcie przyczynowości u R. Ingardena. *Kwartalnik Filozoficzny*, 35 (2), s. 73–96.



- Krajewski, W., 1956. *Światopogląd Mariana Smoluchowskiego*. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
- Krajewski, W., 1967. *Związek przyczynowy*. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
- Krajewski, W., 2001, Marian Smoluchowski: A forerunner of the chaos theory, *Poznan Studies in the Philosophy of the Sciences and the Humanities*, 74, s. 185–188.
- Laue, von M., 1957. *Historia fizyki*. Tłum. A. Teske. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
- Kruschke, J.K., Fragassi, M.M., 1996. The perception of causality: Feature binding in interacting objects. W: G.W. Cottrell (red.), *Proceedings of the Eighteenth Annual Conference of the Cognitive Science Society*, Lawrence Erlbaum, s. 441–446.
- Mazierski, S., 1958. Zasada przyczynowości w aspekcie fizykalnym i filozoficznym. *Zeszyty Naukowe KUL*, 1 (4), s. 27–42.
- Mazierski, S., 1993. *Prawa przyrody: Studium metodologiczne*. Lublin: Redakcja Wydawnictw Katolickiego Uniwersytetu Lubelskiego.
- Mazo, R.M., 2002. *Brownian Motion: Fluctuation, dynamics and applications*. Oxford: Clarendon Press.
- Metzler, R. *et al.*, 2014. Anomalous diffusion models and their properties: Non-stationarity, non-ergodicity, and ageing at the centenary of single particle tracking. *Physical Chemistry Chemical Physics*, 16, s. 24128–24164.
- Michotte, A., 1963. *The perception of causality*. New York: Basic Books.
- Nagel, E., 1970, *Struktura nauki: Zagadnienia logiki wyjaśnień naukowych*. Tłum. J. Giedymin, B. Rassalski, H. Eilstein. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
- Newell, L.C., 1923. Robert Brown and the discovery of the Brownian movement. *Industrial & Engineering Chemistry*, 15 (12), s. 1279–1281.
- Pearle, P. *et al.*, 2010. What Brown saw and you can too. *American Journal of Physics*, 78 (12), s. 1278–1289. arXiv.org > physics > arXiv:1008.0039
- Regner, L., 1961. Indeterminizm w mechanice kwantowej a zasada przyczynowości w świetle filozofii św. Tomasza. *Roczniki Filozoficzne*, 9 (3), s. 65–82.

- Schlegel, R., 1961. Mario Bunge on causality. *Philosophy of Science*, 28 (1), s. 72–82.
- Scholl, B., Tremoulet, P.D., 2000. Perceptual causality and animacy. *Trends in Cognitive Sciences*, 4, s. 299–309.
- Shlesinger, M.F., 2001. Physics in the noise. *Nature*, 411 (7), s. 641.
- Smit, P., 1980. Jan Ingen-Housz (1730–1799): Some new evidence about his life and work. *Janus*, 67, s. 125–139.
- Smoluchowski, M., 1906a. Sur le chemin moyen parcouru par les molécules d'une haz et sur son rapport avec la théorie de la diffusion. *Bulletin International de l'Académie des Sciences de Cracovie, Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles*, s. 202–213.
- Smoluchowski, M., 1906b. Zarys kinetycznej teorii ruchów Browna i roztworów mętnych. *Rozprawy Wydziału Matematyczno-Przyrodniczego Akademii Umiejętności w Krakowie, ser. A*, 46, s. 257–281.
- Smoluchowski, M., 1907. Teoria kinetyczna opalescencji gazów w stanie krytycznym oraz innych zjawisk pokrewnych. *Rozprawy Wydziału Matematyczno-Przyrodniczego Akademii Umiejętności w Krakowie, ser. A*, 48, s. 179–199.
- Smoluchowski, M., 1914. *O fluktuacjach termodynamicznych i ruchach Browna*. Warszawa: Wydawnictwo Redakcji prac matematyczno-fizycznych.
- Smoluchowski, M., 1916a. Drei Vorträge über Diffusion, Brownsche Molekularbewegung und Koagulation von Kolloidteilchen. *Physikalische Zeitschrift*, 17, s. 557–571, 585–599.
- Smoluchowski, M., 1916b. *Uwagi o pojęciu przypadku w zjawiskach fizycznych: Księga Pamiątkowa ku czci Bolesława Orzechowicza*, t. 2. Lwów: Towarzystwo dla Popierania Nauki Polskiej.
- Smoluchowski, M., 1917. *Poradnik dla samouków: Wskazówki metodyczne dla studujących poszczególne nauki*, t. 2. Warszawa: Wydawnictwo A. Heflicha i St. Michalskiego.
- Suchting, W.A., 1967. A note on the principle of causality. *Philosophical Studies*, 18 (1), s. 14–17.
- Szewczyk, J., 1980. *Krytyka przyczynowości Dawida Hume'a: Na podstawie I tomu „Traktatu o naturze ludzkiej”*. Kraków: Wydawnictwo Literackie.

- Teske, A., 1955. *Marian Smoluchowski: Życie i twórczość*. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
- Teske, A., 1970. *Metodologiczny aspekt badań nad ruchami Browna*. W: A. Teske, *Wybór prac z historii fizyki i filozofii nauki*. Wrocław – Warszawa – Kraków: Wydawnictwo Polskiej Akademii Nauk.
- Van der Pas, P.W., 1971. The discovery of the Brownian motion. *Scientiarum Historia*, 13, s. 127–132.
- Wróblewski, A.K., 2006. *Historia fizyki od czasów najdawniejszych do współczesności*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.

# Fluktuujący świat Mariana Smoluchowskiego

Andrzej Fuliński

Uniwersytet Jagielloński, Instytut Fizyki

Polska Akademia Umiejętności

## Fluctuating world of Marian Smoluchowski

Abstract

The main goal of this paper is to present the Marian Smoluchowski's work on thermal and primordial fluctuations which are the main cause of Brownian motion and one of the first empirical evidences for molecular structure of matter.

Keywords

atomic theory, fluctuations, Brownian motion, stochastic process, non-markovian process, Marian Smoluchowski

**M**arian Smoluchowski na początku swojej działalności naukowej zajmował się wieloma różnymi zagadnieniami współczesnej sobie fizyki. Jednym z badanych i dyskutowanych

wówczas problemów była opalescencja krytyczna<sup>1</sup>. To chyba od niej zaczęło się zainteresowanie Smoluchowskiego fluktuacjami gęstości (Smoluchowski, 1904; 1906), co z kolei było bezpośrednio związane z ówczesnymi sporami o teorię atomistyczną (molekularną) materii: jeśli materia składa się z bardzo wielu cząstek (atomów, molekuł), które są w ciągłym ruchu względem siebie, to w bardzo małej objętości liczba tych cząstek powinna być zauważalnie zmienna, powinna fluktuować wokół średniej – makroskopowej – wartości. Innymi słowy, gęstość każdego płynu nie jest stała, lecz fluktuuje na obszarach porównywalnych – jak wyliczył Smoluchowski – z długością światła widzialnego. Wynika stąd m.in. opalescencja krytyczna i niebieski kolor nieba.

Fluktuacje gęstości oraz – przede wszystkim – fluktuacje temperatury są główną przyczyną powstawania ruchów Browna: drugiego wielkiego i najbardziej znanego dzieła Smoluchowskiego (Smoluchowski, 1915; 1916). To właśnie ruchy Browna i fluktuacje gęstości atmosfery i płynów w obszarze krytycznym były wówczas, na początku XX wieku, jednym z najistotniejszych empirycznych dowodów na molekularną budowę materii. Za prace o ruchach Browna Nagrody Nobla otrzymali: Zsigmondy (1925, chemia), Svedberg (1926, chemia) i Perrin (1926,

<sup>1</sup> To zjawisko jest widoczne gołym okiem i często demonstrowane na wykładach: w miarę podwyższania temperatury i ciśnienia cieczy w pobliżu punktu krytycznego przezroczysty początkowo układ ciecz-gaz z widocznym meniskiem staje się coraz bardziej mętny, pojawiają się widoczne gołym okiem ciemniejsze, poruszające się pasma (fluktuacje o makroskopowym zasięgu!), w końcu menisk znika i pojawia się gaz, już znowu przezroczysty.

fizyka). Smoluchowski, niestety, nie doczekał takiego uznania dla swoich badań, zmarł kilka lat wcześniej, w sile wieku.

To jednak dziś już tylko ponad stuletnia historia, natomiast w fizyce teoretycznej jego idee są żywe do dziś. Jak pisał Mark Kac (Kac, 1986), „Smoluchowski zapewne nie zdawał sobie sprawy, iż zaczął pisać nowy rozdział fizyki statystycznej, dziś znany jako *procesy stochastyczne*. [...] Nowość i oryginalność podejścia Smoluchowskiego leży w jego odważnym zastąpieniu niemożliwie trudnego [...] problemu dynamicznego [...] względnie prostym *procesem stochastycznym*”<sup>2</sup>.

Do dziś ważnymi i szeroko badanymi w fizyce zagadnieniami są fluktuacje i ruchy Browna. Co więcej, obecnie okazało się, że z równań Smoluchowskiego wynikała kolejna ważna dziś, mająca znaczenie dla zjawisk w skali mikro- i nanometrowej oraz w zjawiskach kwantowych, idea „pamięci” zawartej w dynamice tych procesów. Na to jednak potrzebne było pojawienie się nowych technik doświadczalnych wraz z równoległym rozwojem aparatu matematycznego.

Na przełomie wieku XIX i XX podstawowe założenie, przyjmowane intuicyjnie przez wszystkich parających się teorią molekularną od Maxwella (chaos molekularny) i Boltzmanna (*Stosszahlansatz*), po Einsteina, Smoluchowskiego i Langevina<sup>3</sup>,

---

<sup>2</sup> Tłum. A.F.

<sup>3</sup> Paul Langevin (Langevin, 1908) sformułował opis ruchów Browna jako równanie Newtona z deterministyczną siłą tarcia (opisującą lepkość płynu) i losową siłą (opisującą pozostałe oddziaływania). Równanie to jest używane do dziś jako równanie Langevina. Uogólnione

a także przez np. matematyka Bacheliera (ruchy cen na giełdzie – Bachelier, 1900) można sformułować tak: ruchy Browna (ogólniej – procesy losowe) w *nieprzekrywających się odcinkach czasowych* (np. od  $t_0$  do  $t_1 > t_0$  i od  $t_1$  do  $t_2 > t_1$ ) są od siebie niezależne. Dokładniej mówiąc, prawdopodobieństwa warunkowe  $W(x_1, t_1 | x_0, t_0)$  i  $W(x_2, t_2 | x_1, t_1)$  są niezależne. Obecnie to założenie jest znane jako definicja procesu Markowa (lub markowowskiego). Mniej ściśle mówiąc, przyjmuje się, że takie procesy nie mają wbudowanej „pamięci” swoich poprzednich stanów<sup>4</sup>.

Trochę ściślej mówiąc, założenie powyższe dotyczy samego procesu i wynika z ukrytego założenia, że kolejne wartości fluktuacji – siły losowej<sup>5</sup> – działającej na cząstkę Browna są od siebie niezależne. W dzisiejszym języku mówimy, że są niezależne i mają taki sam rozkład prawdopodobieństwa, czyli

---

równanie Langevina uwzględnia „pamięć” stanów przeszłych procesu i w ten sposób opisuje również procesy niemarkowowskie.

<sup>4</sup> W deterministycznych procesach mechanicznych, np. opisywanych równaniami Newtona, znajomość wszystkich sił mechanicznych działających na układ i zadanych warunków brzegowych wyznacza jednoznacznie cały przebieg procesu (np. rzutu kamieniem), czyli ze znajomości stanu procesu (miejsca i prędkości kamienia) w dowolnej chwili  $t_1$  można dokładnie obliczyć stan procesu w dowolnej (zarówno późniejszej jak i wcześniejszej) chwili  $t_2$ . Można więc obrazowo powiedzieć, że taki proces „pamięta” swoje stany przeszłe i „przewiduje” swoje stany przyszłe. Procesy markowowskie takiej własności („pamięci”) nie mają.

<sup>5</sup> Proporcjonalnej do wartości średniego pędu przekazanego cząstce od otoczenia w danym odcinku czasu.

są nieskorelowane, ich kolejne wartości nie są związane z wartościami wcześniejszymi (ani późniejszymi). To warunek silniejszy, niż markowowskość. Kolejne wartości samego procesu markowowskiego generowanego tą siłą (np. ruchu Browna) są już skorelowane, ale zależą tylko od poprzedniej wartości, nie zaś od kolejnych wcześniejszych.

Założenie to sprawdza się dobrze w prostych układach i w długich skalach czasowych. O pierwszych obserwacjach zjawisk typu ruch Browna (ruch błędny pyłków w powietrzu widoczny w rozproszonym bocznym świetle<sup>6</sup>) wspominał już w I w. p.n.e. Lukrecjusz. Dwa tysiące lat później, na przełomie XIX i XX wieku, tę samą metodę zastosował Zsigmondy w skonstruowanym przez siebie ultramikroskopie do obserwacji analogicznego ruchu w zawiesinie nanometrowych cząstek (ok. 100 atomów) koloidalnego złota w cieczach – technika ta bardzo pomogła w pierwszych ilościowych pomiarach własności ruchów Browna. Z kolei ponad sto lat temu obserwowano i mierzono ruchy Browna w czasach rzędu sekundy lub więcej (np. Svedberg zliczał co ustalony odstęp czasu liczbę nanocząstek złota w polu widzenia ultramikroskopu). Dziś, dzięki rozwojowi technik pomiarowych, przeprowadza się takie pomiary z dokładnością ok. 1000 razy większą. W ten sposób można było stwierdzić, że w bardzo małych i gęsto upakowanych układach,

---

<sup>6</sup> Ścisłej, obserwowany ruch jest nałożeniem się dwu procesów: powolnego i gładkiego (laminarnego) unoszenia pyłku przez lokalne prądy konwekcyjne powietrza, oraz szybkich, chaotycznych „drgań” pyłku: ruchów Browna.



takich jak np. żywe komórki, ruch cząstek Browna nie zawsze jest dokładnie taki, jak to przewidywała teoria Einsteina i Smoluchowskiego – z tego powodu mówimy o *anomalnej dyfuzji* (Metzler, 2000).

Ponadto w takich układach na ruch cząstki Browna wpływa nie tylko średni przekaz pędu od będących w równowadze termicznej molekuł wody lub powietrza. W żywej komórce obok siebie biegą tysiące bardzo różnych procesów, tylko względnie niezależnych od siebie. Ich wzajemny wpływ na siebie jest znowu praktycznie niemożliwy do względnie ścisłego opisu, ale jednocześnie jest nie do pominięcia, a jedyna efektywna metoda uwzględnienia tych wzajemnych „nieistotnych” oddziaływań polega na zastąpieniu ich przez jakiś „szum”. Wszystkie takie dodatkowe postronne siły działające na cząstkę Browna – a także na inne molekuły biorące udział w innych procesach i wpływające na ich przebieg – sumują się do jakiejś efektywnej siły losowej<sup>7</sup>.

Innymi słowy, metoda Smoluchowskiego i Langevina zastąpienia opisu mechanicznego przez proces losowy sprawdza się dobrze, pod warunkiem, że ów proces losowy jest *odpowiednio dobrany*. Dziś duża część wysiłku polega na znalezieniu od-

---

<sup>7</sup> Dla każdego procesu na ogół innej – zależy to od skal czasowych tych wszystkich zjawisk. Często okazuje się, że taka siła losowa nie jest już nieskorelowanym szumem termicznym, „białym”, jak często się mówi. Wpływ innych, sąsiednich procesów może spowodować pojawienie się korelacji pomiędzy zaburzeniami w różnych chwilach czasu. Mówi się wtedy, że szum jest kolorowy.

powiednich modeli matematycznych takich procesów oraz na dopasowaniu ich do obserwacji doświadczalnych.

Warto tu dodać jeszcze jedno wyjaśnienie. Procesem losowym jest zarówno zjawisko badane – np. ruch Browna – ale także wypadkowa siła losowa działająca na to zjawisko. Przyjęło się dziś nazywanie tej siły (procesu) „szumem”. Wzięło się to zapewne z doświadczeń codziennych: w telefonach, w pierwszych audycjach radiowych, do dziś w aparatach analogowych, bardzo często przekaz sygnału jest zaburzany przez wyraźnie słyszalny szum akustyczny (dużo później w przekazach telewizyjnych przez „śnieżenie” – szum optyczny). To szum termiczny<sup>8</sup> (ongis w lampach radiowych, do dziś w tranzystorach i przede wszystkim w przewodach elektrycznych i przekazywnych) – to samo zjawisko, które powoduje ruch cząstki Browna, powoduje fluktuacje gęstości gazu (nie tylko), a także powoduje, jak dziś wiemy, bardzo wiele innych zjawisk. Ze względu na owe pierwsze wyraźne dla każdego objawy – trudności ze zrozumieniem przekazu telefonicznego czy radiowego – uważa się potocznie, że szum to coś szkodliwego. Obecnie tworzy się nawet wiele urządzeń tłumiących ów szkodliwy szum. Ale czy komuś szkodzi błękitny kolor nieba?

Wypada zatem opowiedzieć o korzystnych efektach szumu. W wielu reakcjach chemicznych pomiędzy trochę bardziej złożonymi cząsteczkami – reagentami – na to, by mógł się utworzyć

---

<sup>8</sup> Zaburzenia przekazu spowodowane fluktuacjami w ruchu cząstek układu, tym większymi, im wyższa jest temperatura.

pożądany produkt, cząsteczki (reagenty) muszą się spotkać w odpowiedniej konfiguracji. Fluktuacje pomagają wypróbować kolejne wzajemne położenia, aż dojdzie do reakcji. To tak, jak piłka, która ugrzęzła w dołku – żeby ją ruszyć, potrzebne jest kopnięcie. W bardziej technicznym języku mówimy, że fluktuacje umożliwiają wyjście ze stanu metastabilnego lub lokalnie stabilnego. W bardziej złożonych układach, zwłaszcza w żywych komórkach, bez fluktuacji nic by się nie działo – nie byłoby życia.

Podajmy kilka przykładów:

Białka transportujące (kroczące, powodujące m.in. pracę mięśni) poruszają się po asymetrycznych „szynach” (jak po alpejskiej kolejce zębatej), zbudowanych z innego białka. Siłę fluktuacji termicznych zakłócających ten ruch można porównać do huraganu, w którym idzie człowiek. Jednocześnie, jak wykazują modele matematyczne tego procesu, to właśnie fluktuacje wraz z asymetrią „szyn” powodują, że białko kroczące porusza się w pożądanym kierunku, a nie błądzi przypadkowo (Łuczka, 1977; Kula, 1998).

Żywe komórki „porozumiewają się” z innymi komórkami i z przestrzenią zewnętrzną poprzez białkowe kanały o średnicy rzędu kilku nanometrów, umieszczone w błonie komórkowej. Przepływ materii – cząsteczek, jonów – ma charakter losowy: kanały otwierają się i zamykają nieregularnie w czasie. Proces ten ma charakter niemarkowowski – ma bowiem „pamięć” (Siwy, 2002). Z kolei proces otwierania i zamykania się kanałów produkuje pewien rodzaj szumu kolorowego, który powoduje fluktuacje potencjału elektrycznego błony komórkowej,

a to wpływa bezpośrednio – znowu jako siła losowa – na inne białka powierzchniowe (Fuliński, 1997).

Nie wiadomo, czy te własności mają jakieś znaczenie przystosowawcze, są przecież produktem ewolucji, ale równie dobrze mogą być po prostu epifenomenami.

Z drugiej strony, niedawno okazało się, że procesy kwantowe w układach otwartych, oddziałujących z otoczeniem („kąpielą ciepłą”) są też niemarkowskie, oraz że ma to istotne znaczenie dla takich zjawisk, jak tzw. chłodzenie laserowe, dekoherencja, splątanie, komputery kwantowe, itp. (Rivas, 2014), co świadczy, iż niemarkowskość jest wbudowana w strukturę fizyczną świata. Warto jeszcze dodać, że najbardziej podstawowym sprawdzianem, czy proces jest niemarkowski, jest równanie (funkcyjne), sformułowane po raz pierwszy przez Bacheliera i niezależnie przez Smoluchowskiego, wiążące wspomniane na początku prawdopodobieństwa warunkowe: jeśli równość ta jest złamana dla procesu  $X(t)$ , to ten proces jest na pewno niemarkowski.

Warto także zapytać, czy fluktuacje to siły, procesy wykraczające poza mechanistyczną fizykę – skoro przecież równania mechaniki (każdej) nie są losowe? Musimy odpowiedzieć przecząco: nie, to tylko wygodny i bardzo skuteczny opis rzeczywistości fizycznej. Pokazano (Beck, 1990; Hilgers, 1999), że zamiast szumu termicznego, do opisu ruchu Browna można użyć proces chaotyczny (deterministyczny) i wyniki są prawie identyczne. Przypuszcza się, że właśnie dlatego metoda Smoluchowskiego daje tak dobre wyniki: szum jest powierzchniową

strukturą struktury głębokiej – chaosu deterministycznego, czyli chaotycznych rozwiązań równań mechaniki. Niemniej na razie nie znaleziono ścisłych dowodów tej tezy.

Na koniec jeszcze jedna uwaga: napisałem wyżej, że fluktuacje to dobry opis rzeczywistości *fizycznej* – ale czy tylko fizycznej? Fluktuacje nie dotyczą jedynie zjawisk fizycznych. Zachowania zbiorowisk ludzkich podlegają podobnym prawom. Najprostszym przykładem są ruchy cen na giełdzie, o czym pisał (*implicite*) już Bachelier w 1900 roku (publikacja ta napotkała wówczas silną krytykę). Dziś znajomy matematyk na pytanie, „czy można zarobić na giełdzie”, odpowiada: „oczywiście, pisząc programy dla graczy”. Dodajmy, że programy te są oparte na współczesnej teorii ruchów Browna<sup>9</sup>.

Dziś zatem postrzegamy świat fizyczny, a także świat naszych zachowań społecznych poprzez opis zapoczątkowany przez – między innymi i przede wszystkim – Mariana Smoluchowskiego.

Jakie to wszystko ma znaczenie dla naszego postrzegania świata fizycznego, dla problemów filozoficznych powiązanych z fizyką: determinizmu itp., pozostawiam innym autorom tego zeszytu.

---

<sup>9</sup> Ceny akcji są wypadkową reakcji grających na giełdzie. Ci ostatni na ogół pamiętają, co działo się wcześniej, zatem ruchy cen powinny mieć charakter niemarkowskiego.

## Bibliografia

- Bachelier, L., 1900. Théorie de la speculation. *Ann. Sci. Ecol. Norm. Sup.*, 17, s. 21–86.
- Beck, C., 1990. Brownian motion from deterministic dynamics. *Physica A*, 169, s. 324–336.
- Einstein, A., 1905. Über die von der molekularkinetischen Theorie der Wärme geforderte Bewegung von in ruhenden Flüssigkeiten suspendierter Teilchen. *Annalen der Physik*, 322, s. 549–560,
- Fuliński, A., 1997. Active transport in biological membranes and stochastic resonance. *Phys. Rev. Lett.*, 79, s. 4926–4929.
- Fuliński, A., 2017. Fractional Brownian motions: Memory, diffusion velocity, and correlation functions. *J. Phys. A: Math. Theor.*, 50, 054002.
- Hilgers, A., Beck, C., 1999. Approach to Gaussian stochastic behavior for systems driven by deterministic chaotic forces. *Phys. Rev. E*, 60, s. 5385–5393.
- Kac, M., 1986. Marian Smoluchowski and the evolution of statistical physics. W: R.S. Ingarden (red.), *Polish men of science: Marian Smoluchowski, his life and scientific work*. Warszawa: PWN, s. 15–19.
- Langevin, P., 1908. Sur la theorie du mouvement brownien. *C. R. Acad. Sci. (Paris)*, 146, s. 530–533.
- Kula, J., Czernik, T., Łuczka, J., 1998. Brownian ratchets: Transport controlled by thermal noise. *Phys. Rev. Lett.*, 80, s. 1377–1380.
- Łuczka, J., Czernik, T., 1977. Symmetric white noise can induce directed current in ratchets. *Phys. Rev. E*, 56, s. 2968–2975.
- Metzler, R., Klafter, J., 2000. The random walk's guide to anomalous diffusion: A fractional dynamics approach. *Phys. Repts.*, 339, s. 1–77.
- Rivas, A., Huelga, S.F., Plenio, M.B., 2014. Quantum non-markovianity: Characterization, quantification and detection. *Rep. Prog. Phys.*, 77, 094001.
- Siwy, Z., Fuliński, A., 2002. Origin of  $1/f^{\beta}$  noise in membrane channel currents. *Phys. Rev. Lett.*, 89, 158101.

- Smoluchowski, M., 1904. Über Unregelmässigkeiten in der Verteilung von Gasmolekülen und deren Einfluss auf Entropie und Zustandsgleichung. *Boltzmann-Festschrift*, s. 626–641.
- Smoluchowski, M., 1906. Zur kinetischen Theorie der Brownschen Bewegung und der Suspensionen. *Ann. Physik*, 31, s. 755–780.
- Smoluchowski, M., 1915. Über Brownsche Molekularbewegung unter Einwirkung Äusserer Kräfte und deren Zusammenhang mit der verallgemeinerten Diffusionsgleichung. *Ann. Physik*, 48, 1103.
- Smoluchowski, M., 1916. Drei Vorträge über Diffusion, Brownsche Molekularbewegung und Koagulation der Kolloidteilchen. *Phys. Zeitschr.*, 17, s. 551–571, 585–599.

# **Z LEKTURY KLASYKÓW**





Marian Smoluchowski (1872-1917). Fotografia opublikowana za zgodą Archiwum Nauki PAN i PAU (sygn. K III-36, fot. nr 7763)

# **Rękopisy Mariana Smoluchowskiego – ważne źródło do studiów nad filozofią w nauce**

Paweł Polak

Uniwersytet Papieski Jana Pawła II, Wydział Filozoficzny  
Centrum Kopernika Badań Interdyscyplinarnych  
Małgorzata Dziekan  
Centrum Kopernika Badań Interdyscyplinarnych

**Marian Smoluchowski's manuscripts --  
important source for philosophy in science**

Abstract

The aim of this article is to present the selected Marian Smoluchowski's manuscripts to be published in this volume. At the beginning, a history and current state of research of his manuscript legacy was showed. Next there were characterized a philosophical significance of his unpublished manuscripts and a short analysis of the manuscripts published in this volume. At the end of the article the details about the current edition of Smoluchowski's manuscripts were described.

Keywords

Marian Smoluchowski, philosophy in science, history of science, Polish philosophy, philosophy on nature in Krakow

## Wstęp

Spuścizna rękopiśmienna Mariana Smoluchowskiego (1872–1917) stanowi obszerny zespół archiwalny o unikalnej wartości dla historii fizyki i filozofii w Polsce. O wyjątkowości tych archiwaliów decyduje zarówno to, że ukazują nieznanne wciąż aspekty działalności wybitnego uczonego, ale i to, że pozwalają ukazać, iż prace prowadzone wówczas na ziemiach polskich ściśle wpisane były w szeroki europejski kontekst. Materiały te – pieczołowicie zachowane przez rodzinę Smoluchowskiego i przekazane Bibliotece Jagiellońskiej – cechują się kompletnością i stanowią po latach wyjątkowy obraz fizyki i filozofii w tym przełomowych dla nauki czasie, gdy kształtowały się nowoczesne teorie i koncepcje o dalekosiężnych implikacjach. W korespondencji Smoluchowskiego odnajdziemy zarówno listy od wielu słynnych fizyków, jak i od postaci, które z perspektywy czasu wydają się zapomniane, choć miały również swój wkład w rozwój ówczesnej nauki.

### Dzieje badań spuścizny Smoluchowskiego

Znaczenie spuścizny Smoluchowskiego doceniono od razu po jego śmierci. Na wieść o śmierci wybitnego uczonego Carl Wilhelm Wolfgang Ostwald, redaktor czasopisma *Kolloid-Chemie*, zgłosił się do Zofii Smoluchowskiej z propozycją wydania dzieł jej męża (zob. Sokołowski, 1917, s. 232). Pomysł ten został za-

rzucony, ponieważ nieco wcześniej Polska Akademia Umiejętności podjęła się już wydania „jej staraniem i sumptem i pod powagą jej zalecenia” dzieł zebranych „niezapomnianej pamięci profesora Marjana Smoluchowskiego” (Natanson i Stock, 1924). Jak widać PAU bardzo szybko podjęła się opracowania i wydania spuścizny swego znamienitego przedstawiciela. Jeden z redaktorów zbioru, wybitny krakowski fizyk Władysław Natanson, w następujący patetyczny sposób oceniał wartość publikowanego dorobku Smoluchowskiego:

Nie będę tu również wynosił oryginalności jego żywego talentu, ani chyżego polotu myśli, która, zbrojna w najrzadsze zdolności, w najbardziej nieoczekiwane zasoby i środki, stawiała do walki z tajemniczą mgłą bytu. Zbiór rozpraw i prac, których, pod powagą Polskiej Akademji Umiejętności oraz z jej zalecenia i woli, ukazuje się dzisiaj tom pierwszy, daje świadectwo zwycięstwom, które umysł Smoluchowskiego umiał odnosić w najtrudniejszych zadaniach. Pisma Marjana Smoluchowskiego będą pomnikiem, godnym pamięci Męża, któremu los szczęsny dozwolił skarb umysłowy ludzkości wzbogacić (Natanson, 1924, s. XV).

Wspomniane wydanie *Pism...* obejmowało dwa tomy reedycji opublikowanych wcześniej prac naukowych Smoluchowskiego. Tom trzeci pierwotnie poświęcony miał być „pismom popularno-naukowym, które nie tylko wśród specjalistów mogą budzić zajęcie” (Natanson i Stock, 1924). Ostatecznie w tomie tym opublikowano szereg różnorodnych prac, począwszy od wy-

branych części podręczników, poprzez opracowania z zakresu filozofii i historii fizyki po odczyty popularne i szkice biograficzne słynnych uczonych. Natanson tak oceniał znaczenie tych prac:

I dziś jeszcze, po upływie lat kilkunastu, treść tych „pism rozmaitych“ zasługuje na pilną naszą uwagę. Uzupełniają one szczęśliwie poszukiwania ściśle i szczegółowe, zgromadzone w dwóch pierwszych tomach. Rysuje się tutaj rozległy widnokrąg rozmyślań Smoluchowskiego; niekiedy uwydatnia się moralne i uczuciowe, w ogóle ludzkie Jego oblicze. Niechże więc całość Pism, obecnie zebrana, służy nauce, polskiej zwłaszcza nauce; niechaj budzi wdzięczne o Smoluchowskim wspomnienie; niech szerzy miłość dążeń i celów, którym życie poświęcił (Natanson, 1928, s. VII).

Jak widać już w czasie publikacji tego tomu wyraźna była świadomość znaczenia wspomnianych publikacji dla ukazania poglądów filozoficznych Smoluchowskiego. We wspomnianym tomie opublikowano łącznie 17 prac wybitnego uczonego, wszystkie były jednak już uprzednio publikowane. W ramach przedwojennej działalności wydawniczej PAU nie podjęto w ogóle zagadnienia opracowania i publikacji ani niepublikowanych odczytów, ani obszernej korespondencji Smoluchowskiego, pozostających wówczas jeszcze w zbiorach rodzinnych. Zapewne przedwczesna śmierć dwóch kolejnych redaktorów (fizycy Tadeusz Godlewski i Jan Jakub Stock) zajmujących się bezpośrednio po śmierci Smoluchowskiego opracowaniem jego spuścizny przyczyniła się również wydat-

nie do tego, że badania te nie były kontynuowane w okresie międzywojennym, odeszły bowiem najbardziej kompetentne osoby.

Prace nad rękopiśmienną spuścizną Smoluchowskiego podjął dopiero po II wojnie światowej historyk fizyki Armin Teske (1910–1967). Opublikował on istotne fragmenty korespondencji Smoluchowskiego w bardzo ważnej monografii *Marian Smoluchowski: Życie i twórczość* (Teske, 1955). Jak pisał Włodzimierz Hubicki: „[Teske w związku z monografią] nawiązał rozległą korespondencję w celu zdobycia materiałów źródłowych dotyczących osoby i dzieł znakomitego fizyka. Okazało się, że zebrany bogaty materiał biograficzny w postaci listów i innych dokumentów stał się podstawą do opracowania świetnej monografii” (Hubicki, 1967, s. 804).

Z okazji przygotowań do 50. rocznicy śmierci Smoluchowskiego przygotowano również reedycję wybranych prac z Pism Mariana Smoluchowskiego, wybranych pod kątem ich znaczenia filozoficznego. Tom zatytułowany *Wybór pism filozoficznych* (Smoluchowski, 1956) został przygotowany i zredagowany przez filozofa Władysława Krajewskiego, który tak pisał we wstępie:

Prace znakomitego polskiego uczonego Mariana Smoluchowskiego nie są u nas jeszcze należycie doceniane. Poza szczupłym gronem fizyków są one prawie zupełnie nieznanne. [...] Szczególną wartość posiadają idee metodologiczne Smoluchowskiego, który był uczonym o szerokim widnokręgu teore-

tycznym i dawał częstokroć głęboko materialistyczne i dialektyczne rozwiązania podstawowych problemów stojących przed nauką (tamże, s. 5).

Celem Krajewskiego była – oprócz przypomnienia dorobku wybitnego uczonego – taka reinterpretacja jego poglądów, aby wykazać, że był on „nieświadomym materialistą”, choć częstokroć odbywało się to z brakiem szacunku dla dorobku uczonego i dla zasad dopuszczalnej interpretacji tekstu. Tom opracowany przez Krajewskiego nie wniósł więc nowych niepublikowanych prac, zwrócił jednak uwagę na filozoficzne znaczenie dorobku Smoluchowskiego, choć przedstawił go miejscami w mocno zniekształcony i nieuprawniony sposób. Nie zapominając o wielu rażąco błędnych nadinterpretacjach Krajewskiego, należy stwierdzić, że zasługą tego filozofa jest jednak również to, że zwrócił jako pierwszy uwagę na filozoficzne znaczenie niepublikowanych odczytów Smoluchowskiego.

Najbardziej interesującym opracowaniem ukazującym filozoficzne znaczenie niepublikowanych prac Smoluchowskiego w XX wieku była krótka, acz napisana na bardzo wysokim poziomie, praca Izydory Dąbskiej (1979) *O poglądach metanaukowych Władysława Natansona i Mariana Smoluchowskiego*. Dąbska odniosła się również do korespondencji Mariana Smoluchowskiego z bliskim mu Kazimierzem Twardowskim. Przytoczyła ona kilka interesujących zagadnień poruszonych w rękopisach, cytując kluczowe sformułowania Smoluchowskiego. Przez długie lata to właśnie opracowanie Dąbskiej dawało naj-

lepszy wgląd w filozoficzne znaczenie niepublikowanej spuścizny wybitnego fizyka.

Zachowana w zbiorach Archiwum Alberta Einsteina w Jerozolimie część korespondencji pomiędzy A. Einsteinem a M. Smoluchowskim została opracowana i wydana w ramach edycji *The collected papers of Albert Einstein* (Einstein, 1987).

Ważną okazją do rozwoju badań nad spuścizną Smoluchowskiego stała się zorganizowana w Krakowie wystawa poświęcona wybitnemu fizykowi „Marian Smoluchowski, 1872–1917. Fizyk, taternik, romantyk nauki” (2002). Drobne fragmenty listów Smoluchowskiego publikowała również Ewa Wyka (2003) w opracowaniu *Marian Smoluchowski we wspomnieniach bliskich i przyjaciół* przygotowanym pierwotnie na potrzeby katalogu do wspomnianej wystawy. Opracowanie to skupione było jednak głównie na życiu Smoluchowskiego, a nie na jego dokonaniach czy poglądach.

Faksymile podania Smoluchowskiego o udzielenie *veniam legendi* kierowanego do Rady Wydziału Filozoficznego Uniwersytetu we Lwowie (z Archiwum tegoż uniwersytetu) opublikował również Andrij Rovenchak (2012) w artykule *Lviv period for Smoluchowski: Science, teaching, and beyond*, jego badania nie ukazały jednak większego znaczenia archiwaliów zachowanych we Lwowie dla rekonstrukcji drogi naukowej i poglądów słynnego uczonego.

Systematyczne badania nad spuścizną Smoluchowskiego podjęte zostały również na początku XXI wieku w związku z programem badań krakowskiej filozofii przyrody rozwijanym



na Wydziale Filozoficznym PAT (obecnie UPJPII) oraz w ramach Centrum Kopernika Badań Interdyscyplinarnych. Niestety brak zrozumienia instytucji finansujących badania naukowe dla potrzeby opracowania rękopiśmiennej spuścizny wybitnego polskiego fizyka uniemożliwił zamierzoną publikację korespondencji oraz wszystkich rękopisów. W związku z tym z okazji 100. rocznicy śmierci Smoluchowskiego ukazuje się jedynie niniejszy skromny wybór, w którym zawarte są te prace, które uznaliśmy za najważniejsze dla rozwoju badań nad filozofią Smoluchowskiego. Należy jednak mieć na uwadze to, że obraz ten będzie dopóty nie w pełni adekwatny, dopóki nie zostaną podjęte kompleksowe prace nad korespondencją wybitnego uczonego.

### **Niepublikowana spuścizna Smoluchowskiego – stan badań**

Niepublikowana spuścizna Smoluchowskiego znajduje się prawie w całości w zbiorach Biblioteki Jagiellońskiej w Krakowie (zbiory te zostały również utrwalone w postaci mikrofilmów, a niewielka część została poddana także digitalizacji w ramach wspomnianego już programu badań). Materiały te pochodzą z daru Zofii Smoluchowskiej, ofiarowanego 20 kwietnia 1953 r. Zbiory zostały skatalogowane i opracowane (Grzybowska, 1977, s. 248–295). Obejmują one: autograf rozprawy habilitacyjnej; autografy, czystopisy lub bruliony opublikowanych prac naukowych oraz popularnonaukowych. Znajdziemy tam rów-

niez różnorodne szkice prac, notatki do wykładów, różne notatki i obliczenia, tematy egzaminów, rozległą korespondencję, zachowały się także dzienniki uczonego oraz jego notatki z wykładów, na które uczęszczał w czasach uniwersyteckich. W zbiorach BJ znalazły się również materiały związane z opracowaniem *Pism Mariana Smoluchowskiego*. Zachowane rękopisy Smoluchowskiego obejmują okres od początku jego studiów uniwersyteckich, czyli od 5 października 1890 roku, do ostatnich dni jego życia (zmarł 5 września 1917 r.). Archiwalia obrazują więc znakomicie całe 27 lat działalności naukowej Smoluchowskiego – począwszy od studiów na Uniwersytecie Wiedeńskim, poprzez wyjazdy naukowe, po owocną pracę naukową we Lwowie i w Krakowie.

Cała imponującej wielkości spuścizna obejmuje łącznie 108 jednostek archiwalnych, z których jedynie pojedyncze zostały dotychczas opracowane. Daje to wyobrażenie o skali trudności projektu badań spuścizny Smoluchowskiego, jak i ogromie nieznanych wciąż informacji. Duża część materiałów obejmuje notatki, obliczenia, bruliony i autografy opublikowanych prac polskiego fizyka, ma zatem znaczenie dla badań nad rozwojem jego koncepcji. Szczególnie interesujące są teksty niepublikowanych rękopisów, korespondencji oraz dzienników. Na znaczenie manuskryptów zawierających odczyty Smoluchowskiego dla rekonstrukcji jego poglądów filozoficznych wyraźnie wskazywała Izydora Dąmbska, potwierdzają to również współcześnie prowadzone badania, stąd w pierwszej kolejności podjęte zostało dzieło wydania drukiem tych utworów.

Badania mające na celu ustalenie rozproszonych archiwaliów związanych z działalnością naukową Smoluchowskiego wciąż trwają. W wyniku tych badań wiadomo, że kopie pojedynczych archiwaliów związanych z polskim uczonym zachowały się w Archiwum Alberta Einsteina w Jerozolimie. Są to kopie listu od Smoluchowskiego do Einsteina z dnia 12 grudnia 1911 r. wysłanego z Lwowa (sygn. 20-593 oraz 20-594) oraz kopie maszynopisów listów od Einsteina do Smoluchowskiego: listu z 11 czerwca 1908 r. wysłanego z Berna (sygn. 20-589, 20-590 oraz 70-251), listu z 27 listopada 1911 r. wysłanego z Pragi (sygn. 20-591 oraz 20-592), listu z 10 marca 1912 r. wysłanego z Pragi (sygn. 20-595 oraz 20-596), listu z 24 marca 1912 r. wysłanego z Pragi (sygn. 20-597 oraz 20-598), telegramu oraz listu z 20 maja 1912 r. wysłanych z Pragi (sygn. 20-599, 20-600 oraz 20-601). Wspomniana korespondencja została opracowana i opublikowana wraz z angielskim tłumaczeniem w 5 tomie *The collected papers of Albert Einstein* (Einstein, 1987) odpowiednio jako listy nr: 323, 105, 315, 370, 376, 396, 397. Opracowane listy zostały również opublikowane online na stronie: <http://einsteinpapers.press.princeton.edu/vol5-doc/>. Korespondencja ta ukazuje wymianę informacji między słynnymi uczonymi i rozwijającą się współpracę pomiędzy nimi. Z historycznego punktu widzenia bardzo interesujące są również wzmianki Einsteina na temat prac nad teorią grawitacji, które prowadził w czasie pobytu w Pradze. Korespondencja ta stanowi interesujące uzupełnienie zbiorów znajdujących się w zbiorach BJ w Krakowie.

Ważna z punktu widzenia historii filozofii część korespondencji Smoluchowskiego znajduje się w Archiwum Kazimierza Twardowskiego (w zbiorach Połączonych Bibliotek WFiS UW, IFiS PAN i PTF w Warszawie). Zachowało się tam 10 listów, obejmujących karty 152–172 zawarte w Tomie 33 korespondencji (sygn. AKT K-02-1-33). Korespondencja ta ukazuje jak rozwijała się współpraca między uczonymi przed przybyciem Smoluchowskiego do Lwowa oraz z ostatnich lat pobytu fizyka w Krakowie. Szczególnie interesujące są pozytywne uwagi Twardowskiego odnośnie metodologicznych koncepcji Smoluchowskiego.

### **Znaczenie niepublikowanych odczytów Smoluchowskiego dla badań z zakresu historii filozofii**

Wspomniano już, że w ciągu ostatniego półwiecza filozofowie doceniali znaczenie odczytów Smoluchowskiego jako ważnego wyrazu jego poglądów metanaukowych i ogólnie – filozoficznych. Należy zaznaczyć, że Smoluchowski uznawany był przez współczesnych za wybitnego wykładowcę i popularyzatora fizyki. Potwierdza to wspomnienie Walerego Goetla (1917, s. 225). W podobnym tonie utrzymane jest również mniej znane wspomnienie innego ucznia – Władysława Żłobickiego, który pisał (1917, s. 16–17):

Jako profesor [Smoluchowski] był zgoła nieprześcigniony. Z wykładów jego wiał osobliwy czar i urok. Prosta, skromna forma – treść nad wyraz obfita i bujna.

oraz dodawał:

Był przy tym pierwszorzędnym talentem literackim, skutkiem czego nadawał swoim rozprawkom popularno-naukowym niezwykle ponętą formę. Jego odczytów słuchali często laicy, nieobeznani z tajnikami wiedzy fizycznej i odczuwali przytym to zadowolenie, jakie odczuwa dziecko na widok drogich kamieni, chociaż nie zna ich prawdziwej wartości.

Większość filozoficznych przemyśleń uczonych z przełomu XIX i XX wieku zawartych zostało w ramach wystąpień o charakterze popularnym. Podobnie było również w obrębie krakowskiej filozofii przyrody – rozważania takie przedstawiano najczęściej przy okazji popularyzacji treści naukowych lub przy okazji rozważań metodologicznych. Prezentowane teksty Smoluchowskiego są więc kolejnym przypadkiem prezentowania refleksji filozoficznej w takich właśnie kontekstach. Polski uczony dodatkowo rozwinął te przemyślenia i pogłębił je w *Poradniku dla samouków* (Smoluchowski, 1917). Warto podkreślić, że chociaż Smoluchowski nie odnosił się w owych odczytach wprost ani do epistemologii, ontologii, czy filozofii nauki, to jego przemyślenia dotyczą bezpośrednio wybranych istotnych zagad-

nień w tych obszarach filozofii. Jest to jedna z charakterystycznych cech tej minimalistycznej „filozofii w nauce”. Drugą jej wyraźną cechą jest silny związek z badaniami z zakresu historii nauki, co jest typowe dla ówczesnej krakowskiej filozofii (por. P. Polak, *Krakowska filozofia przyrody – między XIX a XX wiekiem* [w druku]).

W niniejszym studium poddamy analizie pięć manuskryptów, wybranych ze względu na ich znaczenie dla historii nauki, a w szczególności – dla historii filozofii w Polsce. Większość z nich stanowi unikatowe przedstawienie przemysłów Smoluchowskiego (w tym oczywiście z zakresu filozofii), których nie odnajdziemy tak wyraźnie nakreślonych w innych, publikowanych wcześniej jego pismach.

Jedynym wyjątkiem jest rękopis „Uwagi o pojęciu przypadku w fizyce”, który stanowi świadectwo procesu kształtowania się poglądów polskiego fizyka odnośnie obiektywnej koncepcji przypadku. Jest on bowiem etapem pośrednim pomiędzy ogłoszonym wcześniej drukiem polskim artykułem na ten temat (Smoluchowski, 1916) oraz późniejszym rozwinięciem opublikowanym w języku niemieckim (Smoluchowski, 1918). Rękopis ten pozwala prześledzić nie tylko ewolucję poglądów, ale też zawiera też kilka drobnych, acz ważnych z filozoficznego punktu widzenia uwag, których nie zawierają opublikowane teksty. Z pewnością zadecydowało o tym przeznaczenie tego tekstu, który był zapisem wystąpienia na forum Towarzystwa Filozoficznego w Krakowie, co stanowiło dodatkową pobudkę do rozwinięcia refleksji filozoficz-

nej. Tak więc w rekonstrukcji poglądów filozoficznych Smoluchowskiego tekst ten należy koniecznie uwzględnić, tak jak po raz pierwszy uczynił to W. Krajewski.

Prezentowane tu rękopisy ukazują kształtowanie się u Smoluchowskiego refleksji o charakterze filozoficznym, począwszy od wczesnej pracy seminaryjnej z Uniwersytetu Wiedeńskiego (1893/1894), poprzez prace z pierwszej dekady XX wieku (Kraków i Lwów), a skończywszy na najbardziej dojrzałej refleksji nad pojęciem przypadku i prawdopodobieństwa z ostatnich lat jego życia.

### **Vortrag im Philos[ophischen] Seminar [18]93/94 (Wiedeń, 1893/1894)**

Rękopis spisany został w języku niemieckim i opatrzony tytułem *Vortrag im Philos[ophischen] Seminar 1893/94*. Znajduje się w zbiorach BJ, sygn. 9397 II, obejmuje 16 kart nieprzekraczających formatu 21,5 x 17 cm. Tekst zawiera stosunkowo niewiele skreśleń, choć niekiedy usunięte zostały przez autora większe jego partie.

Manuskrypt prezentujemy w oryginalnej wersji językowej. Jest on zapisem referatu wygłoszonego przez Smoluchowskiego w Wiedniu jeszcze w czasach studenckich. Jak wynika z adnotacji zamieszczonej na dołączonej pierwszej karcie, napisanej zapewne przez autora, wykład wygłoszony został podczas seminarium filozoficznego w roku akademickim 1893/1894. Jest to pierwszy

tekst Smoluchowskiego, co ważne, poruszający wprost zagadnienia filozoficzne. Stanowi więc on unikatowe świadectwo tego, że zainteresowania filozoficzne rodziły się u Smoluchowskiego już u progu jego działalności naukowej, od początku związane one były jednak ściśle z działalnością naukową w obszarze fizyki.

Głównym wątkiem podejmowanym w tym wczesnym odczycie wiedeńskim jest zagadnienie energii. Praca ta – jak wyjaśnił we wstępie autor – jest odpowiedzią na referat filozofia i estetyka, Moritza Carrière’a<sup>1</sup>, wygłoszony w Bawarskiej Akademii Nauk. W swoim wystąpieniu Smoluchowski skrytykował nieuprawnione przeniesienie zasady zachowania energii ze świata zjawisk fizycznych do obszaru „świata duchowego”. Praca ta wskazuje na rodzące się metodologiczne zainteresowania młodego fizyka, które stały się później najważniejszą częścią jego dojrzałych filozoficznych rozważań. Smoluchowski pośrednio poruszył w tym tekście również zagadnienie celowości w przyrodzie, przy czym traktował je raczej pobocznie, mając w myślenie przede wszystkim podkreślenie nadużywania filozoficznego pojęcia celowości przez nauki przyrodnicze (tamże, k. 15–16). Dążenia do jasnego i ścisłego wyznaczenia granic wyjaśnień na-

---

<sup>1</sup>Moritz Carrière (1817–1895) – niemiecki filozof i historyk, wykładowca estetyki na Uniwersytecie w Monachium, ważniejsze dzieła: *Aesthetik* (Leipzig, 1859; trzecia ed., 1885), *Die Kunst im Zusammenhang der Kulturentwicklung und der Ideale der Menschheit* (trzecia ed., 1877–1886), *Die philosophische Weltanschauung der Reformationszeit* (Stuttgart, 1847; druga ed., Leipzig, 1886), *Die sittliche Weltordnung* (Leipzig, 1877; druga ed., 1891).



ukowych były zatem głównym filozoficznym celem prowadzonych tu rozważań.

### O teoriach elektryczności (Kraków, 1901)

Rękopis *O teoriach elektryczności* jest zapisem odczytu, który Marian Smoluchowski wygłosił 22 marca 1901 roku w Krakowie podczas posiedzenia Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika (streszczenie prasowe: R., 1901b). Interesujące jest to, że Smoluchowski (pracujący wówczas we Lwowie) wygłosił wykład w ramach interdyscyplinarnej serii odczytów pt. „Elektryczność i jej zastosowania”, która skierowana była do „warstw inteligentnych Krakowa” (R., 1901a, s. 1). Działo się to w momencie gdy w Krakowie bujnie rozwijała się filozoficzna działalność uczonych w ramach tegoż towarzystwa (zob. Polak, 2011), a nauka wzbudzała bardzo silne zainteresowanie szerokich warstw inteligencji. Wykłady te wywarły znaczące wrażenie na ówczesnym środowisku krakowskim, o czym świadczy relacja na łamach krakowskiego *Czasu* r. 54 (1901) zawarta w wydaniach wieczornych numerów: 53, 59, 72, 75.

Rękopis o wymiarach nieprzekraczających 33,5 x 21 cm (BJ, sygn. 9398 IV) składa się z 26 kart (w tym jednej nienumerowanej) o numerach 1–26. Wysoka wartość manuskryptu wynika z zawartych w nim licznych interesujących uwag filozoficznych. Jest to również ślad pierwszego publicznego wystąpienia Smoluchowskiego w Krakowie i dokumentuje wczesne interakcje z tu-

tejszym ośrodkiem filozofii przyrody. Końcowe partie rękopisu zawierają wyraźne nawiązania do diskutowanych wówczas kwestii filozoficznych, są więc potwierdzeniem tego, że Smoluchowski włączał się już na początku XX wieku do dyskusji w kręgu uczonych tworzących środowisko krakowskiej filozofii przyrody.

Osią przewodnią tekstu jest prezentacja historii i rozwoju teorii fizycznych (na przykładzie m.in. teorii elektromagnetyzmu, teorii elektronów), których analiza stała się impulsem do postawienia pytań o charakterze filozoficznym. Bardziej wnikliwa analiza ujawnia wyraźnie zarysowane problemy filozoficzne, które oscylują wokół interesujących nas zagadnień metodologiczno-epistemologicznych. Rękopis ukazuje również interesującą fazę rozwoju fizyki, gdy nie było oczywiste czy zjawiska elektromagnetyczne mogą być wyjaśnione poprzez modele mechaniki, czy to raczej mechanika zyska w teorii zjawisk elektromagnetycznych swe ugruntowanie. Smoluchowski okazał się tu wnikliwym badaczem i wytrawnym popularyzatorem, który doskonale potrafił przybliżyć istotę najgłębszych problemów teoretycznych, które frapowały ówczesną fizykę. Widać również, że potrafił on dostrzegać w procesie rozwoju teorii elektryczności głębsze problemy, które widoczne stają się dopiero w perspektywie historycznej i są typowe dla rozważań filozofii przyrody prowadzonych w kontekście nauk przyrodniczych. Smoluchowski wykazywał się przy tym dużą ostrożnością, aby nie naruszyć barier metodologicznych. Co interesujące – najważniejsze aspekty metodologiczne jego wystąpienia zostały podkreślone w anonimowym sprawozdaniu prasowym

(R., 1901b), można więc twierdzić, iż wywołały one zainteresowanie w środowisku krakowskim.

### O elektronach (Lwów, 1905)

Rękopis *O elektronach* dokumentuje z kolei odczyt wygłoszony w Towarzystwie Politechnicznym we Lwowie 29 marca 1905 roku. Jest to interesujące świadectwo zainteresowania lwowskiego środowiska inżynierów nowymi rewolucyjnymi teoriami fizycznymi oraz ich szerszym znaczeniem. Ten klimat współpracy i dyskusji interdyscyplinarnych rozpoczął się we Lwowie właśnie w pierwszych latach XX wieku i w pewnym sensie stanowił odpowiednik krakowskich dyskusji interdyscyplinarnych, które rozpoczęły się nieco wcześniej. Główna różnica polegała jednak na tym, że we Lwowie to środowiska inżynierów były inicjatorem owych spotkań, a w Krakowie – środowiska przyrodników. W ten sposób powstała interesująca odmiana refleksji filozoficznej związanej z nauką, która zaowocowała po latach interesującą polemiką filozoficzną wokół teorii względności (więcej na ten temat: Polak, 2012). Referat Smoluchowskiego jest więc świadectwem powstawania lwowskiego „klimatu” dyskusji filozoficznych. Jest też świadectwem tego, że rewolucyjne w swym wydźwięku wyniki fizyki nie wywołały wówczas jeszcze kontrowersji w środowisku lwowskich inżynierów – warto wspomnieć, że to właśnie to gremium będzie piętnaście lat później miejscem długich dyskusji nad rewolucyjnymi zmianami w fizyce wprowa-

dzonymi przez teorię względności Alberta Einsteina. Można jednak dostrzec, że pewne kwestie poruszone wówczas przez Smoluchowskiego odżyły w tej filozoficznej polemice.

Rękopis (BJ, sygn. 9398 IV) składa się z 14 ponumerowanych kart nieprzekraczających wymiarów 33,5 x 21 cm. Smoluchowski nieznacznie zawęził w nim tematykę swoich rozważań – skupiają się one głównie na prezentacji historycznego rozwoju teorii elektronów. Tematykę odczytu sam autor określił już na początku referatu, charakteryzując treść wystąpienia jako

krótki zarys teorii, która najściślej związana jest z owymi nowymi zdobyczami i rewolucyjnymi poglądami w nauce, tj. teorii elektronów (k. 1).

Podobnie jak w poprzednim rękopisie, analiza historyczna stała się impulsem do postawienia pytań posiadających spory ładunek filozoficzny – tym razem oscylują one zasadniczo wokół kwestii rozwoju fizyki oraz ewolucji naukowego obrazu świata, w których wyraźnie widoczna jest problematyka z zakresu teorii poznania.

Odczyt ukazuje nie tylko zainteresowania Smoluchowskiego historią rozwoju teorii elektronów – jest on również świadectwem, że potrafił on wykorzystać to historyczne tło zarówno do zaprezentowania nowych wyników fizycznych, jak i filozoficznych przemyśleń. Analiza treści rękopisów ujawnia jeszcze jeden ważny aspekt, który chociaż nie został przez autora *explicite* wskazany, to stanowi istotny wątek również w wielu późniejszych rozwa-

zaniach Smoluchowskiego – chodzi mianowicie o podkreślenie roli historii nauki (fizyki) w zrozumieniu kształtowania się metody badań zjawisk świata przyrody. O tym, jak ważną filozoficznie rolę dla Smoluchowskiego pełniły kwestie związane z historią nauki, wspominał już Władysław Krajewski w swojej monografii poświęconej polskiemu uczonemu (Krajewski, 1956, s. 177).

### **O metodach fizyki doświadczalnej (Kraków, 1913)**

Rękopis *O metodach fizyki doświadczalnej* jest zapisem wykładu inauguracyjnego wygłoszonego na Uniwersytecie Jagiellońskim w maju 1913 roku. Pretekstem do powstania owego wystąpienia stało się objęcie przez Smoluchowskiego Katedry Fizyki doświadczalnej po śmierci jej dotychczasowego kierownika Augusta Witkowskiego.

Rękopis o wymiarach nieprzekraczających 33,5 x 21 cm (BJ, sygn. 9398 IV) składa się z 11 ponumerowanych kart o numerach 129–141. Jest to jeden z najważniejszych rękopisów ze względu na zawarte w nim uwagi z zakresu metodologii i filozofii nauki.

Smoluchowski podjął w swym odczycie wybrane zagadnienia z zakresu filozofii nauki, a całość rozważań skoncentrował wokół interesującej kwestii podziału na fizykę doświadczalną i fizykę teoretyczną. We wstępie tekstu podkreślił znaczenie rozważań metodologicznych dla fizyków, choć trzeba przyznać, że rękopis ujawnia zmagania uczonego z odpowiednim wyrażeniem tej idei.

Na uwagę nawet dziś zasługują interesujące rozważania Smoluchowskiego na temat eksperymentów i doświadczeń w fizyce. Wyraźnie docenił on znaczenie praktyki laboratoryjnej dla kształtowania prawidłowej intuicji fizycznej – innymi słowy, uważał on że nie jest możliwe rzetelne uprawianie fizyki teoretycznej bez odpowiedniej praktyki laboratoryjnej. Podkreślał on również, że podział na fizykę doświadczalną i teoretyczną ma charakter konwencjonalny i wiąże się z pewnymi kwestiami dydaktycznymi, organizacyjnymi oraz z pewną tradycją ukształtowaną w ramach nauki niemieckiej. Smoluchowski posiadając szerszy ogląd fizyki postulował, że dla zapewnienia odpowiedniego rozwoju tej dziedziny należy dbać o łączenie obu tych sfer aktywności fizyka, co zresztą sam doskonale wykonywał w swej działalności naukowej. Z rozważań Smoluchowskiego wyraźnie widać, że był on świadom roli teorii w doświadczeniach naukowych, wskazywał, że tradycyjna koncepcja metody naukowej jako indukcji z faktów szczegółowych nie pasuje do rozwiniętej fizyki (przypuszczał, że pasuje do zoologii, botaniki, geologii itp.), a można ją zauważyć jedynie w początkowych stadiach nowych obszarów fizyki. Wskazywał natomiast, że doświadczenie jest badaniem dedukcyjnych wniosków z teorii. Na podstawie swej praktyki wskazywał również, że tworzenie matematycznych teorii nie jest czynnością mechaniczną, ale wymaga „pomysłowości” oraz „pewnego taktu badacza” (k. 6) – angażuje więc twórczy podmiot, jakim jest uczony, co prowadzi do do wartościowania spekulacji teoretycznych. Smoluchowski wskazuje przy okazji na problem prostoty praw fizyki oraz związany

z nim problem prostoty przyrody(?) – niestety tego ostatniego zagadnienia Smoluchowski już nie rozwinął. Twierdzi on, że „jest to niewątpliwie jedno z najgłębszych i najtrudniejszych zagadnień całej filozofii przyrody” (k. 6).

Wykład ten nawiązuje do niektórych wątków z filozofii nauki i metodologii, rozwiniętych przez Smoluchowskiego we „Wstępie ogólnym” *Poradnika dla samouków*, niniejszy tekst ukazuje nie tylko dojrzewanie refleksji metodologicznej wybitnego fizyka, ale zawiera również wiele aspektów, które nie znalazły się ostatecznie we wspomnianym podręczniku. Jest to zatem jeden z ważniejszych tekstów ukazujących Smoluchowskiego jako filozofa fizyki. Zawiera również historycznie cenne uwagi na temat aparatury naukowej w okresie burzliwych przemian w fizyce przełomu XIX i XX wieku.

### **Uwagi o roli przypadku we fizyce (Kraków, 1917)**

Rękopis Mariana Smoluchowskiego zatytułowany *Uwagi o roli przypadku we fizyce. Odczyt w Tow[arzystwie] Filoz[oficznym] w Krak[owie] dnia 1 III 1917* jest zbiorem notatek z odczytu, który stanowi świadectwo bezpośredniego zaangażowania Smoluchowskiego w prace środowiska zajmującego się uprawianiem filozofii w nauce.

Rękopis o wymiarach nieprzekraczających 33,5 x 21 cm (BJ, sygn. 9398 IV) składa się z 14 ponumerowanych kart o numerach 148–161 (strona tytułowa z adnotacją Zofii

Smoluchowskiej nie jest numerowana; na odwrocie drugiej karty dopisany został natomiast przypis do tekstu). Zamieszczona na stronie tytułowej notatka autorstwa żony uczonego, zawiera informację o publikacji tekstu w czasopiśmie *Naturwissenschaften*. Wiadomość ta wydaje się jednak błędna – prawdopodobnie chodziło o artykuł *Über den Begriff des Zufalls und den Ursprung der Wahrscheinlichkeitsgesetze in der Physik*, który rzeczywiście został w tym piśmie zamieszczony w 1918 roku. Natomiast manuskrypt z odczytu z 1917 roku w formie, jaka znajduje się w Bibliotece Jagiellońskiej, nie został opublikowany.

Manuskrypt chronologicznie sytuuje się pomiędzy dwoma wspomnianymi artykułami Smoluchowskiego na temat przypadku i prawdopodobieństwa (Smoluchowski, 1916; 1918). Główna część wykładu Smoluchowskiego bliska jest wzorca, który autor przyjął w pierwszym artykule: najpierw przedstawione zostały koncepcje przypadku dominujące za czasów Smoluchowskiego oraz skrytykowane zostały ich wady, a następnie omówiona została propozycja autora. Odczyt zawiera jednak minimalną liczbę wzorów oraz obliczeń. Co ważne, wstępna część wyraźnie nawiązuje do filozoficznych rozważań wokół pojęcia przypadku, czego nie znajdziemy w opublikowanych artykułach. Nawiązania te są interesujące i ukazują, że Smoluchowski był świadom tego, iż rozważania wokół obiektywistycznej koncepcji przypadku w naukach wiążą się z wieloma ważnymi kwestiami filozoficznymi (np. zagadnienie determinizmu).

Wyjątkowe dla ujęcia prezentowanego w manuskrypcie jest m.in. to, że wspomniana została w nim koncepcja zobiektywizacji



wanego pojęcia przypadku Johannesesa von Kriesa – jest to jedyne znane odwołanie Smoluchowskiego do poglądów tego filozofa. Co prawda polski uczoney nie rozwinął szerzej rozważań wokół koncepcji Kriesa, jednak rękopis świadczy o wpływie tego niemieckiego filozofa. Potwierdzają to również notatki Smoluchowskiego na marginesach książki Kriesa pt. *Die Prinzipien der Wahrscheinlichkeitsrechnung. Eine logische Untersuchung*, Freiburg 1886. Egzemplarz książki, którego właścicielem był Smoluchowski, znajduje się w czytelni Instytutu Fizyki UJ (sygn. czyt. 757), będącej oddziałem Biblioteki Jagiellońskiej.

Istotną cechą rękopisu jest dobry, komunikatywny styl, typowy dla wykładów Smoluchowskiego, co sprawia, że tekst jest przystępniejszy w odbiorze w stosunku do opublikowanych artykułów. Znajdziemy tu również kilka uwag, świadczących o tym, że Smoluchowski był świadom występujących niekiedy problemów wzajemnych dyskusji fizyków i filozofów: „matematyk, fizyk, filozof, każdy szuka czegoś innego w problemie prawdopodobieństwa tak że oni między sobą się nie rozumieją” (k. 3 (151)), stąd zapewne nie nazywał swoich przemyśleń filozoficznymi, bo choć miały fundamentalny charakter, to bliżej im było do problemów fizyki. Przyglądając się jego wypowiedziom widać dość wyraźnie, że bliska mu była (choć nie z nazwy!) koncepcja uprawiania „filozofii w nauce”.

Analiza wspomnianego rękopisu pokazuje dojrzałą formę refleksji uczonego. Wskazuje też, że filozoficzna myśl Mariana Smoluchowskiego kielkowała już na początku jego drogi naukowej i dojrzewiała wraz z jej rozwojem, koncentrując się jednak

zawsze na tematyce ściśle związanej z nauką. W porównaniu do poprzednich tekstów, manuskrypt ten najwyraźniej ukazuje oryginalny styl filozofowania Smoluchowskiego, oparty na wynikach własnych badań naukowych i własnych przemyśleniach filozoficznych oraz na odniesieniach do innych filozofujących uczonych (np. Henri Poincaré).

### **Uwagi redakcyjne do niniejszej edycji rękopisów**

Rękopisy publikowane w niniejszym zbiorze zostały przepisane i opracowane przez Małgorzatę Dziekan oraz Pawła Polaka. Znaczącą trudność w opracowaniu tekstów stanowiły: nieczytelny charakter pisma Smoluchowskiego oraz spora liczba skreśleń i poprawek, obejmujących niejednokrotnie większe fragmenty tekstu. Można z dużą dozą pewności przypuszczać, że teksty te stanowiły robocze notatki do odczytów. Język i styl wypowiedzi jest typowy dla ówczesnych odczytów naukowych lub popularnonaukowych. Wyraźna jest dbałość Smoluchowskiego o precyzję i celność wypowiedzi oraz o dopracowanie językowej strony tekstów.

Zamieszczone w niniejszym tomie ZFN teksty niepublikowanych wcześniej manuskryptów wymagały wielu decyzji i zabiegów redakcyjnych związanych z charakterem zachowanych materiałów. Nawet pobieżne przejrzanie rękopisów pozwala bowiem zauważyć dużą liczbę skreśleń i dopisków między liniami tekstu, co w dużym stopniu utrudniało przygotowanie materiałów

do druku. W tekstach oznaczono miejsce skreślenia, a te słowa, które udało się odczytać ze skreśleń, zawarte zostały w przypisach. Wszelkie dopiski, rozwinięcia skrótów i wyjaśnienia redakcyjne ujęte zostały w nawiasy prostokątne. Podobnie oznaczono również w tekście foliację, np. [k. 11] oznacza początek tekstu z karty numer 11, natomiast [k. 11v] – początek tekstu na odwrocie karty 11. Wyrazy, których odczytanie jest niepewne, oznaczono znakiem zapytania „(?)”. Wyrazy dopisane nad linią jako alternatywa dla pierwotnie użytych określeń, które nie miały pełnić funkcji uzupełnienia tekstu wstawiono w nawiasach klamrowych.

Zgodnie z tradycją publikacji z kręgu Ośrodka Badań Interdyscyplinarnych i Centrum Kopernika Badań Interdyscyplinarnych zachowano oryginalną pisownię i ortografię. W trakcie przepisywania pojawiły się również trudności związane z interpunkcją – tekst przygotowywany był jako odczyt, zatem autor nie dokonał poprawek redakcyjnych, ponadto dawna interpunkcja różni się niekiedy od obecnie stosowanej. Znaki interpunkcyjne pozostawione zostały w związku z tym tak, jak w oryginale. Wszystkie podkreślenia autora zastąpiono wytłuszczonym drukiem, dokonano ponadto wyróżnienia kursywą słów łacińskich. Zapis liczb unowocześniono zgodnie z aktualnie obowiązującymi konwencjami. Ilustracje przeniesiono z oryginału. Niestety nie wszystkie wzory, liczby i jednostki miar udało się odczytać.

W tekście *Uwagi o pojęciu przypadku we fizyce* znajduje się oryginalny rysunek naszkicowany przez Smoluchowskiego, który został zaczerpnięty z manuskryptu. Oddzielną kwestię stanowią obcojęzyczne fragmenty tekstu, cytowane przez pol-

skiego uczonego, pochodzące z pism niemieckich autorów (Timmerding, Czuber). Zdania te, w przekładzie Joanny Mysony-Byrskiej, zostały zamieszczone w odpowiednich przypisach (rękopis *Uwagi o pojęciu przypadku we fizyce*).

Korzystając z okazji chcielibyśmy złożyć podziękowania Dyrekcji i pracownikom Biblioteki Jagiellońskiej w Krakowie, którzy wyrazili zgodę na nieodpłatną publikację rękopisów Smoluchowskiego i pomogli nam w przygotowaniu wspomnianych materiałów do publikacji.

\* \* \*

Na zakończenie chcemy jeszcze raz zaznaczyć, że niniejsze wydanie przybliży czytelnikom zaledwie niewielki ułamek cennej spuścizny słynnego uczonego. Wypada wyrazić nadzieję, że jest to pierwsza, a nie zaś ostatnia publikacja tego typu. Warto mieć bowiem na uwadze słowa wygłoszone dokładnie sto lat temu przez prezesa krakowskiego oddziału Polskiego Towarzystwa Przyrodników im Kopernika – Józefa Morozewicza (1917, s. 195):

Imię **Smoluchowskiego** w rocznikach naszych będzie zapisane złotymi głoskami, a pamięć o nim trwać będzie w najdalsze pokolenia przyrodników polskich, dopóki w tym narodzie nie wygaśnie kult dla najwyższych objawów ducha ludzkiego...

## Bibliografia

- Dąbska, I., 1979. O poglądach metanaukowych Władysława Natanson'a i Mariana Smoluchowskiego. *Zagadnienia Naukoznawstwa*, 57, s. 3–11.
- Einstein, A., 1987. *The collected papers of Albert Einstein: The Swiss Years: Correspondence, 1902–1914*. Princeton, N.J.: Princeton University Press.
- Goetel, W., 1917. Ze wspomnień osobistych o Maryanie Smoluchowskim. *Kosmos*, 42(5–12), s. 218–230.
- Grzybowska, J.O., 1977. *Inwentarz rękopisów Biblioteki Jagiellońskiej?: nr 9001-10000. Cz. I, nr 9001-9500*. [online] Warszawa – Kraków: Państwowe Wydawnictwo Naukowe. Dostępne na: <<http://jbc.bj.uj.edu.pl/dlibra/docmetadata?id=285443>>.
- Hubicki, W., 1967. Armin Teske 1910–1967. *Kwartalnik Historii Nauki i Techniki*, 12(4), s. 801–808.
- Krajewski, W., 1956. *Światopogląd Mariana Smoluchowskiego*. Warszawa: Państwowe Wydaw. Naukowe.
- Morożewicz, J., 1917. Maryan Smoluchowski: Przemówienie przewodniczącego, p. I. Morożewicza. *Kosmos*, 42(5–12), s. 193–195.
- Natanson, W., 1924. Przedmowa. W: *Pisma Mariana Smoluchowskiego, t. 1*. [online] Kraków, s. VIII–XV. Dostępne na: <<https://eudml.org/doc/215772>> [ostatni dostęp 13.02.2017].
- Natanson, W., 1928. Od Redakcji. W: *Pisma Mariana Smoluchowskiego, t. 3*. [online] Kraków, s. VII–VIII. Dostępne na: <<https://eudml.org/doc/215837>> [ostatni dostęp 13.02.2017].
- Natanson, W., Stock, J., 1924. Od Redakcji. W: *Pisma Mariana Smoluchowskiego, t. 1*. [online] Kraków, s. VII. Dostępne na: <<https://eudml.org/doc/215771>> [ostatni dostęp 13.02.2017].
- Polak, P., 2011. U źródeł krakowskiej filozofii przyrody. *Studia z Filozofii Polskiej*, 6, s. 135–153.
- Polak, P., 2012. „Byłem Pana przeciwnikiem [Profesorze Einstein]...”: *Relatywistyczna rewolucja naukowa z perspektywy środowiska naukowo-filozoficznego przedwojennego Lwowa*. Kraków: Copernicus Center Press.

- R., Z., 1901a. Elektryczność i jej zastosowania. Odczyty urządzone przez Tow. Przyrodników imienia Kopernika. I-II. *Czas*, 54 (6 III) [2], s. 1–2.
- R., Z., 1901b. Elektryczność i jej zastosowania. Odczyty urządzone przez Tow. Przyrodników imienia Kopernika. X-XII. *Czas*, 75 (1 IV) [2], s. 1–2.
- Rovenchak, A., 2012. Lviv period for Smoluchowski: Science, teaching, and beyond. *Condensed Matter Physics*, 15(4), s. 1–15.
- Smoluchowski, M., 1916. Uwagi o pojęciu przypadku w zjawiskach fizycznych. W: *Księga Pamiątkowa ku czci Bolesława Orzechowicza*. Lwów: nakładem Towarzystwa dla Popierania Nauki Polskiej, s. 445–458.
- Smoluchowski, M., 1917. *Poradnik dla Samouków. T. 2. Fizyka*. Warszawa: A. Heflich i St. Michalski.
- Smoluchowski, M., 1918. Über den Begriff des Zufalls und den Ursprung der Wahrscheinlichkeitsgesetze in der Physik. *Die Naturwissenschaften*, 17, s. 253–263.
- Smoluchowski, M., 1956. *Wybór pism filozoficznych*. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
- Sokołowski, S., 1917. Przemówienie przewodniczącego, p. St. Sokołowskiego. *Kosmos*, 42(5–12), s. 230–233.
- Teske, A., 1955. *Marian Smoluchowski: życie i twórczość*. Kraków: Państwowe Wydaw. Naukowe.
- Wyka, E., 2003. Marian Smoluchowski we wspomnieniach bliskich i przyjaciół. *Zwoje*, [online] 2(35). Dostępne na: <<http://www.zwoje-scrolls.com/zwoje35/text18p>>.
- Żłobicki, W., 1917. Ś.p. Marjan Smoluchowski (Wspomnienie pośmiertne). *Szkola Polska. Dwutygodnik Pedagogiczny*, 2(29), s. 15–17.

1  
2

Die Schrift, über welche ich heute zu referiren habe, ist betitelt: Des Verhältnisses der Energie  
in der organischen geistigen und organischen Welt; es ist dies eine Rede, welche der bekannte  
Philosoph und Aesthetiker L. Carrière in der k. k. Akademie der Wissensch. vorgetragen  
hat. ~~Die~~ ~~betitelt~~ ~~für~~ ~~den~~ ~~Referat~~ ~~und~~ ~~die~~ ~~Ein~~ ~~Referat~~ ~~Traktats~~ ~~angebe~~ ~~oder~~  
eine Kritik derselben bietet eigenthümliche Schwierigkeiten, welche eben darin  
bestehen, dass diese Schrift nicht als Abhandlung sondern als Rede verfasst  
ist; es solcher fehlt ihr die Übersichtlichkeit, die <sup>strenge</sup> logische Gliederung; es ist  
mehr eine - allerdings sehr interessante - geschwehene - <sup>knackig</sup> ~~einander~~ - ~~Rechnung~~ von  
Bedenken, welche einzeln nur in losem Zusammenhang mit dem Thema stehen;  
so denn wir ~~haben~~ ~~keine~~ ~~bestimmte~~ ~~Bestimmungen~~ ~~der~~ ~~Philosophie~~ ~~und~~ ~~der~~ ~~Chemie~~, über ~~deren~~ ~~Verhältnis~~,  
so gibt es fast kein Gebiet der Philosophie, welches der Verfasser nicht irgendwie  
berühren würde. Die Rede mag dieser Gedankenverlauf zum Schmutz gereichen,  
aber für die meisten Theile bildet er eine <sup>große</sup> Schwierigkeit. Alle diese Punkte  
einzugehen, dem Verfasser auf allen Degressionen zu folgen, ~~ist~~ würde mit  
über den Rahmen eines <sup>guten</sup> ~~kurzen~~ Vortrages hin ausgehen; ich will mich daher  
beschränken, den Kern der Aussagen, das <sup>wesentliche</sup> ~~Logische~~ ~~Gerüst~~ desselben aufzufassen, ~~und~~  
und dann dessen ~~Bestimmtheit~~ ~~an~~ ~~untersuchen~~, wobei ich allerdings, darauf  
verrichten muss, den Gegenstand ~~in~~ ~~strenge~~ ~~in~~ ~~derselben~~ ~~Reihenfolge~~ zu behandeln,  
wie es in der Schrift geschieht.

Permission granted by the Jagiellonian Library, Kraków (opublikowano  
za zgodą właściciela – Biblioteki Jagiellońskiej)

# Vortrag im Philosophischen Seminar 1893/1894, Universität Wien, Wien (1893/1894)

Marian Smoluchowski (oprac. M. Dziekan)

## Vortrag im Philos[ophischen] Seminar [18]93/[18]94

[1]<sup>1</sup> Die Schrift, über welche ich heute zu referieren habe, ist betitelt: „Das Wachsthum der Energie in der[---]<sup>2</sup> geistigen und organischen Welt“; es ist das eine Rede, welche der bekannte **Philosoph und Ästhetiker M. Carriere** in der bayerischen Akademie der Wissenschaft vorgetragen hat.[---]<sup>3</sup> Eine [---]<sup>4</sup> Inhaltsangabe oder eine Kritik derselben bietet eigenthümliche Schwierigkeiten, welche eben theilweise darin begründet sind, dass diese Schrift

---

<sup>1</sup> Na dodanej karcie tytułowej (nienumerowanej) dopisany tytuł : Odczyt filozof[iczny] Wiedeń [18]93/94.Na odwrocie karty tytułowej lista nazwisk (prawdopodobnie uczniów/studentów Smoluchowskiego) oraz luźne notatki Smoluchowskiego. W tekście oznaczono numery części tekstu według notacji Smoluchowskiego. Numery te pojawiają się na początkach kolejnych kart rękopisu. Część 16 znajduje się na odwrocie karty nr 1, a część 17 na odwrocie karty nr 2.

<sup>2</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>3</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>4</sup> Skreślenie nieczytelne.



nicht als Abhandlung sondern als Rede verfasst ist; als solcher fehlt ihr die Übersichtlichkeit, die streng logische Gliederung; es ist mehr als eine – allerdings sehr [---]<sup>5</sup> fesselnd geschriebene – Aneinander-Reihung von Gedanken, welche zuweilen nur in losen Zusammenhänge mit dem Thema stehen; da lesen wir [---]<sup>6</sup> Ausführungen über Materialismus, über physiologische Chemie, Spiritismus, über Socialform, ja es gibt fast kein Gebiet der Philosophie, welche der Verfasser irgendwie berühren würde. Die Rede mag dieser Gedankenreichthum zum Schmucke gereichen, aber für die nüchterne Kritik bildet er eine große Schwierigkeit. Auf alle diese Punkte einzugehen, dem Verfasser auf allen Digressionen zu folgen, [---]<sup>7</sup> würde weit über den Rahmen eines solchen kurzen<sup>8</sup> Vortrages hinausgehen; ich will mich daher bemühen, den Kern des Ganzen herauszuschälen; das logische Gerüst desselben aufzubauen, [---]<sup>9</sup> und dann dessen Festigkeit zu untersuchen, wobei ich allerdings darauf verzichten muss, den Gegenstand [---]<sup>10</sup> in streng dessen Reihenfolge zu behandeln, wie es in der Schrift geschieht.

[2-3] Wie schon der Titel [---]<sup>11</sup> anzusetzen scheint, und wie eine Übersicht der ersten Seiten bestätigt, macht der Verfasser den Versuch, den Begriff der Energie, welcher in der Naturwis-

<sup>5</sup> Skreślenie: „interessant”.

<sup>6</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>7</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>8</sup> Wyraz „solchen” wpisany ponad wyrazem „kurzen”.

<sup>9</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>10</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>11</sup> Skreślenie nieczytelne.

senschaft, speziell der Physik und Chemie sich von einer solchen Fruchtbarkeit erwiesen hat, einen so ungeahnten Überblick über die Erscheinungen der materiellen Natur geboten hat, auch auf [---]<sup>12</sup> die [---]<sup>13</sup> Phänomene der geistigen Welt zu übertragen. Dies ist gewiss eine ebensoviel Erfolg versprechende als auch originelle Idee und noch den Darlegungen des Verfassers scheint es auch, als ob dieser Begriff auf [---]<sup>14</sup> jenem Gebiete dieselbe Bedeutung hätte, wie auf dem der physikalischen Welt; dass aber dabei doch manche Schwierigkeiten bestehen, werde ich später hervorheben.

Wenn ich den Stoff in den Rahmen einer Disposition zwingen wollte, musste ich ihn in zwei Theile [---]<sup>15</sup> scheiden; der erste behandelt die Beantwortung der sich naturgemäß ergebenden Frage: **Was entspricht der Energie und speziell dem Gesetze der Erhaltung der E[nergie] in der physikalischen Welt – auf dem Gebiet der geistigen Erscheinungen?** Der Verfasser kommt zu dem eigenthümlichen [---]<sup>16</sup> Satze: auf geistigem Gebiet gilt das Gesetz des Wachstums der Energie. Diesen Theil will ich zuerst untersuchen und will dann zur Besprechung des zweiten Theiles übergehen, welcher die Beantwortung der Frage bildet: **Wie erklärt sich das Wachstum der E[nergie] in der geistigen Welt?**

[3-4] Der Verfasser beginnt damit, das Gesetz der Erhaltung der Energie auseinanderzusetzen. Er meint, dass dieses

---

<sup>12</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>13</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>14</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>15</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>16</sup> Skreślenie nieczytelne.

Gesetz nicht [---]<sup>17</sup> als Erfahrungssatz(?) zu gelten habe, da es sich als **Forderung der Vernunft** ergebe, dass [---]<sup>18</sup> aus **nichts nichts**(?) werden könne, und **Seiendes** nicht vernichtet werden könne, dass also auch die Summe der **Kraft** in der Natur ebenso wie die Materie - welche der Verf. ebenfalls nur als Erscheinungsform der **Kraft** auffasst – unzerstörbar sein müsse. Bekanntlich hat zuerst Robert Mayer im Jahre 1842 das Gesetz der Erhaltung der Kraft ausgesprochen, gleichzeitig arbeitete Helmholtz daran, die Beziehungsweise der verschiedenen Kräfte mathematisch nachzuweisen. Joule [---]<sup>19</sup> bewies durch seine experimentellen Untersuchungen, dass - in welcher Weise man auch mechanische Arbeit in Wärme umsetzen möge – immer eine gleiche [---]<sup>20</sup> Arbeitsgröße eine gleiche Wärmemenge erzeuge und, bestimmte das constante Verhältnis beider, das mechanische Wärmeäquivalent zu 425 ergs. In ähnlicher Weise wurde das besagte Gesetz auf die Erscheinungen der Elektrizität und des Magnetismus, sowie die chemischen Energien ausgedehnt [---]<sup>21</sup>.

Die neue Weltanschauung, welche durch die Erkenntnis dieses obersten Principis der physikalischen Welt begründet wurde, kennzeichnen die vom Verfasser citirten Worte von Helmholtz: „Das Weltall erscheint ausgestattet mit einem Vorrath von Energie, der durch allen bunten Wechsel der Naturprozesse nicht vermehrt

<sup>17</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>18</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>19</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>20</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>21</sup> Skreślenie nieczytelne.

aber auch nicht vermindert werden kann; der da fortbesteht in stets [4-5] wechselnder Erscheinungsweise, wie die Materie von Ewigkeit zu Ewigkeit in unveränderlicher Größe, wirkend im Raum, aber nicht theilbar wie die Materie und der Raum. Alle Veränderung in der Welt besteht nur in einem Wechsel der Erscheinungsform dieses Vorraths an Energie. Hier erscheint ein Theil derselben als lebendige Kraft bewegter Massen, dort als unregelmässige Oscillation in Licht und Schall, dann wieder als Wärme, das heißt unregelmässige Bewegung der unsichtbaren kleinen Körpertheilchen; bald erscheint die Energie in Form der Schwere zweier gegen einander gravitierenden Massen, bald als innere Spannung und Druck elastischer Körper, bald als chemische Anziehung, elektrische Ladung oder magnetische Vertheilung. Schwindet sie in einer Form, so erscheint sie sicher in einer anderen; und wo sie in neuer Form erscheint, sind wir auch sicher, dass eine ihrer anderen Erscheinungsweise verbraucht ist.“ Der Verfasser geht dann noch einen Schritt weiter, er sagt: Nicht eine gleiche Summe von Materie und Bewegung ist vorhanden, sondern die gleiche Fülle auf einander ursprünglich bezogener Kräfte, die in ihrem Wechselspiel die Welt bilden. Die Anschauungsweise erklärt sich im Hinblick auf seine – bereits erwähnte – Ansicht von der Constitution der Materie als einer Erscheinungsform der Kraft.

[5-6] Dies möge genügen, um die Stellung, welche der Verfasser gegenüber dem Gesetz der Erhaltung der Energie in der physischen Welt einnimmt, zu charakterisieren. Folgen wir ihm nun in der Betrachtung der entsprechenden Erscheinungen der geistigen Welt! Ich will seine eigenen Worte citieren: „Blicken

wir nun wieder auf unser Inneres, [---]<sup>22</sup> zurück, so erleben wir da thatsächlich eine Steigerung der Energie, ein Wachsthum der Kraft und neue, höhere Leistungen; dem Kreislauf der Natur stellt sich der Fortschritt der Geschichte gegenüber. Allmählich lernt das Kind, indem es sein Spielzeug betastet und betrachtet, seine Glieder bewegen, seine Gesichtsempfindungen im Raume vorstellen, nach Gesichtseindrücken seine Bewegungen vollziehen. Es lernt sprechen, indem es die Ergebnisse der Arbeit von Jahrhunderten in der Muttersprache sich aneignet, Anschauungen und Begriffe bildet und verknüpft, und seine geistige Kraft, so schwach sie anfangs war, dringt nun selbstständig vor im Forschen und Denken und versteht oder löst Probleme, die früheren Zeiten noch unfassbar waren. So im Einzelnen wie in der Menschlichkeit. Der größere Reichthum an Gedanken, die feinere Ausbildung der Gefühle, die fortschreitende Bewältigung der Natur durch Intelligenz und Willen, unsere ganze Cultur, Bildung und Gesittung über immer mehr Millionen von Menschen verbreitet, im Unterschied von den Zuständen der Hilfslosigkeit oder Wildheit, zeigt uns ein Wachsthum des inneren Lebens, eine Steigerung der Kraft im inneren Leben; in der Natur gilt die Erhaltung der Energie, im Geiste aber die Steigerung und das Wachsthum der **E[nergie]**, und dies ist ein Unterschied des Geistes von der Natur.“

[6-7] An einer anderen Stelle erwähnt er die Auffindung des Lehrsatzes vom rechtwinkligen Dreiecke durch Pythagoras; das war damals eine Großthat(?) des menschlichen Geistes,

<sup>22</sup> Skreślenie nieczytelne.

heute wird der Satz in der Schule von Knaben gelernt; es ist eine Grundlage der Mathematik geworden, auf welcher sich Stereometrie, Trigonometrie u.s.w. aufgebaut haben. Was für ein Fortschritt von damals bis auf Laplace und Gauss! „Und so zeigt sich in der Cultur, in Kunst und Wissenschaft, in Recht und Sitte die Steigerung der Energie intensiv wie extensiv; es ist so viel mehr Bildung, viel mehr Wissen, viel mehr Geistesarbeit heute vorhanden als vor drei oder zweitausend Jahren.“

Diese Ausführungen reichen wohl hin, um den Standpunkt des Verfassers zu kennzeichnen; wir [---]<sup>23</sup> begreifen, was er mit dem Satze sagen will: im Geiste gilt das Gesetz der Steigerung und das Wachstum der Energie.

Wir wollen nun diese Überlegungen, welche ich als den ersten Haupttheil bezeichnet habe, in Bezug auf ihre Stichhaltigkeit näher untersuchen.

Ich glaube, es muss nun einem jeden, der an physikalische Anschauungs- und Denkweise gewöhnt ist, auffallen, dass jener Erscheinung, welche der Verfasser als geistige Energie bezeichnet, dem in der Physik üblichen Begriffe gar nicht entspricht.

[bez numeru]<sup>24</sup> Der Verfasser gibt zwar keine genaue Definition desjenigen, was er unter E[nergie] versteht, in der ganzen Schrift wird diese Frage gar nicht berührt, und ich glaube, dass er diesen Ausdruck auch nicht immer ganz consequent

---

<sup>23</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>24</sup> Niniejszy akapit został zanotowany na odwrocie karty nr 6 i nie został opatrzony numeracją. Lokalizację tego fragmentu ustalono na podstawie zgodności z kontekstem wypowiedzi.

gebraucht, aber wir können doch ungefähr klar machen, was er [---]<sup>25</sup> damit bezeichnet.

[7-8] Der Verfasser setzt die wachsende **Culturentwicklung** der Menschheit ins Parallele mit einem Wachstume der Energie also den Culturzustand des einzelnen oder der Menschheit mit Energie. Mir scheint es nicht passend diese mit dem physikalischen Begriffe Energie zu bezeichnen. Ich würde jenen Vorgang, jenes Fortschreiten in Wissenschaft, Kunst u.s.w. eher mit anderen mechanischen [---]<sup>26</sup> Erscheinungen zusammenstellen zB. mit der gleichförmig fortschreitenden Bewegung eines Punktes; seine Bewegungsenergie bleibt immer dieselbe, aber trotzdem schreitet er [---]<sup>27</sup> immer weiter fort bis Unendliche. Ein anderes Bild wäre das einer Perle von Kugeln, welche nebeneinander aufgehängt sind; wird die letzte in Bewegung gesetzt, so empfängt jede in einem späterem Momente einen Stoss, die Bewegung setzt sich immer weiter fort und doch bleibt die Energie constant. Was soll dann aber dem Begriffe Energie auf geistigem Gebiete entsprechen? Ich glaube, wenn man ihn genau übertragen will, müsste man auch von der physischen Seite ausgehen; es müsste sich eine physiologische Untersuchung mit einer psychpogischen vereinigen. Es ist ja unbestrittene Tatsache, dass eine geistige Arbeit eine entsprechende Menge von Nahrungsstoffen erfordert, welche eine gewisse mechanische Energiemenge repräsentiert, je größer die Denkarbeit je größer

<sup>25</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>26</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>27</sup> Skreślenie nieczytelne.

die Gefühlthätigkeit, desto größer wird diese physische Energie sein müssen. Sache des **Psychologen** wäre es die **erstere** [---]<sup>28</sup>, Sache des **Physiologen**, die **letztere** zu untersuchen.

Auf den ersten Blick erscheint dies als eine grob materialistische Anschauungsweise, doch mit Unrecht. Man braucht daher nicht im Geringsten materialistischen Wahnideen zu huldigen, als ob die [---]<sup>29</sup> Gedanken, Gefühle u.s.w. nur Erscheinungen der Materie seien; zur Begründung dieser Betrachtungsweise [brak numeru]<sup>30</sup> genügt die Grundthatsache der **gegenseitigen, Relation der Wechselwirkung** der geistigen und der **physikalischen Welt**, welche von vornherein erwarten lässt, dass auch die Begriffe der Energie sich beziehen.

Wenn aber eine solche Untersuchung zu keinem Resultat führen würde, so würde dies meiner Ansicht nach nur zeigen, dass es eben auf geistigem Gebiete kein strenges **Analogon** der physikalischen Energie **gibt** [---]<sup>31</sup>.

Jedenfalls würde ich schon eher die **Willensanstrengung**, die **Denkarbeit**, welche jemand leistet, als Gegenstück? der mechanischen Arbeit, der Energie auffassen, **nicht** aber die Energie mit dem **Erfolge** des Denkens, mit dem **Culturzustande** identifizieren [---]<sup>32</sup>.

---

<sup>28</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>29</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>30</sup> Tekst zanotowany na odwrocie karty, wstawiony na podstawie zgodności z kontekstem. wypowiedzi.

<sup>31</sup> Skreślenie nieczytelne obejmujące dwie linie tekstu.

<sup>32</sup> Skreślenie obejmujące dłuższy fragment tekstu (5 linii).



[8-9] Das früher erwähnte Beispiel möge die Verschiedenheit dieser Anschauungsweise erklären. Carriere sagt: Pythagoras bedurfte seiner ganzen Denkarbeit, um den nach ihm benannten Dreieckssatz zu finden – heute lernt der Schulknabe nicht nur diesen Satz sondern das ganze Gebäude der Trigonometrie u.s.w., welches auf ihm aufgebaut ist, kennen und beherrschen – so sehr ist die geistige Energie gewachsen.

Ich möchte im Gegensatze dazu sagen: um den Dreieckssatz zu finden, hat Pythagoras dieselbe [---]<sup>33</sup> Energie aufgewendet, wie der Schulknabe, welcher die ganze Trigonometrie gelernt hat. Ich [---]<sup>34</sup> verbinde eben mit dem Werte Energie einen anderen Begriff, als Carriere, nämlich den aus der Physik herübergenommenen. Der Verfasser hat, wie ich glaube, dem Umstande zu wenig [---]<sup>35</sup> Beachtung geschenkt, dass die [---]<sup>36</sup> Ausdrücke Energie, Arbeit, Bewegungsgröße u.s.w. in der Physik nichts anderes bedeuten als [---]<sup>37</sup> willkürliche. Benennungen gewisser mathematisch formulierter Ausdrücke. Darauf weist auch der Umstand hin, dass er das Gesetz der Erhaltung der Energie oder wie es auch häufig fälschlich genannt wird d.h. E[nergie] der Kraft aus Überlegungen über die nothwendige Unveränderlichkeit der Summe der Kräfte deducieren will. Er übersieht, dass mechanische Energie nur der Ausdruck für Quadrat

<sup>33</sup> Skreślenie: „oder eine größere”.

<sup>34</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>35</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>36</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>37</sup> Skreślenie nieczytelne.

der Geschwindigkeit ist, also eine ganz anders dimensionierte Größe als die Kraft. Ja er sagt sogar an einer Stelle: die Kraft, die man aufwendet, um ein Pfund Gewicht einen Fuß hoch zu [9-10] heben, haben die Physiker Fußpfund genannt. Dies ist unrichtig; ein Fußpfund ist eine Arbeitsgröße, respective Energiemenge aber keine Kraft.

Ich glaube – um somit diese Bemerkungen kurz zusammenzufassen, – dass der Begriff der Energie auf geistigem Gebiete, wie ihn Carrier verwendet, nicht das Correlat zu dem physikalischen Begriffe der Energie bildet, dass man daher nicht das Gesetz des Wachstums der Energie dem Gesetze der Erhaltung derselben gegenüberstellen und als Unterschied zwischen Materiellem und Immateriellen bezeichnen darf.

Es ist keine überflüssige Spitzfindigkeit gewesen auf diese feinen Begriffsunterschiede einzugehen; wenn man den vom Verfasser aufgestellten Satz als Unterschied zwischen Natur und Geist aufstellt und ihn – wie es in der Schrift geschieht(?) – fort und fort betont, muss [---]<sup>38</sup> die Übertragung dieser Begriffe eine ganz klare und unzweideutige sein.

Da dies nun meiner Ansicht nach **nicht** der Fall ist, so muss ich, wenn ich zur Untersuchung des zweiten Theils der Schrift übergehen will, den anfangs angenommenen Standpunkt modifizieren, ich kann mich zwar der Einfachheit wegen des Carrierschen Ausdruckes Wachstum der Energie auch [---]<sup>39</sup> im

---

<sup>38</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>39</sup> Skreślenie nieczytelne.

Folgendem bedienen, nur müssen wir uns vor Augen halten, **dass er kein Analogon zu dem physikalischen bildet** [---]<sup>40</sup>.

Ich habe den Inhalt des zweiten Theils der Schrift [---]<sup>41</sup> unter der Frage zusammengefasst: Wie erklärt sich das Wachstum der Energie in der geistigen Welt?

[10-11] Da müssen wir vor Allem eine vollständige Übersicht über die in Frage [---]<sup>42</sup> stehenden Erscheinungen verschaffen. Die Phänomene, welche der Verfasser in Betracht zieht, sind nun vornehmlich zweierlei Art: einerseits der Fortschritt oder wie Curriere sagt das Wachstum der Energie, welches jedes Individuum während seines Lebens erfährt – andererseits der Fortschritt der Gesamtheit, die Culturentwicklung der Menschheit.

Die Betrachtung, welche Carriere zur Ilustrierung des ersten Punktes geraucht, habe ich schon früher angeführt; er weist hin auf die Entwicklung der geistigen Anlagen des Kindes, wie es **lerne**, nach Gesichtsempfindungen zu **urtheilen** und zu **handeln**, wie es durch Erlernung der Sprache die Ergebnisse der Arbeit von Jahrhunderten sich aneignet, und wie sich seine Denkkraft immer [---]<sup>43</sup> steigert.

Er sagt: „Wir lernen, ohne dass der Lehrer das verliert, was wir aufnehmen, vielmehr wird ihm selber durch mitteilendes Aussprechen sein eigener Geistesinhalt deutlicher, und der Hörende, Lernende thut **aufnehmend** zum Mitgetheilten **Neues** aus

<sup>40</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>41</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>42</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>43</sup> Skreślenie nieczytelne.

dem **Seinigen** [---]<sup>44</sup>. So entwickeln sich unsere Anlagen von innen heraus, unter der Mitwirkung der Menschheit, im Austausch **unserer** Arbeit mit der **ihren**; aber ohne dass Andere etwas **einbüßen** oder verlieren ist unsere Kraft, unser inneres Reichthum gewachsen und was wir ausgeben, was in Anderen fortwirkt, das ist zugleich in **uns erhalten**, ja es ist mächtiger geworden, indem wir es aussprechen.

Das ist möglich, weil wir in der Innenwelt behalten, was wir einmal empfunden, gewollt und gedacht haben, wie wir es auch äußern und damit wirken mögen; das Neue verdrängt das Alte **nicht**, sondern schließt sich ihm an, das Alte [11-12] entwickelt sich und wächst trotz immer neuer Eindrücke und Thaten, und nicht bloß eine größere Fülle des Mannigfaltigen, auch eine größere Kraft des Einteiblichen(?) wird gewonnen, unser Wesen wird zu höheren Leistungen, zu tieferen Ideen, zu edleren Thaten befähigt.“

Wie das Wachsthum die Energie in der Gesamtheit gemeint ist, ist wohl klar. Carriere weist hin auf den ungeheuren Unterschied zwischen der Culturstufe der Menschheit vor Jahrhunderten gegenüber heute, auf den Fortschritt von Wissenschaft, Kunst, und Gesittung [---]<sup>45</sup>.

[12-13] Diese beiden Erscheinungen stehen im inniger Wechselwirkung; einerseits empfängt das Individuum von seiner Umgebung, von seinen Vorfahren die bereits gewonnen

---

<sup>44</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>45</sup> Skreślenie obejmujące dwie linie.

Geistesschätze, andererseits fügt es selbst seinen Theil von Erfahrung hinzu und fördert so den den Fortschritt der Gesamtheit.

Den Schlüssel zu dieser Erklärung des geistigen Fortschritts des Individuums findet Carriere im Gedächtnis; was wir einmal empfunden, gewollt, gedacht haben, das lebt in uns fort.

Er streitet – wie mir scheint mit Recht – gegen die bloß mechanische Erklärung des Gedächtnisses. Es gibt zwar auch ein sogenanntes mechanisches Gedächtnis und dieses ist für uns auch von der größten Bedeutung; mit seiner Hilfe wird in uns z.B. beim Lesen, sofort wenn wir das gedruckte Wort sehen, auch die Vorstellung des **Begriffes** welches es bedeutet, hervorgerufen, ohne dass wir mühsam die einzelnen Buchstaben in **Lauten** umzusetzen brauchen, welche das ganze Wort bilden. Ebenso brauchen wir, wenn wir einer fremden Sprache mächtig geworden sind, die Worte nicht mehr ins Deutsch zu übersetzen; ebenso überträgt der Clavierspieler mit instantlicher(?) Raschheit die Gesichtsbilder der Noten in die Bewegung der die Tasten anschlagenden Finger. Wundt sagt diesbezüglich: „Jede Übung besteht in der Mechanisierung von ursprünglich mit Bewusstsein geübten Willenshandlungen“ [---]<sup>46</sup>. Auf mechanische Art sagt er, könnte bloß höchstens eine Aufbewahrung eines gegebenen Eindruckes erfolgen, nicht aber eine Reproduction, eine Wiedererzeugung von früheren Wahrnehmungen [---]<sup>47</sup>.

Ich führe wieder seine Worte an: Das Gedächtnis ist das untrügliche Zeugnis für einen dauernden einheitlichen Lebenskern

<sup>46</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>47</sup> Skreślenie nieczytelne.

in uns, und durch das [13-14] Gedächtnis unterscheidet sich die Seele von der anorganischen Natur.

Bei der Untersuchung des allgemeinen Cultur-Fortschrittes der Menschheit findet der Verfasser, dass dies nur eine [---]<sup>48</sup> specielle Erscheinung des allgemeinen Gesetzes ist, dass niedere Organismen allmählich zu höheren aufsteigen.

Über dieses Gesetz verbreitet er sich **ausführlich** und bringt auch manche Ansichten vor, mit denen ich nicht ganz einverstanden bin, auf diese Punkte will ich dann später noch zurückkommen.

Der Verfasser [---]<sup>49</sup> findet es unentbehrlich, zur Erklärung der fortschreitenden Entwicklung der organischen Welt ein allgemein gültiges Prinzip der Zweckmäßigkeit anzunehmen. Er sagt: „Von hier aus bilden wir den Begriff der Entwicklung und lernen den Verlauf des organischen Werdens verstehen, wenn wir sehen, wie im befruchteten zumeist ganz einfache Gebilde häufig paarweise, hervortreten, wachsen, sich umbilden, und am Ende der Bewegung als Augen, Nerven, Herz, Hirn ihr Ziel für sich und im Zusammenhang des Ganzen erreicht haben. Sie stehen alle in inneren Zusammenhänge, jedes ist um des Ganzen willen da, der lebende Organismus war das Bestimmunggebende für den ganzen Prozess; die treibende Kraft, welche ihr Ziel in sich trug, hat es im erfüllten Zweck gestaltet und verwirklicht. Um organisches Leben und Entwicklung zu verstehen, um diesen Begriff zu bilden, diese Thatfachen aufzufassen,

---

<sup>48</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>49</sup> Skreślenie nieczytelne.

ist der Zweckgedanke so nothwendig wie die Causalität: wir [14-15] sehen am [---]<sup>50</sup> Anfang und sehen die wirkenden Kräfte, wir stehen am Ende und verstehen von da aus den Zusammenhang der Bildungsvorgänge, den Sinn des Ganzen.“ An einer anderen Stelle sagt er: „Das Innere, wie der(?) leibliche Organismus, und der Naturmechanismus stimmen zusammen, die physiologischen Gebilde wie die mechanischen Bewegungen sind **füreinander** da, sie erreichen **ihren Zweck** [---]<sup>51</sup> in den Tönen und Farben, wir lernen den Bau unseres Organismus demnach verstehen, als zweckmäßig erkennen.“

Eigenthümlich ist die Stellung, welche er der Lehre Darwins gegenüber einnimmt. Er bezeichnet sich als deren Anhänger aber nur insofern als sie eben eine fortschreitende Entwicklung der Lebewesen annimmt. Er leugnet dass durch den Darwinismus der Zweckgedanke umgangen wird, und bemüht sich, indem er sich ausführlich über die Theorie der Vererbung verbreitet, zu beweisen, dass die Vererbung auf [---]<sup>52</sup> rein mechanische Weise nicht erklärt werden kann.

[15-16]. Dieses Wiederauftauchen der teleologischen Betrachtungsweise ist sehr eigenthümlich. In den exacten Wissenschaften hatte sie allerdings früher eine große Rolle gespielt, es ist ja bekannt zu welchen Absonderlichkeiten sie geführt hatte, wie sie sich namentlich in der Astronomie eingewurzelt hatte. Mit dem Fortschritte der Wissenschaften verlor sie hier ihren Boden, nur auf dem Gebiete der Biologie erhielt sie sich verhältnismäßig

<sup>50</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>51</sup> Skreślenie nieczytelne obejmujące dwie linie.

<sup>52</sup> Skreślenie nieczytelne.

lange, da ja auch nirgends [---]<sup>53</sup> die Einrichtung der Natur eine Unterlegung von Zweckmäßigkeit-Betrachtungen so begünstigt wie hier. Da erschien Darwin mit seiner, alles auf natürliche Weise erklärenden Lehre. Ich glaube das Charakteristische derselben ist doch eben der Umstand, dass der Zweckgedanke eliminiert wird, dass er durch die Wirkungen des Kampfes ums Dasein, durch natürliche Zuchtwahl, und Vererbung ersetzt wird. Ob diese Lehre den Tatsachen der Natur in allen Punkten entspricht, das zu untersuchen ist Sache der Naturforscher; heute ist wohl die große Mehrzahl darin einig, dass die **Grundzüge** derselben richtige sind [---]<sup>54</sup>. Für die philosophische Betrachtungsweise aber bedeutet doch Darwins Lehre eine Vereinfachung der zur Erklärung nötigen Principien und es ist mir unerfindlich gewesen warum gerade hier diese Lehre, anstatt mit Freuden begrüßt zu werden, häufig auf solchen Widerstand stösst. Ich glaube der Grund davon liegt, wenigstens in dem vorliegenden Falle, bei Carriere, in dessen metaphysischen Ansichten, zu welchen die teleologische Betrachtungsweise einen willkommenen Übergang von den Erscheinungen des Wachstums der Energie bietet. Ich will dies noch kurz begründen.

[16] An einer Stelle sagt er: “Ohne den Zweckgedanken kein Verständnis des Organischen. Es liegt nahe und erscheint als das Einfachste: dass wir als Einheitsband(?) des Deutens und Seins, der Innen und Aussenwelt das **Organisationsprinzip** erfassen, das sich im Leibe in beständiger Wechselwirkung mit den Naturkräften,

---

<sup>53</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>54</sup> Skreślenie nieczytelne.



in deren Zusammenhang es eingegliedert ist, das Organ gestaltet, durch welches es die Einwirkungen der Natur erfährt und auf die Natur wirkt.“ Eine andere charakteristische Stelle ist: „Das Band von Geist und Natur ist das Wesen, welches **Beides** ist, **reale Organisationskraft**, auf welche er seine Zweckmässigkeit“. Er sieht also diese Organisationskraft, auf welche er seine Zweckmäßigkeit lehrt, als das Prinzip der Entwicklung, als das Prinzip der Natur und des Geistes an. Der Grund der ganzen Anschauungsweise liegt in seiner metaphysischen Überzeugung, sie ist kein Dualismus, sie ist Monismus; aber nicht der Materialismus und nicht der Spiritualismus sondern eine andere Ansicht, welche ich am besten durch einige Citate charakterisieren will. „Zur Erklärung der fortwährenden Wechselwirkung des Inneren und Äußeren, Geistigen und Natürlichen reicht das eine Prinzip aus, das **reale**, als Naturkraft wirkende **Organisationsprinzip**, das zugleich **sich selber** erfasst und die Einflüsse der materiellen Welt als Empfindungen in sich hervorbringt, die **geistige** Welt im Bewusstsein aufbaut. Das All ist ein System von Kräften – das beweist uns die Wechselwirkung der Dinge in der Welt, und damit ist die Einheit als das Erste, sich zur Vielheit Entfaltende und Bestimmende, als das alles Manigfaltige auf einander Beziehende und Hervorrufende erkannt.

[17] Ich habe auf diese Ausführungen einen Blick geworfen, weil mir scheint dass wir dann die Ansichten von Carriere über Wachsthum der Energie, Entwicklung des Organischen, über Zweckmäßigkeit desselben besser, als aus ihnen hervorgehend, verstehen werden. Auf die Details derselben will ich

aber nicht eingehen, dies würde mich über Rahmen, der durch das Thema bestimmt ist, hinausführen.

Meiner Ansicht nach, sollen wir überhaupt die Erscheinungen des Wachstums der Energie, die uns Carriere geschildert hat, und die er als allgemein für das organische und geistige Weltall gültiges Gesetz zusammengefasst hat, **zu erklären suchen**, ohne uns von metaphysischen Vorstellungen beeinflussen zu lassen, da letztere jedenfalls die Lösung schwieriger zu behandeln der weiter entfernter Fragen voraussetzen, und lieber werden wir natürlich die einfachere, natürlichere Theorie begünstigen. Diese scheint mir noch immer jene zu sein, welche zur Erklärung bloß die Tatsachen des Kampfes ums Dasein, und der Vererbung heranzieht. Ich glaube, dass sie sich leicht zur Erklärung der fortschreitenden Entwicklung der geistigen Fähigkeit des Menschengeschlechtes verwerten lässt, da ja auch hier das Gesetz gilt, dass der geistig niedriger stehende von dem höher entwickelten unterdrückt wird, und dies bildet ja den Inhalt des sich immer erneuernden Dramas das wir im täglichen Leben und in der Geschichte sich abspielen sehen Wenn ich diese Erklärung jener von Carriere vorziehe so glaube ich in Übereinstimmung mit dem Satze von Newton zu sein, welche er als ersten unter den 4 Regeln der Forschung anführt: An Ursachen zur Erklärung natürlicher Dinge nicht mehr zuzulassen als wahr sind und zur Erklärung ausreichen.

Sary uytobor o elektri, z ktorych 11 poprzednich polowionych byly  
 fizyka dotychczasowej tego przedmiotu, mamy znowi sygi druziej pogodankę  
 z zakresu fizyki teoretycznej. Jaki jest interesni cel, no osim pologaję  
 jakie teoretyczne nawiazanie? Moze to objasni uscislowo przyklad z innymi  
 gatunki przyrodniczoznawstwa: Nyzobredny robie ie ktos zaklade <sup>musim</sup> faktum historyj  
 naturalnej abt dejny na to specyalnie faktum mineralogiczn. Omdlawyztom  
 musim sie stowai znowi dotychczas stowai zasob, mineralow, ~~musim~~ musim  
 znowi ~~z~~ materijaly - tak samo jak fizyka musim znowi materijaly obciwodubie  
 w sposob empiryczny, eksperymentalny. Ale czy to jini by dziei stowai ktos  
 mineralow? Nie - teraz musim dopiero <sup>satorai, stacy</sup> ~~osowadzi~~ osowadzi je, odrazoi  
 mierzadnie, woznie uktadac je - i to nie no odlep. przy padkow, lecz wozny  
 jynego systemu; # aiaby to byl system logiczny, wozbdny, musim przegadkow  
 materijaly wozny podobienstwa, analogii w stowadi chemiczny - lub formy, wozbdny  
 Takie np. stowai je w klasie, ruda, kruszcowy, soli st. --

Dopoki wozbdny nie by dziei uwaroktkowane tym sposobem nie by dziei miki  
 stowai mineralogicznego - lecz kupę kamieni.  
<sup>znowi</sup> ~~znowi~~ Dowiedziadko w do elektryzowani co prawda, mi minia podobnie z jynego  
 kamieni - bo nie przedstawiajone one chaos <sup>bez stowadi</sup> systematyczny  
 byly stowai, interesni bo ~~stowadi~~ zasady fizyki teoretycznej tam jini byly umieszczone.  
 Ale znowi jiniue uobity nam wyprukai z czojgo tego materijaly stowai

Permission granted by the Jagiellonian Library, Kraków (opublikowano za zgodą właściciela – Biblioteki Jagiellońskiej)

# ***O teoriach elektryczności,*** **Polskie Towarzystwo** **Przyrodników im. Kopernika,** **Kraków (22 III 1901)**

Marian Smoluchowski (oprac. M. Dziekan, P. Polak)

**[k.1] Wykład w Krakowie, 22 III 1901,**  
**„O teoriach elektryczności”**

[k.2] Szereg wykładów o elektr[yczności], z których 11 poprzednich poświęconych było fizyce doświadczalnej tego przedmiotu, mamy zakończyć dzisiaj pogadanką z zakresu fizyki teoretycznej. Jaki jest właściwie cel teorii(?)[---]<sup>1</sup>, na czym polegają takie teoretyczne rozważania? Może to objaśni częściowo przykład z innej gałęzi przyrodoznawstwa: wyobraźmy sobie, że ktoś zakłada gabinet<sup>2</sup> historii naturalnej dajmy na to specjalnie: gabinet mineralogiczny. Przedewszystkiem musi się starać zebrać dostateczną ilość okazów, minerałów [---]<sup>3</sup>, musi zbierać materiały – tak samo jak fizyk musi zbierać materiały doświadczalne w sposób empiryczny, eksperymentalny. Ale czy to już

<sup>1</sup> Dopisane nad linią i skreślone: „teoretycznych rozważań”.

<sup>2</sup> Dopisane nad linią: „muzeum”.

<sup>3</sup> Skreślenie nieczytelne.

będzie stanowiło zbiór minerałów? Nie – teraz musi dopiero [---]<sup>4</sup> sortować, okazy, oznaczać je, odrzucać niepotrzebne, wreszcie układać je – i to nie na oślep, przypadkowo, lecz według pewnego systemu; a żeby to był system logiczny, rozsądny, musi porządkować materiały według podobieństwa, analogii w składzie chemicznym, lub formy zewnętrznej(?). Tak n.p. ułożyć je w klasy, rudy, krzemiany, sole, etc...

Dopóki wszystko nie będzie uporządkowane tym sposobem nie będziemy mieli zbioru mineralogicznego – lecz kupę kamieni.

Co do elektryczności, co prawda nie można porównać z kupą kamieni – bo nie przedstawiały one chaos bez składu(?), tylko z góry już według pewnego systematycznego planu były ułożone, właśnie to [---]<sup>5</sup> główne zasady fizyki teoretycznej tam już były w mieszane.

Ale zawsze jeszcze należy nam wyszukać z całego tego materiału główne<sup>6</sup> [k.3] najważniejsze rysy [---]<sup>7</sup>, podstawowe prawa, na których reszta spoczywa przy czym naturalnie często(?) już znaną rzeczą posiłkować(?) [się] musimy, i będziemy się starać ująć je w systematyczną całość, znaleźć związek we-

<sup>4</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>5</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>6</sup> [k.2v] Początek niedkończonej myśli Smoluchowskiego: „Żałuję przy tem tylko, że nie [skreślenie: wolno] mi używać tego języka, którego należy używać w fizyce – t.j. języka matematycznego – bo przy...”.

<sup>7</sup> Skreślenie nieczytelne.

wewnętrzny między niemi, wykombinować maszynę, mechanizm – to jest właśnie to co nazywamy teorią przedmiotu [---]<sup>8</sup>.

Główny podział jest dany przez sam rozkład<sup>9</sup> odczytów. Państwo zauważyli, że w pierwszych 5 odczytach [---]<sup>10</sup> była wciąż mowa o siłach elektrycznych, o liniach sił magnetycznych, o motorach, dynamo, jednym słowem o wytwarzaniu i przetwarzaniu się energii elektromagnetycznej z energii mechanicznej podczas gdy 6 następnym odczytów było poświęconych: [---]<sup>11</sup> zjawiskom [---]<sup>12</sup> elektrochemicznym<sup>13</sup> i elektro-fizyologicznym – które przecież także należą do elektrochemii, ponieważ przecież nie ulega wątpliwości że wpływ elektryczności na ciało ludzkie polega na zjawiskach chemicznych przez nią spowodowanych, więc wspólną cechą tych przedmiotów [---]<sup>14</sup> tworzy: przemiana energii elektr[ycznej] w chemiczną i na odwrót [---]<sup>15</sup>.

Tego podziału i w naszych rozważaniach trzymać się będziemy.

---

<sup>8</sup> Skreślenie: „Jeszcze nie wykończyliśmy całkowicie uporządkowania jednolitego naszego zbioru – nie posiadamy jeszcze teorii obejmującej wszystkie zjawiska elektryczne – nasze teorie ograniczają się do pewnych sposobów... obejmują pewne grupy zjawisk”.

<sup>9</sup> Nad „układ” dopisane: „roz.[kład]” co sugeruje konieczność poprawy pierwotnej wersji słowa.

<sup>10</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>11</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>12</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>13</sup> Dopisane nad linią: „elektrolizie”.

<sup>14</sup> Skreślenie: „można”.

<sup>15</sup> Skreślenie: „Nie wyczerpuje to przedmiotu”.

[k.4] W technice terażniejszej zjawiska pierwszego rodzaju w każdym razie poważną odgrywają rolę. Największa część energii elektr[ycznej] zostaje wytworzona z energii mechanicznej (energii wodospadów, machin parowych, gazowych, etc.) [---]<sup>16</sup> za pośrednictwem zjawisk magnetycznych t.j. używając machin dynamo.

A<sup>17</sup> są to ilości energii wprost kolosalne [---]<sup>18</sup>. Podczas przeszłorocznej wystawy w Paryżu n.p. w samym obrębie wystawy zużywano 40.000 HP<sup>19</sup>. Człowiek silny pracując fizycznie w warunkach najkorzystniejszych, wykonywa pracę 1/8 HP zatem do wytworzenia tamtej energii potrzebaby 32.000 silnych(?) fizycznie pracujących ludzi – a rachując 8 godzin czasu pracy dojdziemy do cyfry...<sup>20</sup> A zważając na stosunkową ilość mężczyzn, kobiet, dzieci, starców można powiedzieć, że cała 3 milionowa ludność Paryża musiałaby ciężko fizycznie pracować aby dostarczyć tamtej energii wypotrzebowanej [tj. zużytej] w samej wystawie.

A co się działo z tą energią? W głównej części została zużyta do oświetlenia zatem [---]<sup>21</sup> przemieniała się bezpośrednio w ciepło – ogrzewając druciki węgla w lampkach żarowych do

<sup>16</sup> Skreślenie: „za pomocą”.

<sup>17</sup> Dopisane nad linią: „Zasada tychże polega”.

<sup>18</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>19</sup> HP – Horse Power, jednostka mocy używana w krajach anglosaskich, równa w przybliżeniu 745,7 W.

<sup>20</sup> Słowo nieczytelne.

<sup>21</sup> Skreślenie: „wprost”.

czerwonoci lub węgle w lampach łukowych do białego żaru przez to że prąd elektryczny tą drogą przesyłano. Wszak przypominam że jest to jest(!) właściwością fundamentalną prądu elektr[ycznego] że ogrzewa<sup>22</sup>.

[k.5] Zwykle umysł człowieka, gdy poznaje jakieś nowe zjawiska lub jeżeli stara je zrozumieć, wytłumaczyć je sobie jest skłonny do materjalizacji natury bo stara się tłumaczyć w najprostszyszy sposób, powołując się na pojęcia najlepiej znane, najzwyczajniejsze – więc na materję, ciało.

Tak teraz [Franciszek] Rychnowski<sup>23</sup>, nie mogąc sobie wytłumaczyć różnych [---]<sup>24</sup> zjawisk które spostrzegł przy swoich eksperymentach twierdzi, że [---]<sup>25</sup> odkrył nowe fluidum [---]<sup>26</sup>.

Tak samo życie i śmierć jestestw [---]<sup>27</sup> przypisujemy obecności lub nieobecności duszy i .naiwny ogół [---]<sup>28</sup> wystawia sobie pod nazwą duszy jakiś płyn jakiś gaz – coś nakształt powietrza które się ulatnia przy śmierci. Tak samo dawniej ciepło wystawiano sobie jako fluidum [---]<sup>29</sup>, n.p. zjawisko że przy ścieśnianiu po-

<sup>22</sup> [k.4v: drobne notatki i obliczenia]

<sup>23</sup> Franciszek Rychnowski (1850–1929) – przedsiębiorca i wynalazca lwowski, właściciel wielu patentów; twórca teorii elektroidu – nowego rodzaju materii (fluidu), koncepcja ta uważana jest za pseudonaukową.

<sup>24</sup> Skreślenie: „eksperymentów”.

<sup>25</sup> Skreślenie: „zna[azł]”.

<sup>26</sup> Skreślenie: „Tak samo ogół ludzi tę duszę, której obecność lub nieobecność”.

<sup>27</sup> Skreślenie: „organicznych”.

<sup>28</sup> Skreślenie: „wyobraza”.

<sup>29</sup> Skreślenie nieczytelne.



wietrza występuje ciepło [---]<sup>30</sup> tłumaczono sobie tak że ten płyn, to ciepło występuje na wierzch jak woda, gdy mokrą gąbkę ściskamy. Dopiero gdy Rumford<sup>31</sup> wykazał, że wykonując pracę mechaniczną ciało dowolnie można ogrzać, że dowolne, nieskończone ilości ciepła możnaby wytworzyć, porzucono to pojęcie bo przecież ilość takiego płynu musiałaby się wyczerpać – i przekonano się do innej hipotezy: że ciepło<sup>32</sup> jest rodzajem ruchu jest energią kinetyczną ruchu drobnych cząsteczek ciał – więc pojęcie już wiele więcej abstrakcyjne, które wymaga pewnej znajomości zjawisk mechanicznych.

Tak tutaj przyjęto istnienie jakichś płynów elektrycznych – dwojakiego rodzaju dodatniego i ujemnego. Ale dziwne właściwości trzeba im było przypisać. Podczas gdy nasze płyny cieczy zwykle mają masę, ciężar, posiadają właściwości sprężyste, nieprzenikalność etc. Musiałybyć to płyny bez masy, nieważkie, przenikające ciała przewodzące i wzajemnie się przenikające [---]<sup>33</sup> – [---]<sup>34</sup> tak jak że z pojęcia płyn właściwie już niewiele pozostało jak samo słowo – ale to jeszcze nic nie [brak zakończenia zdania]<sup>35</sup>.

<sup>30</sup> Skreślenie: „często”.

<sup>31</sup> Benjamin Thompson, hrabia Rumford (1753–1814) – fizyk amerykański, stworzył podstawy kinetycznej teorii ciepła (1798).

<sup>32</sup> Dopusane nad linią: „polega na”.

<sup>33</sup> Skreślone (pierwsza wersja) nieczytelne.

<sup>34</sup> Skreślenie: „podczas gdy”.

<sup>35</sup> Można przypuszczać, że po karcie 5 powinna następować 7, następnie 6 i 8. Taki układ powoduje jednak brak ciągłości między kartami 6–8, przyjęto zatem układ taki jak w rękopisie.

[k.6] A po części znów odwrotnie zostało przemienione w pracę mechaniczną tym sposobem że prąd przesyłano znów przez motory które dalej różne maszyny [---]<sup>36</sup> poruszały.

Zasady tych przemian.

To wszystko polega zatem na związku zjawisk elektrycznych i magnetycznych – na siłach magnetycznych wyrażonych przez prądy elektr[yczne].

Istnieją jeszcze inne sposoby tworzenia energii elektr[ycznej] z pracy mechanicznej t[zn]. że [---]<sup>37</sup> mianowicie tu jakieś znane nam są z elektrostatyki [---]<sup>38</sup> n.p. zapomocą tarcia kawałka laku – maszyna elektr[ostatyczna], maszyna influencyjna.

W praktyce<sup>39</sup> ten [---]<sup>40</sup> sposób jako bardzo nieekonomiczny wcale nie zostaje używanym. Mimo to jednak te zjawiska elektrostatyczne doniosłe mają znaczenie dla nauki bo były to pierwsze objawy elektr[yczności] bliżej zbadane i dlatego wielkie znaczenie nabrały dla całego rozwoju teorii elektr[onowej] – i teraz też zwykle jeszcze naukę elektr[yczności] rozpoczynają wychodząc z tych zjawisk przyciągania i odpychania ciał naelektryzowanych. Zdaje mi się,

<sup>36</sup> Skreślenie: „w ruch wpraw[iały]”.

<sup>37</sup> Skreślenie: „za pomocą sił elektr[ycznych] znanych nam”.

<sup>38</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>39</sup> Dopisane nad linią: „w technice”.

<sup>40</sup> Skreślenie nieczytelne.

że te zjawiska tak są znane że nie potrzebuję je tu specjalnie omawiać [---]<sup>41</sup>.

Siły tu powstające znam od dawien dawna – wszak znam i porównywano z działaniem innych sił przyciągających mianowicie z ogólną grawitacją [---]<sup>42</sup> i znaleziono zupełną analogię w prawie działania w prawie(!) Newtona.

Tak powstała klasyczna teoria fluidów, płynów elektrycznych, [k.7] znaczy często jesteście zadowoleni znalazłszy [---]<sup>43</sup> jakieś słowo – jeżeli także nie wiemy co sobie przy tem myśleć mamy! Ale teraz fundamentalna właściwość: że te płyny miały się odpychać według prawa Newtona i to bez pośrednictwa jakiegoś ośrodka, w ogóle bez względu na inne ciała między nimi się znajdujące. Jest to trochę dziwne prawo, ale [---]<sup>44</sup> z przyjęciem doświadczenia świetnie się zgadzały – a co do samej jego treści powoływano się na zjawiska grawitacji, które w podobny sposób tłumaczono.

[Benjamin] Franklin słynny wynalazca piorunochronu i bohater amerykańskiej walki o niepodległość wykazał jeszcze, że można tę teorię troszkę uprościć przyjmując istnienie tylko jednego fluidum zwykłą masę materyalną ciał.

Z drugiej strony jednak inne nastąpiły komplikacje.

---

<sup>41</sup> Skreślenie: „Siły te powstając [słowo nieczytelne] z siłami grawitacji, dostępnych... Wiadomo że [słowo nieczytelne]. Tak powstała teoria klasyczna dwóch fluidów płynów elektryczności”.

<sup>42</sup> Skreślenie: „w sposób”.

<sup>43</sup> Skreślenie: „posiadając”.

<sup>44</sup> Skreślenie: „pod jego”.

Przedewszystkiem mamy jeszcze inny rodzaj zjawisk przyciągania i odpychania, zjawiska magnetyczne, które następują według praw zupełnie analogicznych.

Więc trzeba było przyjąć istnienie jeszcze dwóch płynów magnetycznych: północnego (dodatniego) i południowego (ujemnego), działających tak samo:  $\frac{\mu\mu'}{r^2}$ .

A jak teraz tłumaczyć istnienie prądów elektrycznych i siły działające na przewodnik w polu magnetycznym?

Wszak wiemy, przypominam to z pierwszego odczytu, że [---]<sup>45</sup> drut przez który prąd przepływa, gdy znajduje się w polu magnetycznym, stara się poruszać [k.8] tak aby przecinać linie siły pola magnetycznego – [---]<sup>46</sup> tę właściwość [---]<sup>47</sup> używamy do tworzenia siły mechanicznej używając prąd elektr[yczny], więc do konstrukcyi motorów elektr[ycznych].

Z drugiej strony wiemy, że prąd elektr[yczny] sam tworzy pole magnetyczne koło siebie że linie siły mają kształt obręczy naokoło przewodnika.

Jeżeli teraz dwa przewodniki zbliżymy, to każdy znajduje się w polu magnetycznym utworzonym przez drugi przewodnik, zatem musi powstać siła mechaniczna [i] następuje przyciąganie [---]<sup>48</sup>.

Jak to sobie wytłumaczyć według tamtej teorii? Wszak w ogniwie galwanicznym wciąż tworzą się równe ilości elek-

<sup>45</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>46</sup> Skreślenie: „na tem polegało”.

<sup>47</sup> Skreślenie: „używali”.

<sup>48</sup> Skreślenie: „i to według praw”.

tr[yczności] „+” i elektr[yczności] „-”, i one wciąż w przeciwnych kierunkach przez drut przepływają, więc pojedyncze części równe miałyby wykonywać odpychania jak przyciągania – zatem musiałyby one się znieść wzajemnie skutek miałby być zero – podczas gdy w rzeczywistości nieuj[emny].

Więc jeżeli chcemy objąć także te zjawiska to trzeba odmienić tamtą hipotezę, trzeba przyjąć<sup>49</sup> prawo wypowiedziane przez niemieckiego uczonego [Wilhelma] Webera:<sup>50</sup>

$$\frac{ee'}{r^2} \left[ 1 - \frac{v^2}{a^2} + \frac{2r}{a^2} w \right].$$

To znaczy że siła, którą dwie cząsteczki elektr[yczne] na siebie wywierają, zależy nie tylko od ich odległości, ale także jeszcze od ruchu, który on wykonywuje, że będzie mniejsza jeżeli się oddalają z prędkością  $v$  etc.

Jeżeli system jest nieruchomy to prędkości i przyspieszenie = 0, więc [otrzymujemy] dawniejsze wyrażenie. Jeżeli jednak [brak zakończenia zdania] [k.9] Rachunek – bardzo skomplikowany – pokazuje że istotnie z tego prawa można obliczyć takie siły, jakie doświadczalnie mierzymy i że nawet także zjawiska indukcji z niego można wyprowadzić. Więc cieszono się w Niemczech, uważano zjawiska elektr[yczne] ostatecznie

<sup>49</sup> Dopisane nad linią: „hipotezę, że elektr[yczność] w stanie ruchu inne siły wykonywają aniżeli w stanie spoczynku”.

<sup>50</sup> W powyższym wzorze  $e, e'$  oznaczają ładunki,  $r$  – odległość między nimi,  $v$  – szybkość względną ładunków,  $w$  – ich przyspieszenie, natomiast  $a$  oznacza wielkość stałą.

wytłumaczone, przyjęciem tamtych fluidów i sił między nimi działających według tego prawa.

Tymczasem w Anglii przygotowywała się rewolucja. Fizycy angielscy Faraday i Maxwell zupełnie inne rozwijali myśli. Faraday był<sup>51</sup> prostego pochodzenia, syn kowala, pracował dłuższy czas jako czeladnik introligatora, co mu dostarczało sposobności do czytania książek – i tak z czasem sam o własnych siłach dzięki niepospolitym zdolnościom, wyrobił się na pierwszorzędnego fizyka.

Jemu tamte teorie nigdy do gustu nie przypadają, po części może dlatego bo nie znając matematyki nie mógł się z nimi gruntownie zapoznać, i zatem okiem wolnym od przesądów na całą rzecz się zapatrywał. Maxwell znów – jeden z największych [---]<sup>52</sup> uczonych przeszłego stulecia i znakomity matematyk myśli podane przez Faradaya dalej rozwinął i matematycznie pogłębił<sup>53</sup>.

Faraday mówił sobie: dlaczego wciąż o fluidum elektryczności rozprawiamy? Wszak elektr[yczności] nie widzi się, nie czuje się – jedynie doświadczalnie można poznać siły elektromagnetyczne, więc starajmy się zjawisko opisać zapomocą pojęcia tych sił. Dawniejsza teoria [---]<sup>54</sup> przyjmuje istnienie sił działających na odległość, bez pomocy<sup>55</sup> jakiegoś ośrodka, co jest rzeczą niezrozumiałą<sup>56</sup>. W prawie Coulomba albo Webera

<sup>51</sup> Dopisane nad linią: „nieczytelne”.

<sup>52</sup> Skreślenie: „fizyków”.

<sup>53</sup> Dopisane nad linią: „uzasadnił”.

<sup>54</sup> Skreślenie: „używa”.

<sup>55</sup> Dopisane nad linią: „pośrednictwa”.

<sup>56</sup> Dopisane nad linią: „dla naszego umysłu”.

trzeba n.p. wstawić wartość [---]<sup>57</sup> odległości od innych części elektr[yczności]. Na każdą cząsteczkę elektr[yczną] oddziałują wszystkie inne ładunki wszechświata i ona znów na powrót oddziałuje. A żeby taka cząsteczka wiedziała z jaką siłą [k.10] ona ma<sup>58</sup> przyciągać inne masy, musi ona wiedzieć, w jakiej odległości one się w każdej chwili znajdują – ona musiałaby być w pewnym sensie... wszechwiedzącą.

To wszystko byłoby bardzo dziwnem i niezrozumiałem. Zatem Faraday wygłosił hipotezę, że siły te mają się rozchodzić tylko zapomocą ośrodka eteru wszystko przenikającego, w podobny sposób jak ciśnienia w zwykłych ciałach sztywnych i ciekłych [---]<sup>59</sup>. Siły, naprężenia w każdej części zależą tylko od stanu fizycznego tej części eteru [---]<sup>60</sup>; każda część oddziałuje na przylegającą warstwę, ta znów na dolną itd. i tym sposobem siły rozchodzą się na odległość, do czego naturalnie siła potrzebuje pewnego czasu, podczas gdy według dawniejszej teorii miało to następować natychmiastowo.

To jest ważna różnica, bo ten ostatni wynik dał się sprawdzić doświadczalnie [---]<sup>61</sup>; odkrycie fal Hertza przed 10 laty wskazało że istotnie siły potrzebują pewnego czasu aby się rozchodzić w przestrzeni – że zatem dawniejsza teoria [---]<sup>62</sup> jest nie-

<sup>57</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>58</sup> Dopisane nad linią: „w każdej chwili”.

<sup>59</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>60</sup> Skreślenie: „a na odległość rozchodzą się”.

<sup>61</sup> Skreślenie: „istnienia”.

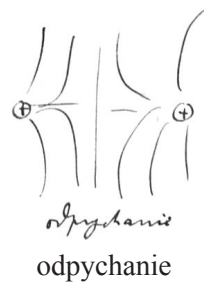
<sup>62</sup> Skreślenie: „była”.

wystarczająca, fałszywa. A prędkość z którą się rozchodzą [---]<sup>63</sup> w próżni albo w przestrzeni jest właśnie prędkością światła.

Także co do grawitacyi panuje teraz, nawiasem mówiąc, mniemanie że przyciąganie, oddziaływanie ogólne słońca, planet, itd. jest spowodowane działaniem ośrodka, eteru, i że także te siły potrzebują czasu aby się rozchodzić w przestrzeni, tylko że nie zdołano jeszcze zmierzyć tej prędkości. Sprzeczne są dotyczące zdania różnych astronomów ale zdaje się że prędkość ta musi być **jeszcze większa** niż prędkość elektromagnetyczna.

[k.11] Warto bliżej się zastanowić jaki jest sposób działania tych sił. Wyobraźmy sobie n.p. pola elektryczne [---]<sup>64</sup> określone przez system krzywych, tzw. linii wskazujących kierunki siły [---]<sup>65</sup> elektrycznej [---]<sup>66</sup> n.p. to są linie zupełnie takie same jak te które okazują opiłki żelaza między biegunami, tylko że w elektrostatyce nie mamy tak prostego sposobu do okazania takich linii.

Wtedy następuje:



<sup>63</sup> Skreślenie: „jest”.

<sup>64</sup> Skreślenie: „magnetyczne”.

<sup>65</sup> Skreślenie: „magnetycznej”.

<sup>66</sup> Skreślenie: „jakim”.



Te linie siły wskazują kierunek naprężenia ośrodka. Maxwell pokazuje zapomocą analizy matematycznej że one starają się kurczyć tak jak powrozy lub naprężone taśmy gumowe – a równocześnie rozrastać w szerz. Istotnie wskutek tego w pierwszym przypadku musiałyby nastąpić przyciąganie, a w drugim odpychanie. I pokazuje się że także ilościowy wynik ostateczny zgadza się z prawem  $\frac{ee'}{r^2}$  sprawdzające się w elektrostatyce. Więc ośrodek eter [---]<sup>67</sup> znajduje się w pewnym stanie naprężenia w kierunku linii siły; one zachowują się podobnie jak [---]<sup>68</sup> kawały kauczuku naprężone albo może jeszcze lepiej jak mięśnie ciała ludzkiego, które przy naprężeniu starają się skracać a równocześnie grubieją.

Rozumiemy teraz także jak n.p. mają powstać drgania elektryczne.

Jeżeli tak zw[any] wibrator Hertza połączymy z maszyną elektr[yczną] albo z aparatem indukcyjnym, będą przeskakiwały przez niego iskry elektr[yczne]. Iskra rozbraja konduktory [tj. przewodniki]<sup>69</sup> [k.12] chwilowo, potem znów napływa elektr[yczność] powstaje siła elektr[yczna] między nimi tzn. właśnie takie naprężenie eteru, ciągnienie w kierunku linii sił a ciśnienie w kierunku prostopadłym. To oddziaływa na warstwy przylegające [eteru]. Tymczasem gdy natężenie doszło do pewnego miejsca już znowu iskra przeskoczyła, nastąpiło rozprze-

<sup>67</sup> Skreślenie: „wskutek”.

<sup>68</sup> Skreślenie: „taśma”.

<sup>69</sup> [k.11v drobne obliczenia, przekreślone]

nie, które znów w ten sam sposób dalej będzie się rozchodzić – jak fala na powierzchni wody, albo lepiej jak drgania w masie kauczuku się rozchodzą jeżeli jeden punkt wstrząsamy.

To są drgania Hertzowskie lub jeżeli bardzo szybko następują: światło.

Ciekawy wynik jeszcze można wyprowadzić z tych rozważań: jeżeli te drgania natrafiają na ścianę: naprężenie peryodyczne [tj. okresowe] będzie skierowane wzdłuż ściany – a ciśnienia peryodyczne prostopadle na ścianę. Także [---]<sup>70</sup> fale elektryczne – a zatem i światło wywołują zatem ciśnienie na ściany na które natrafiają. Są to ciśnienia stosunkowo jednak nadzwyczajnie małe n.p. obliczono ciśnienie światła na 1 m<sup>2</sup>: ...<sup>71</sup> więc nic dziwnego że nie zdołano je doświadczalnie pokazać [---]<sup>72</sup>. Przypuszczano że ruch tzw. radiometrów temu ciśnieniu światła przypisać należy, ale przekonano się że tam inne wpływy, prądy powietrza ogrzanego i...<sup>73</sup> przeważają [---]<sup>74</sup>.

Ciśnienie światła słoń[ecznego] na całą ziemię wynosi 500.000 cetnarów – zawsze(?) stosunkowo niewiele.

Mimo to jednak bardzo jest rzeczą możliwą, że te ciśnienia w fizyce kosmicznej w wszechświecie pewną rolę odgrywają mianowicie działając na wiotką(?), drobno rozdzieloną materię lub składającą się z drobnych cząsteczek jak n.p. według

<sup>70</sup> Skreślenie: „drgania”.

<sup>71</sup> Wartości nieczytelne – poprawiane ze skreśleniami.

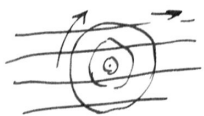
<sup>72</sup> Skreślenie: „Myślano”.

<sup>73</sup> Słowo nieczytelne.

<sup>74</sup> Skreślenie: „Mimo to jednak”.

Libidiewa [właśc. Lebidiewa]<sup>75</sup>: komety. Zauważono że ogony komet zawsze od słońca są odwrócone co właśnie według zdania Libideffa [właśc. Lebidiewa] i innych spowodowane jest przez odpychanie, ciśnienie światła słonecznego<sup>76</sup>.

[k.13] Mówiliśmy teraz wciąż o siłach elektrostatycznych. Ale zupełnie to samo odnosi się do sił magnetycznych. Na jednym przykładzie chciałbym jeszcze pokazać działanie tych naprężeń t.j. na przewodniku prądu umieszczonym w polu magnetycznym.



W górnej części pola wzmacnia się w dolnej słabnie, zatem siły górnej części będą przeważać.

Maxwell jednak jeszcze nie zadowolił się skonstatowaniem że naprężenia tego rodzaju istnieją. On pytał się: jak one powstają, czy nie można wymyślić mechanizm[---]<sup>77</sup> tych sił elektr[ycznych].

<sup>75</sup> Piotr Nikołajewicz Lebidiew (1866–1912) – fizyk rosyjski, zajmował się badaniami ciśnienia wywieranego przez fale świetlne.

<sup>76</sup> Zdanie zapisano na początku karty 14, oddzielono je jednak graficznie od reszty tekstu. Wydaje się, że było to uzupełnienie wcześniejszych rozważań, które Smoluchowski zanotował sobie w trakcie pisania dalszych partii tekstu. Zostało wstawione w odpowiednie miejsce na podstawie kontekstu wypowiedzi.

<sup>77</sup> Skreślenie: „tak...”.

[---]<sup>78</sup> Otóż jak w nauce o cieple to uczyniono, tak on i tutaj wprowadził pojęcia mechaniczne<sup>79</sup>, supponował istnienie pewnych ruchów w eterze [---]<sup>80</sup>. Kurczenie się linii siły [---]<sup>81</sup> magnetycznej tłumaczy się jeżeli przyjmujemy że eter wykonuje ruch wirujący na około tych linii siły.

Bo jaki musiał być skutek takiego ruchu? Pokazuje się to [---]<sup>82</sup> n.p. na aparacie [zdanie niedokończone – Smoluchowski pozostawił miejsce do uzupełnienia].

A to samo w zwykłych wirach cieczy które ściągają przedmioty na wodzie płynące i potem(?) na zewnątrz je wyrzucają. Tak [---]<sup>83</sup> n.p. pole magnetyczne w otoczeniu drutu przewodzącego prąd musimy sobie wystawić utworzone przez wiry w kształcie [k. 14] obręczy [---]<sup>84</sup>, podobne do kółka dymu, które niektórzy palacze tytoniu tak pięknie tworzyć umieją.

Jak [---]<sup>85</sup> jednak mamy sobie to wyobrazić że te wiry, które obok siebie leżą sobie wzajemnie nie przeszkadzają, że [---]<sup>86</sup> ich ruch jest w spólnym związku?

Aby to tłumaczyć Maxwell oprócz wirujących cząsteczek eteru przyjmuje jeszcze drobne cząsteczki, kulki między niemi

---

<sup>78</sup> Skreślenie: „Otóż aby wytłumaczyć”.

<sup>79</sup> Skreślenie: „przyjął”.

<sup>80</sup> Skreślenie: „Mianowicie i dopisane coś nad linią”.

<sup>81</sup> Skreślenie: „tłumaczył”.

<sup>82</sup> Skreślenie: „n.p. w zwykłe”.

<sup>83</sup> Skreślenie: „więc”.

<sup>84</sup> Skreślenie: „tak jak”.

<sup>85</sup> Skreślenie: „pierwsza trudność”.

<sup>86</sup> Skreślenie: „one”.

umieszczone, które ruch obrotowy części eteru t.j. większych komórek (n.p. ze ścianami gumowymi napełnione cieczą) przenoszą na [---]<sup>87</sup> sąsiednie komórki:



Tak jak kółka zębate w zegarku.

Te małe cząsteczki są stale umocowane w izolatorach, ruchome – jednak ze znacznym oporem, tarcieniem, w ciałach przewodzących. One nam mogą reprezentować elektryczność. N.p. prąd elektryczny według tego polegałby na tym że szereg tych drobnych cząsteczek poruszały się w jednym kierunku.



Wskutek tego komórki eteru musiałyby rzeczywiście nabrać ruch wirowy taki jak przedtem mówiliśmy.



<sup>87</sup> Skreślenie nieczytelne.

[k.15] Także zjawiska indukcji i powstanie sił elektrostatycznych tłumaczy się tym sposobem, ale na omówienie tych szczegółów już czas nam nie starczy.

Trzeba przyznać że cały ten mechanizm jest dosyć sztuczny i mało ludzi zapewne będzie wierzyć że eter rzeczywiście tak jest skonstruowany. Ale także Maxwell nie twierdził że on znalazł rzeczywistą strukturę eteru – bo różne inne mechanizmy można by wymyślić i zostały one także wymyślone, któreby tak samo działały, więc który z nich będzie rzeczywisty? Ale ważność<sup>88</sup> tych rozważań na tem polega że [---]<sup>89</sup> pokazują one iż w ogóle **można** wytłumaczyć zjawiska elektromagnetyczne w sposób mechaniczny, że można wymyślić mechanizm któryby zupełnie takie same siły wywierał, któryby się zupełnie tak samo zachowywał jak rzeczywiste pole elektromagnetyczne. Więc te zjawiska przestają być dla nas coś [---]<sup>90</sup> zagadkowego, elektryczność, piorun, nic nie jest więcej cudownego, dziwnego, bo mając do naszej dyspozycji takie kulki, kółka etc., i dobrego mechanika moglibyśmy naśladować naturę, moglibyśmy to samo działać co ona.

Zresztą użyteczność tych hipotez w tem się okazała, że za pomocą nich Maxwell doszedł właśnie do ujęcia zjawisk elektromagnetycznych w matematycznie najprostsze formułki, że

---

<sup>88</sup> Dopisane nad linią: „ciekawość”.

<sup>89</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>90</sup> Skreślenie nieczytelne.

udało mu się [---]<sup>91</sup> dowieść iż z dwóch praw zasadniczych<sup>92</sup> przy pomocy kilku hipotez – wszystkie zjawiska e[lektro]m[agnetyczne] systematycznie wywieść można.

Są to prawa w zasadzie Państwu z dawniejszych wykładów już znane chociaż<sup>93</sup> zapewne w trochę odmienny sposób wypowiedziane:

I) [---]<sup>94</sup> Zasady elektromagnetyzmu: [---]<sup>95</sup>

Jeżeli masę magnetyczną (równą jedności) okrąży przewodnik (lub część jego) to praca [k.16] wykonana przez siłę magnetyczną jest proporcjonalna do ilości prądu przechodzącego przez przewodnik [---]<sup>96</sup>.

Z tego wynika ... [zdanie niedokończone].

II) Zasada indukcji: siła elektromotoryczna (lub praca wykonana przez jedność elektr[yczna]) [---]<sup>97</sup> (obliczona dla jakiejś bądkrzywej zamkniętej) równa się<sup>98</sup> do zmianie(!) ilości linii sił<sup>99</sup> przechodzących przez podczas 1 rundy(?).

[k.17] Teoria ta dotychczas omawiana obejmuje zjawiska el[ektro]-mag[netyczne] mechanicznie. Rzućmy teraz jeszcze

<sup>91</sup> Skreślenie: „znaleźć dwa”.

<sup>92</sup> Skreślenie: „które jako fundament naszej nauki służą, ponieważ z nich”.

<sup>93</sup> Skreślenie: „może”.

<sup>94</sup> Skreślenie: „Prawa”.

<sup>95</sup> Skreślenie: „praca wykonana przez”.

<sup>96</sup> Skreślenie: „okrążany”.

<sup>97</sup> Skreślenie: „w przewodniku”.

<sup>98</sup> Dopisane pod linią: „jest proporcjonalna”.

<sup>99</sup> Dopisane nad linią: „objętych przewodnikiem”.

okiem na drugi dział zjawiska elektrochemiczne – [---]<sup>100</sup> i zobaczymy jakie rezultaty tutaj osiągnęła praca porządkująca, łącząca różnorodne zjawiska w systematyczną całość – jednym słowem jak dalece się rozwinęła teoria tych zjawisk.

Otóż zauważamy że zawsze przechodzenie prądu przez [---]<sup>101</sup> roztwory soli mineralnych elektrolyty połączone<sup>102</sup> jest z rozkładem chemicznym sybstanty przewodnika, tak że części t.zw. kationy wydzielają się na biegunie ujemnym, a części (anion[y]) na biegunie dodatnim, a ilość tych składników wydzielanych jest proporcjonalna do siły prądu.

Wynika z tego że prąd połączony jest z przenoszeniem materii, z wędrówką cząsteczek metali w jednym kierunku, a pierwiastków<sup>103</sup> kwasów w odwrotnym [---]<sup>104</sup>.

Czemu one się tak poruszają? Biegun dodatni przyciąga cząsteczki ujemne, ujemny cząsteczki dodatnie, jak wiemy z elektrostatyki, zatem należy przypuszczać że [---]<sup>105</sup> kationy posiadają ładunki dodatnie, aniony ujemne. A teraz jeszcze krok dalej idąc powiemy że prąd w elektr[olitach] właśnie polega na przenoszeniu tych ładunków elektr[ycznych] w przeciwnych kierunkach. Wyobrażamy sobie więc że związki chemiczne jak

---

<sup>100</sup> Skreślenie: „czy w ogóle tutaj”.

<sup>101</sup> Skreślenie: „takie”.

<sup>102</sup> Nieczytelny dopisek pod linią.

<sup>103</sup> Nieczytelny dopisek nad linią.

<sup>104</sup> Skreślenie: „a jeszcze krok dalej idąc powiemy że powstanie prądu w elektrolitach właśnie polega na przenoszeniu”.

<sup>105</sup> Skreślenie nieczytelne.



$\text{FeSO}_4$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  składają się z części naładowanej + elektr[ycznie] [ $\text{Fe}_+$ ,]  $\text{Cu}$ ,  $\text{H}_2$  i części –  $\text{SO}_4$ .

Ciężary tych atomów – albo raczej stosunki ich do ciężaru  $\text{H}$  można obliczyć, jak wiadomo, ze zjawisk chemicznych. Pokazuje się że właśnie w tym samym stosunku w jakim znajdują się ciężary składników  $\text{Fe}$ ,  $\text{Cu}$ ,  $\text{H}_2$  – także [---]<sup>106</sup> znajdują się ciężary ionów [tj. jonów] wydzielanych <sup>107</sup> jeżeli jeden i ten sam prąd przechodzi przez różne elektrolity. Prawo Faradaya. To znaczy że ten prąd przechodząc [k.18] przez różne elektrolity rozkłada [---]<sup>108</sup> zawsze równe liczby<sup>109</sup> takich par związanych ionów [jonów].

Zatem też każdy ion [jon] niezależnie od swej natury chemicznej tę samą ilość elektr[yczności] musi zawierać.

Mechanizm tych zjawisk został [---]<sup>110</sup> przez Clausiusa<sup>111</sup> zupełnie wyjaśniony.

W cieczy wyobrażamy obie zwykłe pary ionów [jonów] ze sobą połączone, związane ( $\text{Cu}_- \text{SO}_{4+}$ ). Od czasu do czasu jednak, gdy ich towarzystwo wzajemne nam się uprzykrzyło, i gdy korzystna konstelacya następuje za wspólną zgodą rozwód – i potem znów połączenie z innymi chwilowo wolnymi kandydatami, i tak ciągle zachodzi zmiana. Dopóki para ze sobą żyje

<sup>106</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>107</sup> Dopisek nad linią „rozkładanych” i przekreślenie następnego nieczytelnego wyrazu.

<sup>108</sup> Skreślenie „wydziela”.

<sup>109</sup> Dopisane nad linią: „ilości”.

<sup>110</sup> Skreślenie: „Tym sposobem dochodzimy dopiero”.

<sup>111</sup> Nieczytelny dopisek u góry.

w zgodzie, [---]<sup>112</sup> pole elektryczne wywierane przez bieguny elektr[yczne] jest bezsilne, bo i znoszą się, ale podczas bytu samotnego one jemu podlegają i ulegają, dodatnie są przyciągane przez biegun „-” i wędrują w kierunku ku niemu, a ujemne przeciwnie.

Oczywiście czym większa ilość takich jednostek pojedynczych, w stosunku do par, albo jak się wyrażamy czym większa dysocjacja [dysocjacja], tem więcej będzie tych części transportujących elektr[yczność].

W ciałach źle przewodzących dys[ocjacja] jest bardzo mała, w dobrze przew[odzących], mianowicie w rozrzedzonych bardzo wodnych roztworach soli dys[ocjacja] jest duża, przew[odnictwo] dobre.

Ruch tych ionów jest bardzo powolny. Można te wielkości obliczyć z różnych ...<sup>113</sup>, w ogniwie [---]<sup>114</sup> 1 Volt jeśli dwie płyty odległe o 1 cm:  $H=0,0025$ ;  $Do-Dr = 0,00012/0,00024$ ;<sup>115</sup> a także ładunek który one transportują bardzo mały  $[5 \cdot 10^{-10}]$ <sup>116</sup> =  $1,7 \cdot 10^{-19}$  Coulomba. Za to ilość cząsteczek ich jest nadzwyczajnie wielka, w jednym  $\text{cm}^3$  wody koło  $9 \cdot 10^{22} = 90$  Tryll[iardów] a część w stanie dysocjacji.

<sup>112</sup> Skreślenie: „siły”.

<sup>113</sup> Słowo nieczytelne.

<sup>114</sup> Skreślenie „np. Daniella”.

<sup>115</sup> Odczytanie symboli i wartości w niniejszym zdaniu jest niepewne ze względu na charakter rękopisu.

<sup>116</sup> Jednostka nieczytelna.

Ten stan dysocjacji oczywiście zależy od właściwości chemicznych tych związków, w ogóle od chemicznych. Jest to więc jeden punkt gdzie fizyka wkracza w zakres chemii.

[k.19] Chemia teoretyczna już niejedną korzyść wyciągnęła [---]<sup>117</sup> rozwijając dalej te rozumowania i zdaje się że te zjawiska [---]<sup>118</sup> i siły elektr[yczne] w chemii teoret[ycznej] – jaka kiedyś będzie istnieć (bo terazn[iejsza] chemia jeszcze w stanie bardzo chaotycznym) pierwszorzędą będą rolę odgrywać i może jeszcze okaże się że<sup>119</sup> Berzelius<sup>120</sup> miał rację twierdząc że zjawiska chemiczne są właściwie tylko zjawiskami elektrycznymi.

Ale także w fizyce nowszej te zjawiska dissocy[acji] elektrolitycznej coraz ważniejszą rolę odgrywają. Dawniej dzielono ciała na przewodn[ików] złych (izolat[ory]), elektr[ycznych] i przew[odników] metal[owych]. A teraz coraz więcej rozposzechnia się zdanie (i coraz więcej rzeczy za tem przemawia) że przewodzenie zawsze polega na takiej dysocy[acji] albo ionizacji elektr[ycznej].

Wahano się w początku czy można przyjąć taką hipotezę bo w co mają się rozkładać n.p. cząsteczki gazu jednoatomowego n.p. A[rgonu], He[lu] – a przecież i te gazy przewodzą elektr[yczność].

<sup>117</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>118</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>119</sup> Dopisane nad linią: „była słuszna.”

<sup>120</sup> Jöns Jacob Berzelius (1779–1848) – szwedzki chemik, od 1802 zajmował się badaniami wpływów elektryczności na stopione sole i ich roztwory, pod wpływem czego sformułował elektrochemiczną, biegunową teorię budowy związków chemicznych.

Trzebaby chyba przyjąć że atomy jeszcze mają się rozkładać więc że silne poparcie znalazła jednak ta hipoteza wskutek badania promieni katodowych Röntgena etc. Wiadomo że te zjawiska jeszcze najlepiej tłumaczyć się dadzą przyjmując że polegają one na wyrzucaniu drobnych cząsteczek, które z wielką prędkością się poruszają i częściowo przez inne ciała przenikać mogą. I te ciała muszą być ujemnie naelektryzowane ponieważ pokazało się że te promienie przechodząc nawet przez blaszki metalowe jeszcze [---]<sup>121</sup> ciała na które natrafiają ujemnie naelektryzują. Z różnych zjawisk, mianowicie z tego wpływu elektryzującego i z wpływu pola magn[etycznego] i elektr[ycznego] można obliczyć ładunek elektr[yczny] i masę tych ciałek(?) i pokazało się że ładunek el[ektryczny] jest znów taki sam jak tam a masa, ciężar jest tylko koło 1/1000 część atomu wodoru.

[k.20] Thomson wyobraża sobie zatem że to co nazywamy atomami są właściwie skupienia jeszcze wiele drobniejszych ciałek, które skupienia zwykle bardzo trwałe we warunkach wyjątkowych rozkładowi podlegają tak że ciałka(?) od głównej masy odrywane bywają i wtedy tworzą promienie katodowe, Röntgena, etc...

W metalach jednak [---]<sup>122</sup> należy sobie wyobrazić że ionizacja tych atomów t.j. rozpróśnienie na pojedyncze ciałka jest stosunkowo bardzo duże, a dlatego przewodnictwo także dobre. Te teorie jeszcze są w stanie dość mglistym, jeszcze nie

<sup>121</sup> Skreślenie: „ładunek”.

<sup>122</sup> Skreślenie nieczytelne.

wykończone szczegółowo, ale za głównymi ich zasadami przemawiają poważne argumenty, bo [---]<sup>123</sup> tworzyłyby one równocześnie także tłumaczenie [---]<sup>124</sup> zjawisk magnetoptycznych nie dawno dopiero wykrytych. [puste miejsce pozostawione przez Smoluchowskiego sugeruje, że planował opisać przykłady zjawisk magnetoptycznych].

Widzimy więc, że [---]<sup>125</sup> pojęcia ionizacji t.j. rozkładu cząsteczek złożonych na pojedyncze części, które ładunki dodatnie lub ujemne ze sobą unoszą, tłumaczy nie tylko zjawiska elektrolyzy i przewodzenia prądu przez elektrolyty, ale także jeszcze wielkiego znaczenia może nabrać tłumacząc mechanizm przewodzenia w innych ciałach i tworząc łącznik teorii elektr[yczności] z zjawiskiem ...<sup>126</sup>.

Ta teoria [---]<sup>127</sup> nie jest sprzeczną z [teorią] Maxwella – one odnoszą się w ogóle do [---]<sup>128</sup> zjawisk różnorodnych a o ile się spotykają dają się pogodzić ze sobą.

Jaki będzie dalszy rozwój teorii elektr[yczności]? Czy istotnie uda się wytłumaczyć dziwne specjalne właściwości metali (pod względem elektr[ycznym] i optyczn[ym]) przez ionizację w myśl Thomsona i Drudego? Czy może pokaże się – jak Thomson mniema – że owe ciała – praatomy – są materya-

<sup>123</sup> Skreślenie: „służyłyby”.

<sup>124</sup> Skreślenie: „kilku nowych”.

<sup>125</sup> Skreślenie: „teoria”.

<sup>126</sup> Słowa nieczytelne.

<sup>127</sup> Skreślenie: „da się pogodzić”.

<sup>128</sup> Skreślenie nieczytelne.

łem wspólnym, z którego wszystkie atomy [k.21] pierwiastków chemicznych są zbudowane? Czy może porzucimy wszystkie te teorie jako naiwne mrzonki? Czy dalej rozwinemy myśli Maxwella, czy znajdziemy jakiś mechanizm elektr[yczności], który nam więcej do przekonania będzie przemawiał niż owe kółka zębate etc. Maxwella? Czy może porzucimy zupełnie te teorie mechanistyczne, czy może [---]<sup>129</sup> z czasem myśl, wyobraźnia nasza tak się przyzwyczaj[ą] do działania sił elektromagn[etycznych], że już nie będziemy się starali tłumaczyć elektr[yczności] mechanicznie tylko może zjawiska mechaniki będziemy tłumaczyć działaniem sił elektr[ycznych]?

A może jak poznaliśmy promienie Röntgena etc., poznamy nowy rodzaj zjawisk który znów zupełnie nowe horyzonty nam otworzy?

Ciekawe są te pytania – co do [---]<sup>130</sup> których zresztą nie śmiem bawić się w prorocтва – ale jeszcze ciekawszem<sup>131</sup> jest ogólne pytanie: Czy te teorie fizyki, których tyle już powstało i tyle znów zaginęło, [---]<sup>132</sup> są tylko dziełem przypadku, upodobania chwilowego, czy one są tylko marną zabawką naszego umysłu? Czy też dążą one do jakiegoś oznaczonego celu, czy jest w ich rozwoju: postęp? Czy znajdziemy raz prawdę, rzeczywistość ukrytą za zjawiskami? – Na to trzeba odpowiedzieć że my wcale nie mamy pretensyi odkryć tego świata który jest

<sup>129</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>130</sup> Skreślenie: „względem”.

<sup>131</sup> Dopisane nad linią: „ważniejszym”.

<sup>132</sup> Skreślenie: „będą zawsze”.

za kulisami zjawisk fizycznych – tamten świat nas – jako fizyków nic nie obchodzi – my dążymy tylko do poznania zjawisk przyrody takich jakie nam się okazują, a teorie nasze fizyczne mają być tylko obrazem, modelem tego co się dzieje w naturze. Czemu prościejszy taki model, mechanizm czem więcej zjawisk obejmuje i czem wierniej on oddaje [---]<sup>133</sup> zjawiska w rzeczywistości zachodzące tem lepsza jest teoria. I pod tym względem ciągły jest postęp [---]<sup>134</sup>. Tak pierwotnie teorie elektr[yczności] [k.21v] ograniczały się na obręb elektrostatyki. Później udało się zapomocą prawa Webera objąć wszystkie zjawiska elektr[o] magn[etyczne] – o ile były znane. A wreszcie Maxw[ella] teoria o tyle jest doskonalszą że oddaje także zjawiska fal elektr[omagnetycznych] które polegają na przenoszeniu<sup>135</sup> sił elektr[omagnetycznych]. I tak na wszystkich polach fizyki. Tu teorie, mechanizmy coraz lepiej się wydoskonalają, coraz wierniej oddają działanie sił natury.

I dumni być możemy jeżeli wstecz spoglądamy na drogę którą przebyła fizyka w ostatnim stuleciu – wszak prawie cała nauka [o] elektr[yczności] powstała w ostatnich stu latach zwłaszcza jeżeli pomyślimy o skutkach, o zastosowaniach w technice i o tym...<sup>136</sup> który fizyka zastosowana dokonuje w życiu społecznym – ale z drugiej strony gdy się zdarzy

<sup>133</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>134</sup> Skreślenie: „Stara teoria emisyjna światła nie mogła oddać zjawisk interferencji, teoria ondulacyjna mechaniczna nie”.

<sup>135</sup> Dopisane nad linią: „rozchodzeniu się”.

<sup>136</sup> Słowo nieczytelne.

znów odkrycie jak promieni Rönt[gena,] które wskazują wiele jeszcze tam może być zjawisk o których jeszcze wyobrażenia nie mamy, gdy pomyślimy jakie zadania jeszcze fiz[yka] teoret[yczna] ma do spełnienia(?)...<sup>137</sup> – wraz z chemią – zjednoczy w jeden system – wytłumaczy je, jak to mówimy – to znów doznamy uczucia jakie Newton dokonawszy największego odkrycia fizyki i astronomii, odkrycia siły grawitacji, określił ładnem powiedzeniem:

Zdaje mi się że jestem jak dziecko nad brzegiem oceanu nieskończonego które bawi się w piasku i raduje się gdy znajdzie ładny, barwny kamyczek.

---

<sup>137</sup> Słowa nieczytelne.





# O elektronach, Polskie Towarzystwo Politechniczne, Lwów (29 III 1905)

Marian Smoluchowski (oprac. M. Dziekan, P. Polak)

[k. 1 (63)]<sup>1</sup> [Polskie] Towarz[ystwo] Politechn[iczne]  
29/III 1905 „O elektronach”

[---]<sup>2</sup>

W ostatnich dziesięciu latach [---]<sup>3</sup> przeżyliśmy fizycy okres tak nadzwyczajnych odkryć, że wskutek nich [---]<sup>4</sup> zostaliśmy zmuszeni zmienić zupełnie nasz pogląd na świat. Następuje – a częściowo nastąpił już – przed naszymi oczami przewrót w całej fizyce, jakiego to nauka od dawna nie doznała [---]<sup>5</sup>. Pierwszorzędne powagi naukowe wypowiedają zdania,

---

<sup>1</sup> W rękopisie znajduje się podwójna foliacja – oryginalna, zastosowana przez Smoluchowskiego i wtórna, związana z włączeniem rękopisu do jednostki archiwalnej. W niniejszym opracowaniu jako podstawowe numery kart przyjęto numery oryginalne, natomiast w nawiasach okrągłych podano numery kart nadane w ramach jednostki archiwalnej BJ 9398 IV.

<sup>2</sup> Pierwszy akapit skreślony: „Chciałbym Sz[anownemu] Państwu dać dzisiaj krótki zarys teorii elektronów, tej najnowszej, najmłodszej gałęzi fizyki teoretycznej”.

<sup>3</sup> Usunięto: „zostały dokonane odkrycia”.

<sup>4</sup> Usunięto: „zmieniliśmy”.

<sup>5</sup> Skreślenie nieczytelne.

które do niedawna uważałyby za fantastyczne mrzonki lub za bezsensowne herezye. Pojęcie atomu chemicznego traci swe dawne znaczenie; natomiast przypuszczamy, że elektr[yczność] składa się z atomów elektr[ycznych], zmienia się zupełnie zapatrywanie na istotę elektryczności; pierwszorzędni chemicy twierdzą z zimną krwią iż obserwują jak [---]<sup>6</sup> jeden pierwiastek chemiczny zamienia się w inny<sup>7</sup> pierwiastek, więc że dawne marzenia alchemistów [spełniają się]<sup>8</sup>; [---]<sup>9</sup> nawet starodawne uświęcone prawa mechaniki Newtona dla nas nie są święte, obecnie wątpimy w ich ścisłość, itd.

Otóż chciałbym dzisiaj podać Sz[anownemu] Państwu krótki zarys [---]<sup>10</sup> teorii, która najściślej związana jest z owymi nowymi zdobyczami i rewolucyjnymi poglądami w nauce, t.j. teorii elektronów. Nie jest to łatwym zadaniem, bo chcąc dać pojęcie o [---]<sup>11</sup> doniosłości tej teorii muszę poruszyć kwestyę z rozmaitych dziedzin fizyki, a trudno to uczynić choć pobieżnie w krótkim czasie do dyspozycji będącym.

Teorya elektronów stanowi **odmianę** czyli **uzupełnienie teorii elektryczności Maxwella**, i polega zupełnie na zasa-

<sup>6</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>7</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>8</sup> Zdanie składowe zostało dopisane powyżej linii i zakończone wielokropkiem, sugerującym że Smoluchowski nie kończy oczywistej frazy z braku miejsca, zatem uzupełniono na podstawie kontekstu wypowiedzi.

<sup>9</sup> Kilka wyrazów skreślonych, nieczytelne.

<sup>10</sup> Skreślenie: „teorii elektronów”.

<sup>11</sup> Skreślenie nieczytelne.

dach teorii Maxwella, zatem też matematyczne<sup>12</sup> [k. 2 (64)] rozwinięcie teorii elektronów polega ostatecznie na zastosowaniu owych sławnych równań, które według Maxwella określają sposób, jak się rozchodzą i jak działają siły elektromagnetyczne w przestrzeni {eterze}<sup>13</sup>.

$$\frac{\partial \mathcal{V}}{\partial t} + \mathcal{J} + \vec{u} \operatorname{div} \mathcal{D} + \operatorname{curl} \nabla_{\vec{u}} \mathcal{V} = c \operatorname{curl} \mathcal{J}$$

$$\frac{\partial \mathcal{E}}{\partial t} = - \operatorname{curl} \mathcal{Z}$$

Nie mogę dzisiaj oczywiście rozprawiać tu o tej teorii, tylko na dwa punkty chciałbym zwrócić uwagę, które są dla niej charakterystyczne i które także dla nas w dalszym ciągu będą ważne.

**Po pierwsze wiadomo, że według Maxwella siły elektromagnetyczne nie działają natychmiastowo na odległość, lecz rozchodzą się z pewną określoną prędkością.**

W skutek tego, jeżeli w jednym punkcie pozostają peryodycznie [tj. okresowo] zmienne siły n.p. podczas rozbrojenia

<sup>12</sup> Na odwrocie karty 1v(63v) notatka Smoluchowskiego: wzory związane z teorią Maxwella. Wydaje się, że Smoluchowski miał na myśli wzory sugerując wstawienie na k. 2 (46) wyrażenia matematycznego.

<sup>13</sup> Dopisane nad linią tekstu: „eterze”. Dopiski tego typu będą wstawiane do tekstu w nawiasach klamrowych. Ponadto dopisane słowo nieczytelne.

butelki lejdejskiej, to [---]<sup>14</sup> peryodyczne siły będą się rozchodzić, podobnie jak fale po powierzchni wody, tylko z tą różnicą że rozchodzić się będą we wszystkich kierunkach przestrzeni, nie tylko w płaszczyźnie. Takie rozchodzenie się peryodyczne zmiennych sił elektrycznych [---]<sup>15</sup> właśnie określamy nazwą „fal elektrycznych”; [---]<sup>16</sup> wiadomo że istnienie takich fal doświadczalnie okazaniem **zostało pierwszy raz przez Hertza {1887}**, że na tych falach polega **telegrafia bez drutu** wydoskonalona tak znakomicie przez Marconiego i innych fizyków, i wiadomo że według Maxwella także promienie światła i tzw. ciepło promien[iste](?) [---]<sup>17</sup> nie są niczem innym jak takimi falami elektrycznymi. Jedyne ich różnica jest ilościowa, gdyż najdłuższe fale należące do promieniowania pozaczzerwonego, skonstatowane przez Rubensa<sup>18</sup> i Nicholisa(?)<sup>19</sup> posiadały długość 6,06 m[ikronów(?)]<sup>20</sup>, a najkrótsze fale elektr[omagnetyczne] sztucznie wytworzone za pomocą [---]<sup>21</sup> iskielektrycznych posiadały długość 6 m[ikronów(?)].

<sup>14</sup> Usunięto kilka słów, nieczytelne.

<sup>15</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>16</sup> Skreślenie: „które to fale”, poniżej skreślenie nieczytelne.

<sup>17</sup> Skreślenie: „innego nie jest”.

<sup>18</sup> Heinrich Rubens (1865–1922) – niemiecki fizyk, prowadził badania nad promieniowaniem elektromagnetycznym w zakresie podczerwieni.

<sup>19</sup> Ernest Fox Nichols (1869–1924) – amerykański fizyk, w latach 1894–1896 współpracował w Berlinie z H. Rubensem.

<sup>20</sup> Jednostka zanotowana przez Smoluchowskiego jest trudna do odczytania, kontekst wypowiedzi sugeruje, że chodziło o mikrony, czyli mikrometry ( $10^{-6}$  m).

<sup>21</sup> Skreślenie: „drgać”.

[k. 3 (65)] **Nie mogę się wdawać w omówienie dowodów przemawiających** za tą teorią elektromagnetyczną światła, wystarczy [---]<sup>22</sup> powiedzieć że chyba [---]<sup>23</sup> **ani jeden z fizyków naukowo** pracujących dzisiaj już nie uznaje dawnej teorii undulacyjnej [tj. falowej], według której światło miało być drganiem poprzecznym eteru, że w ostatnim dzwudziestoleciu(?) zupełnie teoria elektromagnetyczna zwyciężyła, a teoria undulacyjna poszła do muzeum starych rupieci i do książek przeznaczonych dla szkół ludowych i gimnazyów.

**Drugi ważny wniosek** wypływający z teorii elektromagnetycznej Maxwella i stanowiący jeden z najważniejszych jej znamion jest wpływ magnetyczny prądów konwekcyjnych. Wiadomo że prąd jednego Ampera polega na [---]<sup>24</sup> przepływanie ładunku jednego Coulomba (przez sekundę) przez przekrój konduktora, i że ten prąd wytwarza dookoła siebie pole magnetyczne tak że przeprowadzając taki prąd po obwodzie koła otrzymamy w skutku siłę...<sup>25</sup> według prawa Biot[a]-Savarta. Otóż Maxwell twierdził że tak samo powstanie pole magnetyczne, jeżeli zamiast przewodnika weźmiemy<sup>26</sup> ciało naelektryzowane i poruszające się [---]<sup>27</sup>, więc n.p. jeżeli krążek [---]<sup>28</sup> wirujący dookoła swej osi z prędkością jednego

<sup>22</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>23</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>24</sup> Skreślenie: „przenoszeniu”.

<sup>25</sup> Wyrażenie częściowo nieczytelne.

<sup>26</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>27</sup> Skreślenie dopisku powyżej, nieczytelne.

<sup>28</sup> Wstawiona linia, następnie przekreślona, skreślenie nieczytelne.

obrotu na sekundę naładujemy tak że ładunek będzie jeden Coulomb, to powstanie pole magnetyczne dookoła tak samo jak gdyby prąd 1 Amp[era] przepływał po jego obwodzie. A w ogólności zatem ruch [---]<sup>29</sup> ładunku elektrycznego  $e$  (przypadającego na jedność objętości) z prędkością  $n$  równoważny jest prądowi natężenia  $en$ .

Ładunki których w praktyce udzielić można takiemu krążkowi są bez porównania mniejsze niż 1 Coul[omb], dla tego też z powodu [---]<sup>30</sup> drobnosci tych sił trudno ich istnienie wykazać, ale przecież doświadczenia wykonane z największą starannością<sup>31</sup> [k. 4 (66)] przez Rowlanda<sup>32</sup> {1876} i przed dwoma laty przez panów Crémieu<sup>33</sup> i Pender<sup>34</sup> {1902/3} potwierdziły w zupełności te przypuszczenia Maxwella.

Prądy takie, które polegają na ruchu ciał naelektryzowanych [---]<sup>35</sup> nazywamy **prądami konwekcyjnymi**. Pewien rodzaj ich od dawien dawna był znany t.j. przewodzenie prądu

<sup>29</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>30</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>31</sup> Na odwrocie karty 3v (65v) znajduje się kilka drobnych obliczeń.

<sup>32</sup> Henry Augustus Rowland (1848–1901) – amerykański fizyk, zajmował się analizą widmową światła, twórca wysokiej jakości siatki dyfrakcyjnej.

<sup>33</sup> Victor Crémieu (1872–1935) – francuski fizyk, prowadził badania naelektryzowanych obracających się dysków, dzięki czemu potwierdził wcześniejsze obserwacje Rowlanda wspomniane przez Smoluchowskiego.

<sup>34</sup> Harold Pender (1879–1959) – amerykański fizyk, który niezależnie od prac Crémieu próbował potwierdzić obserwacje Rowlanda.

<sup>35</sup> Skreślenie: „elektrycznością”.

przez **elektrolity**. Tutaj ruch elektryczności związany jest z ruchem [---]<sup>36</sup> jonów [jonów], tj. atomów lub też pewnych grup atomów, naładowanych elektrycznością. Tak n.p. przewodzenie elektry[czne] przez kwas azotowy [---]<sup>37</sup> następuje wskutek tego że jony wodoru  $H_+$  poruszają ku biegunowi ujemnemu, a jony  $NO_3^-$  -  $Cl^-$  ku biegunowi dodatniemu (anodzie).

Ważnem jest, że przy tem zjawisku okazuje się iż **każdy ion jednowartościowy [---]<sup>38</sup> zaopatrzony jest zawsze jednym i tym samym ładunkiem**, jak to wynika z praw Faraday'a elektrolizy. Można nawet wielkość jego oznaczyć, do wydzielenia 1 gramu  $H_2$  potrzeba mianowicie przejścia ilości elektryczności 96513 Coul[omba]<sup>39</sup> zatem  $1 \text{ cm}^3 = 8,67 \text{ Coul[omba]}$  a w  $1 \text{ cm}^3$  znajduje się jak wiemy z teorii kinetycznej gazów  $4 \cdot 10^{19}$  drobin  $H_2$  zatem ładunek jednego H {atomu który waży} wynosi  $2,2 \cdot 10^{-19} \text{ Coul[omba]} = \dots = 3,3 \cdot 10^{-10} \text{ est(?)}$ . Ładunek dwuwartościowego jonu Cu, Zn dwa razy  $6.6 \cdot 10^{-10}$ .

Otóż już w roku **1881 Helmholtz** zwrócił uwagę na fakt że przy elektrolizie elektryczność znachodzi się jedynie w ilościach wielokrotnych tego ładunku elementarnego, że to jest najmniejsza ilość która może zostać wydzielona, i **wypowiedział wobec tego przypuszczenie, że może elektryczność, tak samo jak materya ma skład atomistyczny, myśl którą później**

<sup>36</sup> Skreślenie: „atomów”, następnie skreślenie „atomów, albo raczej”.

<sup>37</sup> Skreślenie: „siarkowy”.

<sup>38</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>39</sup> Słowo nieczytelne.



**Boltzmann** bardzo popierał. Obecnie wiemy, że [k. 5 (67)] tak jest i owe atomy elektryczne to są właśnie elektrony.

Ale powróćmy do teorii elektromagnetycznej światła. Także ona naprowadziła na to samo pojęcie elektronów. Przedewszystkiem **sam fakt, że ciała wszystkie bezustannie wydają z siebie promieniowanie** (jeżeli temperatura niska tylko promienie pozaczerwone, ciepłe, we wyższej temp[eraturze] (powyżej  $500^{\circ}$ - $700^{\circ}$  [C] temp[eratura] czerwonego żaru także świetlne) sam ten fakt wskazuje na to że w drobinach czy atomach coś może być, co bezustannie wytwarza fale elektromagnetyczne. Nie mogą to być iskry elektr[yczne], bo skąd by się brała energia do tego potrzebna, ale jak obecnie sobie tłumaczymy, są to właśnie owe elektrony które, tak samo jak atomy są w bezustannym ruchu drgającym i wskutek tego wysyłają fale elektromagnetyczne. [---]<sup>40</sup> Planck, który rozwinął teorię elektromagnetyczną promieniowania i na jej podstawie doszedł do ogólnego [---]<sup>41</sup> prawa promieniowania empirycznie stwierdzonego, był nawet w stanie ze znanej wielkości promieniowania obliczyć elementarny ładunek takiego elektronu, mianowicie  $4,69 \cdot 10^{-10}$ (est(?)). Powrócimy później jeszcze do tej liczby.

Elektromagnetyczna teoria światła w swej pierwotnej formie posiadała różne słabe strony, przedewszystkiem nie zdała sprawy z istnienia dyspersji [dyspersji] {rozszczipiania}

<sup>40</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>41</sup> Skreślenie: „wzoru”.

i absorpcji [absorpcji] w izolatorach [---]<sup>42</sup>. Dopiero gdy Helmholtz {1892}, [---]<sup>43</sup>, a zwłaszcza w najdoskonalszej formie Drude uzupełnili swą teorię uwzględniając wpływ, który muszą mieć elektrony ruchome w ciele się znajdujące, podobnie do [---]<sup>44</sup> rezonatorów w akustyce, dopiero wtedy otrzymano [k. 6 (68)] wzory matematyczne dla [w]spółczynnika absorpcji i dla [w]spółczynnika załamania najzupełniej zgodne z [---]<sup>45</sup> pomiarami doświadczalnymi. Te zjawiska absorpcji i dyspersji stanowią zatem już **trzeci po kolejji dowód dla istnienia** owych elektronów, które (?) obecnie poznaliśmy.

Ale jeszcze wyraźniejsze wskazówki co do ich istoty daje zjawisko odkryte w roku **1897 przez Zeemana**, mianowicie wpływ pola [---]<sup>46</sup> magnetycznego na promieniowanie. Zeeman obserwował widmo pochodzące od płomienia [palnika] Bunsena zabarwionego sodem na żółto, okazujące jak wiadomo zwłaszcza jedną linię charakterystyczną [---]<sup>47</sup> D, która właściwie składa się z dwóch linii tak bardzo zbliżonych 589,0; 589,6 że tylko w lepszych [---]<sup>48</sup> spektroskopach można je rozróżnić.

<sup>42</sup> Skreślenie dopisku powyżej nieczytelne. Skreślenie początku kolejnego zdania: „Tłomaczył że metale jako przewodniki są nieprzezroczyste, ale”.

<sup>43</sup> Skreślone nazwisko, nieczytelne. Powyżej nazwiska Helmholtza dopisano również jeszcze jedno nazwisko, niestety nieczytelne, wraz z datą prawdopodobnie 1887 lub 1897.

<sup>44</sup> Skreślenie: „jak”.

<sup>45</sup> Skreślenie: „doświadczeniem”.

<sup>46</sup> Skreślenie: „elektro”.

<sup>47</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>48</sup> Skreślenie nieczytelne.

Otóż gdy wytworzył następnie pole [---]<sup>49</sup> magnetyczne [---]<sup>50</sup> za pomocą bardzo silnego elektromagnesu, na około płomienia, pokazało się że każda z owych linii rozszczepiła się na dwie lub trzy, zależnie od pozycji magnesu, to znaczy że barwa promieni wysyłanych została zmieniona nieco przez obecność pola magnetycznego. Zmiana ta jest nadzwyczaj drobna i tylko w najlepszych aparatach dostrzegalna, i dla tego też uszło [---]<sup>51</sup> innym badaczom, którzy – począwszy od Faradaya – za takim zjawiskiem daremnie szukali [---]<sup>52</sup>. Zjawisko to tłumaczy się w bardzo prosty sposób oddziaływaniem pola magnetycznego na ruch owych elektronów, których drgania [---]<sup>53</sup> powodują promieniowanie, tłumaczą się także<sup>54</sup> [k. 7 (69)] zjawiska polaryzacji, które przy tem występują, i [---]<sup>55</sup> obliczenie matematyczne oparte na tych obserwacjach nawet nasuwa pewne wnioski co do istoty owych elektronów. Pokazuje się że elektrony tu działające posiadają ładunki ujemne i że stosunek ładunku elektrycznego do ich masy materialnej wynosi  $e/m=1,6 \cdot 10^7$  (em).

<sup>49</sup> Skreślenie: „elektro”.

<sup>50</sup> Skreślenie dopisku powyżej: „H=22.400”.

<sup>51</sup> Skreślenie: „to”.

<sup>52</sup> Skreślenie: „Zeeman zawiadomił o swem odkryciu prof Lorentza w Leyden, który się zajmował wypracowaniem matematycznym teorii elektronów; a Lorentz [---] zauważył że jest to zjawisko w zupełnej zgodności z jego teorią”.

<sup>53</sup> Skreślenie: „dają”.

<sup>54</sup> Na odwrocie karty 6v(68v) zanotowany został wzór oraz wartość stosunku  $e/m=1,6 \cdot 10^7$ .

<sup>55</sup> Skreślenie nieczytelne.

Ograniczę się na tych kilku [---]<sup>56</sup> słowach co do wymienianych zjawisk, [---]<sup>57</sup> obszerniej jednak chciałbym omówić zjawiska [---]<sup>58</sup> innego rodzaju, t.zw. promienie katodowe, które najwięcej przyczyniły się do odsłonięcia tajemnic istoty elektronów, i które najsilniejszy tworzą fundament dla tej teorii.

Wiadomo że w **zwykłych warunkach gazy są stosunkowo bardzo dobrimi izolatorami**, [---]<sup>59</sup> a dopiero po przekroczeniu pewnej bardzo znacznej siły elektromotorycznej (1 mm – 4 800V; 2 cm – 31 300V; 2 m – 3 080 000V) występuje stacyczny(?) przepływ elektryczności, rozbrojenie w kształcie iskry elektrycznej. Gdy gaz rozrzedzamy, zmniejsza się jego wytrzymałość elektryczna, rozbrojenie następuje już przy znacznie niższym potencyale (>400 V), a przebiega mniej gwałtownie, iskra rozszerza się i zamienia się w [---]<sup>60</sup> masę świetlną wypełniającą prawie całe wnętrze rury, **której barwa zależy od istoty gazu**. Takie rurki nazywamy **Geisslerowskimi**. Gdy jednak rozrzedzanie dalej postępuje, [---]<sup>61</sup> poniżej 1/10-1/100 mm[Hg] opór rurki znowu wzrasta, a zjawisko **zmienia swój wygląd. Światło wypełniające rurkę [---]<sup>62</sup> i sięgające od katody do anody znika, a pozostają jedynie bardzo słabe, ledwie dostrzegalne, promienie, wychodzące z katody, które poznać się dają**

<sup>56</sup> Skreślenie: „uwagach”.

<sup>57</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>58</sup> Skreślenie: „występujące”.

<sup>59</sup> Skreślenie: „tak że”.

<sup>60</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>61</sup> Skreślenie: „do”.

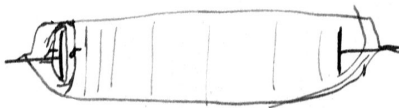
<sup>62</sup> Skreślenie nieczytelne.

przedewszystkiem tem że miejsce rurki na które wpadają [k. 8 (70)] rozświetla się jednakowo zielonem blaskiem fluorescencyi {z nich pochodzą promienie Röntgena}.

To są owe sławne promienie katodowe, odkryte i zbadane już 30 lat temu {1874} przez sławnego chemika **angielskiego Crookesa, które jemu dały powód** do wygłoszenia śmiałej hipotezy o **czwartym stanie skupienia**, długi czas pogardzanej i wyśmiewanej, aż się obecnie w mało co zmienionej formie do czekało wspaniałego zmartwychwstania. Długi czas zwłaszcza Niemieccy fizycy [---]<sup>63</sup> próbowali wytłumaczyć dziwne zjawiska tutaj występujące rozmaitemi sposobami, aż wskutek nowych odkryć Thomsona<sup>64</sup> i Kauffmana {1897} wszyscy musieli przyznać, że jedynie teoria elektronów, przewidywana przez Crookesa daje wyjaśnienie wystarczające.

Wspomnę zaraz że mamy także liczne inne sposoby wytwarz[ania] pr[omieni] kat[odowych]; n.p. ciała żarzące, światło pozafioletkowe, ciała radioaktywne, itd.

Według obecnego stanu nauki te promienie nie są niczem innym jak strumieniem, gradem elektronów wyrzucanych z ka-



tody. [---]<sup>65</sup> Już Crookesa wytłumaczenie polegało na tem, że są to drobne cząstki naładowane silnem ładun-

kiem elektryczności ujemnej i dla tego od katody wyrzucane

<sup>63</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>64</sup> Dopisane nad linią: 1897.

<sup>65</sup> Skreślenie: „Elektrony”.

W kierunku spadku potencjału  $\frac{\partial V}{\partial u}$  nabywają one ogromną prędkość [---]<sup>66</sup> i poruszają się one w dalszym ciągu prawie prostolinijnie, prostopadle do powierzchni katody.

To jest **pierwsza w oczy wpadająca właściwość różniąca ich od światła pozytywnego(?)**, że się wcale **nie troszczą o miejsce gdzie się znajduje** anoda, tylko prostolinijnie się rozchodzą.

Pochłonięte do pewnego stopnia przez gaz, przepuszczane przez blaszki aluminium. Wpadają w dalszym ciągu z wielką energią kinetyczną na ścianę i pobudzają jej drobiny i atomy do drgań, a zatem wytwarzają **owe światło fluoroscencyi**.

[k. 9 (71)] Barwa jego zależy od rodzaju [---]<sup>67</sup> substancji na które promienie wpadają. {Promienie Röntgena 1895 nieregularne ...<sup>68</sup>}.

Oprócz tego oczywiście *bombardament* [przest. bombardowanie] ten musi **ogrzewać ścianę** i wywierać na nią **pewne ciśnienie**, ogrzanie rzeczywiście występuje bardzo silnie, tak że blaszka platynowa szkło może zostać rozżarzone, a nawet przetopione. Ciśnienie mechaniczne trudniej okazać. Crookes wprawdzie tem sposobem tłumaczył ruch wiatraczka pod wpływem tych promieni, ale zdaje się że [---]<sup>69</sup> w pierwszym rzędzie

---

<sup>66</sup> Skreślenie: „Wskutek ogromnej prędkości, którą przy tym nabywają w kierunku spadku potencjału”.

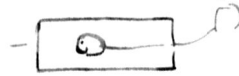
<sup>67</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>68</sup> Słowo nieczytelne, zdanie bądź równoważnik zdania prawdopodobnie niedokończone.

<sup>69</sup> Skreślenie nieczytelne.

ruch ten należy przypisać siłom elektrostatycznym powstającym przez naładowanie łopatek koła ujemną elektr[ycznością].

Nie wspominałem...<sup>70</sup> jeszcze, ale to się rozumie przez się, że **miejsca na które te promienie wpadają, otrzymują silne ładunki elektryczne ujemne**, i to zostało udowodnione przez staranne doświadczenia Perrina<sup>71</sup>; co najdziwniejsze że nawet promienie które przeszły **przez cienką blaszkę aluminiową** {bo taka je przepuszcza} ciała poza nią znajdujące się ładują elektrycznością ujemną.



To oczywiście dowodzi że transportują one ze sobą elektr[yczność] ujemną.

Dalszą konsekwencją jest że [---]<sup>72</sup> na kierunku ich musi **wpłynąć pole elektryczne** {Thomson}, że przechodząc między płytami kondensatora (w próżni!) muszą się przegiąć w kierunku ku płycie +.



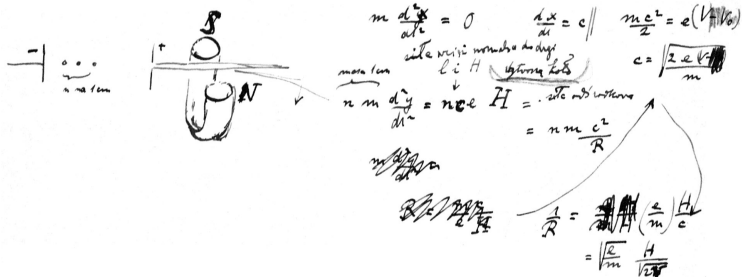
Nie mamy tutaj takiego aparatu, możemy jednak okazać inne zjawisko nadzwyczaj ciekawe t.j. podobny **wpływ pola magnetycznego**. Na takie promienie musi bowiem magnes działać bardzo odchylająco, podobnie jak na drut przewodzący prąd elektr[yczny]. [k. 10 (72)] Gdyby silniejszy magnes to zwiąnęły się promień w koło.

<sup>70</sup> Słowo nieczytelne

<sup>71</sup> Jean Baptiste Perrin (1870–1942) – francuski fizyk, laureat Nagrody Nobla, w roku 1895 wykazał, że promienie katodowe jest strumieniem ujemnie naładowanych cząsteczek.

<sup>72</sup> Skreślenie nieczytelne.

Bardzo łatwo da się wykonać obliczenia tego zjawiska które nas do ciekawych doprowadzi wniosków



zatem [---]<sup>73</sup> krzywizna tem mniejsza czem mniejsze  $H$ , więk-  
sze  $c$  zatem czem więk-  
sze  $V$  [oznaczenia:  $c$  – szybkość elek-  
tronu,  $m$  – jego masa,  $V$  – potencjał,  $H$  – wartość siły odśrodko-  
wej,  $R$  – promień łuku].

Wyróżniamy rurki „twarde” i „miękkie”, w pierwszych  
promienie sztywniejsze, bo  $c$  więk-  
sze {**Armata, Moździerz**}.  
[---]<sup>74</sup> Ale oprócz tego mamy tutaj środek do obliczenia sto-  
sunku  $\frac{e}{m}$ :  $\frac{e}{m} = \frac{2V}{HR^2}$ ; a potem z tego także obliczenie takie(?) wy-  
konał pierwszy Schuster<sup>75</sup>, potem Thomson, i inni i pokazało się

<sup>73</sup> Skreślenie nieczytelne.

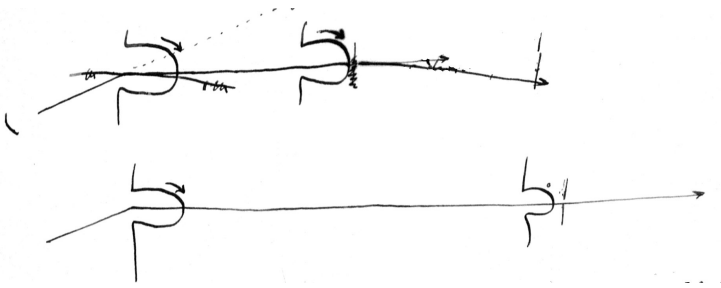
<sup>74</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>75</sup> Arthur Schuster (1851–1934) – brytyjski fizyk niemieckiego po-  
chodzenia, studiował m.in. u Wilhelma Eduarda Webera i Hermanna  
von Helmholtza. Zajmował się m.in. spektroskopią, elektrochemią,  
optyką i obrazowaniem przy pomocy promieni Röntgena. Na temat  
jego wkładu w proces odkrywania elektronu (Feffer, 1989).



że wartość  $\frac{e}{m} =$  mniej więcej  $1 \cdot 10^{17}$  (e/gr(?)<sup>76</sup>), prędkości kolosalne, zależne od V ale rzędu wielkości wielkości 1/10 prędkości światła. Jeden i drugi wniosek były nadzwyczaj zadziwiające, starano się oczywiście bezpośrednią metodą zmierzyć prędkość. Wykonali to metodą nadzwyczajnie pomysłową Des Coudres<sup>77</sup> i Wiechert<sup>78</sup>. Szczegółów nie podam, tylko zaznaczę zasadę tych doświadczeń. Polegały na podobnej zasadzie jak metoda Fizeau do mierzenia prędkości światła.

Wyobraźmy sobie dwa elektromagnesy [---]<sup>79</sup> albo po prostu skrzywione kawały konduktora [przewodnika] które wytwarzają pole magnetyczne zmienne w dwóch punktach, i tak powodują skrzywienie promienia.



<sup>76</sup> Jednostki nieczytelne, prawdopodobnie powinno być „jednostek elektromagnetycznych/gram”.

<sup>77</sup> Theodor Des Coudres (1862–1928) – niemiecki fizyk, jako pierwszy wyznaczył ładunek i szybkość cząstek  $\alpha$ .

<sup>78</sup> Emil Johann Wiechert (1861–1928) – niemiecki geofizyk, prowadził badania promieni katodowych i znacząco przyczynił się do odkrycia elektronu.

<sup>79</sup> Skreślenie nieczytelne.

Tak otrzymali  $c=20[000]-50\ 000$  km/sek zatem liczby [---]<sup>80</sup> zupełnie zgodne z owymi poprzednimi, więc oczywiście pośrednio także tamtą teorię w ogóle popiera.

Najdokładniejsze rezultaty otrzymuje się jednak inną metodą porównując zboczenie **magnetyczne ze zboczeniem elektrycznym**

$$\frac{nmc^2}{r} = neE \{\text{przybliżenie(?)}\} \text{ z czego } \frac{1}{r} = \frac{e}{m} \frac{E}{c^2}$$

$$\text{dzieląc: } \frac{r}{R} = \frac{cH}{E}.$$

Jeszcze ciekawsze są jednak wyniki co **do masy**, pokazało się bowiem że stosunek ten  $e/m$  jest zupełnie nie zależny od natury gazu i od natury [---]<sup>81</sup> metalu z którego się składa katoda. A mianowicie  $e/m = 10^7$  podczas gdy dla atomu wodoru  $e/m = 10^4$  zatem 1000 razy mniej.

Ażeby móc dalsze wnioski z tego wyciągnąć trzeba było poszukać metody do **obliczenia  $e$  samego**. Wykonali to Thomson i Wilson zapomocą metod nadzwyczaj pomysłowych polegających na tem że para wodna przesycona kondensuje się pod wpływem promieni katodowych na tych elektronach i że z ilości kropelek wytworzonych i z ilości elektryczności [k. 12(74)] przewodzonej można było  $e$  obliczyć. Otrzymali  $e=3,4 \cdot 10^{-10}$  (est.(?)) znowu **jednakową w wszystkich gazach**.

<sup>80</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>81</sup> Skreślenie: „elektrody”.

Jest to ta sama ilość, którą transportuje 1 [---]<sup>82</sup> atom H przy elektrolizie. Zatem wynika że  $m$  jest 1000 razy mniejsze! Więc podczas gdy dawniej atomy uważano za niepodzielne pokazało się że istnieją jeszcze elektrony **1000 razy mniejsze! Thomson wnioskuje** z tego w związku z równością wartości  $e/m$  dla [---]<sup>83</sup> wszystkich substancji, że atomy składają się właśnie z drobnych ciałek  $\pm \bar{e}^{\pm}$  i że taki atom utraciwszy jeden elektron staje się atomem dodatnim, (dodatnim ionem w elektrolizie). To byłyby zatem **składniki właściwej materii, te cegły, z których atomy są zbudowane**. A trzeba przyznać że liczne zjawiska przemawiają za tą teorią, w pierwszym rzędzie fakt, **że rzeczywiście [---]<sup>84</sup> atomy jednego pierwiastka chemicznego mają** się zamieniać na atomy innego rodzaju (Ra→He), a dalej **różne zjawiska** ciał radioaktywnych, jako złożoność widma pierwiastków.

Obecnie jednak chciałbym zwrócić uwagę Sz[anownych] Panów na inny szczegół nadzwyczajnie ciekawy. Pokazało się bowiem przy pomiarach bardzo dokładnych Kaufmanna<sup>85</sup> że

<sup>82</sup> Skreślenie: „Ion”.

<sup>83</sup> Skreślenie: „różnych”.

<sup>84</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>85</sup> Walter Kaufmann (1871–1947) – niemiecki fizyk doświadczalny, od 1900 roku dokonywał pomiarów zależności masy elektronu od jego szybkości. Do wyników Kaufmanna Smoluchowski odnosił się bardzo często jako do jednego z ważniejszych wyników eksperymentalnych wskazujących na granice stosowalności mechaniki Newtonowskiej.

Bardzo interesujący jest również kontekst niniejszej wypowiedzi Smoluchowskiego w Polskim Towarzystwie Politechnicznym we Lwowie. Słynny fizyk prezentuje tutaj na najważniejszy wynik do-

liczby dla  $e/m$  nie są zawsze te same; że one nie zależą od natury ciał ale [---]<sup>86</sup> do pewnego stopnia od prędkości  $c$ . Okazuje to następująca tabliczka Kaufmanna:

$v =$	$2.36 \cdot 10^{10}$	$\frac{m}{e} =$	$0.763 \cdot 10^{-7}$
	$2.48$		$0.855$
	$2.59$		$1.025$
	$2.72$		$1.299$
	$2.85$		$1.587$
	$3.00 \cdot 10^{10}$		

[k. 13 (73)] Jakże to zjawisko wytłumaczyć?

Otóż tłumaczy się to zapomocą nadzwyczaj śmiałej **hipotezy, już kilkanaście** lat temu przez Lodge'a<sup>87</sup> i innych wypowiadanej, że **masa materyalna jest tylko pozorną**, że to rzeczywiście istnieje jest tylko elektryczność, a bezwładność materyalna jest tylko **skutkiem tego ładunku**.

świadczałny, wskazujący konieczność zmian w systemie mechaniki Newtonowskiej. Nie wiadomo nic o tym, aby wykład ten wzbudził wówczas jakiegokolwiek kontrowersje. Jednak piętnaście lat później poważne kontrowersje w tym samym gronie wzbudzi teoria Einsteina, która wyjaśniała również to „nadzwyczajnie ciekawe” zjawisko, zdecydował o tym jednak specyficzny kontekst filozoficzny recepcji teorii względności. Więcej na ten temat (Polak, 2012).

<sup>86</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>87</sup> Oliver Joseph Lodge (1851–1940) – brytyjski fizyk, badał elektryczność i fale elektromagnetyczne, pionier komunikacji przy pomocy fal radiowych, pomysłodawca idei skrócenia (zwanego dziś skróceniem Lorentza).

Że elektryczność poruszająca się okazuje zjawiska analogiczne do bezwładności, to od dawien dawna wiadomem, nazywamy to skutkiem indukcji własnej *Selbstinduktion*, tłumaczymy to nagromadzeniem energii potencjalnej pola magnetycznego i jesteśmy nawet w stanie dokładnie to obliczyć. N.p. gdy prąd przepływa przez obwód(?), a wyłączymy siłę elektromot[oryczną] to działa jeszcze przez jakiś czas *Entlastrom*(?), dalej w tym samym kierunku, tak jak gdyby tutaj woda płynęła w rurze z rozpędem. Coś podobnego nastąpić musi także, gdy jeden elektron się porusza. Powiadaliśmy że  $n$  elektronów poruszających się powoduje pole magnetyczne tak jak gdyby działał prąd [---]<sup>88</sup>  $n/ec$  [---]<sup>89</sup> **zatem powstaje skutek ruchu każdego elektr[onu] energia potencjalna prądu proporcjonalna do  $i^2$ , tj. do  $c^2$ , która w razie gdybyśmy ów elektron chcieli zatrzymać tak samoby starała utrzymać go w ruchu jak indukcyja własna powoduje [---]<sup>90</sup> extra prąd. Zatem [---]<sup>91</sup> ciało naładowane już w skutek swego ładunku [---]<sup>92</sup> okazywać musi zjawiska bezwładności, nie potrzeba wcale przyjmować jakiejś bezwładności materyjalnej. [---]<sup>93</sup> Energia kinetyczna według tego w rzeczywistości byłaby tylko energią potencjalną pola magnet[ycznego].**

<sup>88</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>89</sup> Skreślenie nieczytelne.



<sup>90</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>91</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>92</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>93</sup> Skreślenie nieczytelne.

[---]<sup>94</sup> Dla małych prędkości będzie ona  $\sim c^2$  i masa pozorna będzie stałą. Ale zmienia się to przy wzroście prędkości do granicy prędkości światła.

Dopóki ruch powolny pole elektr[yczne]  symetryczne i pole magn[etyczne] normalne, [k. 14 (74)] ale zmienia się to  wskutek skończonej prędkości sił elektr[ycznych] gdy prędkość ruchu zbliża się do granicy  $3 \cdot 10^{10}$ , wtedy prawo Biot[a]-Sawarta traci ważność, i owe obliczenia się zmienia (Abraham, Thomson):  $m = m_0[1 + \frac{2}{5}(\frac{c}{v})^2 - \frac{\rho}{5.7}(\frac{c}{v})^4 + \dots]$  więc przy wzroście prędkości pozorna masa musi się powiększać, co rzeczywiście się zgadza zupełnie z owymi liczbami.

**Jeżeli więc dalsze pomiary potwierdzą tę zgodność musimy przyznać że stanowi to dowód, że [---]<sup>95</sup> masa jest tylko pozorną,** i że prawa mechaniki Newtona są nieściśle. Masę Newton uważa za coś zupełnie stałego, podczas gdy zmienia się ona przy prędkościach rzędu  $V$ , i co jeszcze ciekawsze, **różna w różnych kierunkach**, tak że prawo superpozycji sił wtedy należy poprawić.

Naturalnie nie ma niebezpieczeństwa dla naszych praktycznych zastosowań mechaniki, bo tu nijak nie wychodzimy poza prędkości może 1000 m/sek w balistyce, nawet prędkość ziemi koło słońca drobne 29,5 km/sek. Ale dla nauki samej jest to wniosek ogromnej wagi, który otwiera niespodziewaną perspektywę<sup>96</sup>.

<sup>94</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>95</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>96</sup> Słowa te wypowiedział Smoluchowski na trzy miesiące przed sformułowaniem szczególnej teorii względności przez Poincarégo

**Rozwinąłem dzisiaj tutaj obraz teorii elektronów [---]<sup>97</sup> jedynie w bardzo ogólnych zarysach, [---]<sup>98</sup> ograniczyłem się do pobieżnego omówienia zjawisk prom[ieniowania] katod[owego], a ledwie wspomniałem o tylu innych zjawiskach (dyspersja, absorpcja, promieniowanie ...<sup>99</sup>, zjaw[isko] Zeemana, o poszukiwaniach nad ruchem eteru względem ziemi, a zwłaszcza o ciałach radioaktywnych<sup>100</sup>) które wszystkie z tem przedmiotem są w związku i tę teorię popierają. Kładę tylko jeszcze raz nacisk [k. 15(77)] na zgodność liczb otrzymanych według metod zupełnie odmiennych na wartość  $e/m$ .**

Teoria ta jeszcze bynajmniej nie jest wykończoną, zwłaszcza zachowywanie się elektrycz[ności] dodatniej jest jeszcze dosyć niejasne, ale widzimy w każdym razie że zasady jej są dostatecznie potwierdzone. Kto się bliżej temi rzeczami zajmuje doznaje dziwnego uczucia, jakby zawrotu głowy na myśl o perspektywach które się obecne nauce otwierają. Dokąd nas ten prąd w nauce poprowadzi, niepodobna przewidzieć, ale to

---

i Einsteina. Widać więc, że był w pełni świadom przełomowego znaczenia wyników Kaufmanna i oczekiwał odpowiedniego teoretycznego opracowania, które ukaże nową mechanikę. Interesujące w powyższej wypowiedzi jest również to, że Smoluchowski jako pierwszy sformułował tezę, że wyniki te są istotne tylko dla teorii, a nie dla praktycznych zastosowań mechaniki – w zasadzie wszyscy zwolennicy teorii Einsteina w trakcie polemik z początku lat dwudziestych będą powtarzać niemal dokładnie tę tezę (zob. Polak, 2012).

<sup>97</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>98</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>99</sup> Słowo nieczytelne.

<sup>100</sup> Słowa dopisane powyżej są nieczytelne.

pewne że jest to [---]<sup>101</sup> zapowiedź dalszych nadzwyczajnych odkryć i początek wspaniałego dalszego rozwoju jakiego jeszcze nie było w historii tej nauki.

### Opracowania pomocnicze

- Feffer, S.M., 1989. Arthur Schuster, J.J. Thomson, and the discovery of the electron. *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences*, [online] 20(1), s. 33–61. Dostępne na: <<http://www.jstor.org/stable/27757634>> [ostatni dostęp 9.05.2017].
- Polak, P., 2012. „Byłem Pana przeciwnikiem [Profesorze Einstein]...”: *Relatywistyczna rewolucja naukowa z perspektywy środowiska naukowo-filozoficznego przedwojennego Lwowa*. Kraków: Copernicus Center Press.

---

<sup>101</sup> Skreślenie nieczytelne.





# ***O metodach fizyki doświadczalnej, Uniwersytet Jagielloński, Kraków (23 V 1913)***

Marian Smoluchowski (oprac. M. Dziekan, P. Polak)

[k. 1 (132)]<sup>1</sup>

Wykład inauguracyjny 23/5 1913<sup>2</sup>

O metodach fizyki doświadczalnej.

Uroczysta to dla mnie chwila, kiedy po raz pierwszy staje na miejscu, z kąd niedawno jeszcze rozbrzmiewał głos [---]<sup>3</sup> przedwcześnie zgasłego, czczonego mistrza profesora Augusta Witkowskiego i kiedy tym [---]<sup>4</sup> sposobem dopełniam akt objęcia katedry, opromienionej sławą [Zygmunta] Wróblewskiego i [Augusta] Witkowskiego.

---

<sup>1</sup> W rękopisie znajduje się podwójna foliacja – oryginalna, zastosowana przez Smoluchowskiego (w jednym miejscu niekonsekwentnie stosowana jako paginacja) i wtórna, związana z włączeniem rękopisu do jednostki archiwalnej. W niniejszym opracowaniu jako podstawowe numery kart przyjęto numery oryginalne, natomiast w nawiasach okrągłych podano numery kart nadane w ramach jednostki archiwalnej BJ 9398 IV.

<sup>2</sup> Uwaga dopisana ołówkiem, prawdopodobnie podczas opracowania rękopisu.

<sup>3</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>4</sup> Skreślenie: „aktem”.

Niestety nie znałem nigdy Wróblewskiego i tylko z prac jego poznać mogłem jego potężny umysł i jego [---]<sup>5</sup> pełen inicyjatywy charakter. Nie byłem też nigdy uczniem Witkowskiego<sup>6</sup>.

[---]<sup>7</sup> Miałem jednak szczęście poznać bliżej osobistość prof. Witkowskiego, [---]<sup>8</sup> tak samo jak i Panowie, którzy byliście jego uczniami. My wszyscy zdobyliśmy tem samym [---]<sup>9</sup> cenny skarb na całe życie – wszak sądzę że może [---]<sup>10</sup> nie ma nic piękniejszego w życiu, jak [---]<sup>11</sup> poznawanie, jak obcowanie z ludźmi wielkimi i szlachetnymi.

[---]<sup>12</sup>.

A Witkowski był wybitnym przedstawicielem owego typu mężów nauki jak [---]<sup>13</sup> Helmholtz, Regnault, Kirchhoff, Clausius, których Ostwald nazywa [---]<sup>14</sup> klasykami w przeciwstawieniu do romantyków. Nie rozpraszał swej działalności, nie

<sup>5</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>6</sup> Zdanie pierwotnie przekreślone, ale następnie dodatkowo oznaczone, co sugeruje że Smoluchowski chciał wycofać skreślenie, tak też przyjęto w niniejszym opracowaniu.

<sup>7</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>8</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>9</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>10</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>11</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>12</sup> Skreślenie: „Panowie byliście jego uczniami, tak samo i ja czczę go jako swego mistrza, mimo że nigdy uczniem jego nie byłem. Podobne wrażenie sądzę, każdy musiał odczuwać kto [dodatkowe skreślenie: „go bliżej”] się z nim zetknął osobiście, bo odczuwać musiał [zdanie niedokończone]”.

<sup>13</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>14</sup> Skreślenie nieczytelne.

ośniewał różnorodnością i błyskotliwością pomysłów, tylko [---]<sup>15</sup> lubił sobie obierać pewne określone zadania w ściśle ograniczonym zakresie i w rozwiązywaniu tych zadań dążył do prawdziwej doskonałości. Istotnie [---]<sup>16</sup> każdą pracę którą rozpoczął, wykończył z niesłychaną starannością i z każdej zrobił swego rodzaju klasyczne arcydzieło. Cudowne jego wykłady, okraszone rzadkim darem wymowy [---]<sup>17</sup>, przepiękne jego dzieło o Zasadach Fizyki, a przede wszystkim [---]<sup>18</sup> jego [---]<sup>19</sup> doświadczalne prace naukowe, cechowane nie tylko pomysłowością ale zwłaszcza jakże niebywałą starannością [---]<sup>20</sup> wykonania, są przykładami tego dążenia [---]<sup>21</sup> do doskonałości jak największej.

Jako taki umysł i charakter klasyczny Witkowski też [---]<sup>22</sup> pozostanie nam w pamięci, [---]<sup>23</sup> pozostanie przykładem do naśladowania. Zdolności jego naśladować nie można [,] talenty są to dary szczęścia, przypadku; ale każdy może i powinien sobie wziąć przykład z jego nieustrudzonej pracowitości i jego głębokiego zamiłowania szczerzej prawdy. Pod tym względem

---

<sup>15</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>16</sup> Skreślenie: „wszystko co zrobił”.

<sup>17</sup> Skreślenie: „krasomówstwa, (którego mu [nieczytelny dopisek] zawsze zazdrościłem)”.

<sup>18</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>19</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>20</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>21</sup> Skreślenie słowa dopisanego powyżej, nieczytelne.

<sup>22</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>23</sup> Skreślenie nieczytelne.

Witkowski pozostanie nam ideałem[,] zawsze pierwowzorem męża nauki i sądzę że nie możnaby wcale lepiej rozpocząć naszych wykładów, jak oddając hołd i cześć jego pamięci.

[k. 2 (132v)] Z tej okazji rozpoczęcia wykładów, chciałbym też dzisiaj skorzystać, aby [---]<sup>24</sup> poruszyć pewne kwestye ogólniejsze, zanim przejdziemy do omawiania specjalnych zagadnień naszej nauki, a mianowicie chciałbym rozpatrzyć ogólne metody fizyki doświadczalnej.

[---]<sup>25</sup>

Przedewszystkiem jedno tu muszę uczynić zastrzeżenie, [---]<sup>26</sup> odnoszące się już do samego tytułu wykładu, które może nie jest zbyt cenne ze względu na jeszcze dość częste nieporozumienie [---]<sup>27</sup>. Mimo że zostałem mianowanym profesorem fizyki doświadczalnej, przyznam się otwarcie, że nie wiem, co to jest fizyka doświadczal[na], [nie] znam takiej nauki, albo raczej sądzę że taka nauka wcale nie istnieje, tak samo jak nie istnieje fizyka teoretyczna jako osobna gałąź nauki.

<sup>24</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>25</sup> Dłuższe skreślenie obejmujące kilka prób sformułowania myśli: „Wszak fizyka tylko wtedy jest godna nazwy filozofii przyrody którą ją Newton obdarzył i którą anglicy(!) do dziś dnia ... [brak zakończenia]. Specjaliści podczas badań drobiazgowych często zapominają [brakujące: „co jest”(?)] celem i metodą danej nauki. Także dla specjalistów pracujących w danej... [nieczytelne]. Wszak zastanawianie się nad tego rodzaju kwestyami ogólnymi jest [brakujący fragment] jak mąż stanu wśród mnóstwa interesów polityki bieżącej zapominać nie powinien o tem, żeby czasem odbyć [zdanie niedokończone]”.

<sup>26</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>27</sup> Skreślenie nieczytelne.

Podział na fizykę doświadczalną i teoretyczną jest taksamo nielogiczny, jak gdyby kto muzykę chciał dzielić na muzykę **komponowaną** i na muzykę **wykonywaną**. Każdy utwór muzyczny komponuje się na to aby został wykonany, a z drugiej strony nie można wykonać utworu, który nie był wprzód komponowanym. Podobnie też tylko **połączenie doświadczenia i teorii jest fizyką** i dlatego też kwestye metodologiczne nie dają się jasno rozdzielić(?). Robienie doświadczeń bez żadnych myśli teoretycznych [---]<sup>28</sup> byłoby pustą zabawką; a teorye bez podstaw doświadczalnych i bez sprawdzania doświadczalnego są pustymi fantazyami.

[---]<sup>29</sup> Konwencyonalna terminologia: fizyka doświadczalna i teoretyczna nie jest zatem szczęśliwie dobrana bo nie oznacza zatem podziału [---]<sup>30</sup> według [---]<sup>31</sup> przedmiotu nauki, tylko określa różnicę – cprawda bardzo zasadniczą – w sposobie **wykładania** oraz oznacza różne **stadya twórczej pracy** naukowej w zakresie fizyki.

W zakresie studyów uniwersyteckich podział ten pochodzi z Niemiec, gdzie [---]<sup>32</sup> w [---]<sup>33</sup> połowie ubiegłego wieku [---]<sup>34</sup> wyrobiły się pewne przeciwieństwa wskutek rywalizacji

---

<sup>28</sup> Skreślenie: „jest”.

<sup>29</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>30</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>31</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>32</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>33</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>34</sup> Skreślenie nieczytelne.

skrajnie doświadczalnej szkoły fizyki H. Magnusa<sup>35</sup> w Berlinie a matematyczno-teoretycznej szkoły F. Neumanna<sup>36</sup> w Królewcu.

Dzisiaj taki przyjął się zwyczaj, że wstępne wykłady fizyki łączy się zazwyczaj z demonstracjami doświadczalnymi czyli pokazami. Jest to istotnie rzeczą konieczną w naszych stosunkach, gdzie strona doświadczalna nauki fizyki w szkołach średnich jest zawsze jeszcze tak niesłychanie zaniedbana. Chodzi zatem przede wszystkim o to, żeby nauczyć się patrzeć, obserwować, żeby zapoznać w [fragment dopisany na k. 3(133)] racjonalny sposób ucznia zapomocą ćwiczeń laboratoryjnych wykonanych przez uczniów samych, u nas prawie jeszcze nie ma. Gorąco zwracam apel przy tej okazji do tych z Panów którzy kiedyś [---]<sup>37</sup> się poświęcą zawodowi nauczycielskiemu żeby całą siłą dążyli do reformy tych stosunków [koniec dopisku]. Znaczna część naszych szkół uczy tylko **czytać** o zjawiskach przyrody. Zaręczali mnie niektórzy słuchacze, że pierwszy raz dopiero na uniwersytecie widzieli iskrę elektryczną!

---

<sup>35</sup> Heinrich Gustav Magnus (1802–1870) – znany niemiecki eksperymentator, zajmował się badaniami z zakresu fizyki i chemii, jego słynne laboratorium uważano za najlepiej wyposażone na całym świecie, a pracowali tam m.in. Rudolf Clausius i Hermann Helmholtz.

<sup>36</sup> Franz Ernst Neumann (1798–1895) – fizyk i matematyk, wraz z Carlem G. Jacobim założył w 1834 w Królewcu seminarium matematyczno-fizyczne (*mathematisch-physikalisches Seminar*), które z czasem stało się wzorem organizacji nauczania fizyki teoretycznej w innych niemieckich ośrodkach naukowych.

<sup>37</sup> Skreślenie nieczytelne.

To jest zapewne wypadek wyjątkowy; ale niestety [brak]<sup>38</sup> takich szkół **gdzieby panował[o] jedynie** [k. 3(133)] nauczanie ze zjawiskami fizycznymi. Dopiero gdy wyobraźnia się przyczepi [---]<sup>39</sup> do żywego obrazu może się na niej opierać argumentacja logiczno[-]matematyczna. Wyższe, specjalne kursa uniwersyteckie tzw. fizyka teoretyczna są właśnie dla tych obliczone, którzy już ze zjawiskami samymi się dostatecznie [---]<sup>40</sup> obeznali i dla tego też zwykle się odbywają bez pokazów doświadczalnych.

Jakkolwiek pouczające i potrzebne są tego rodzaju pokazy doświadczalne – jakich dzisiaj nie wykonuję, jakie bywają wykonywane na tym kursie – przecież wyraźnie chciałbym ostrzec przed mniemaniem, jakoby takie doświadczenia demonstracyjne były istotą pracy doświadczalnej we fizyce; one są tylko nadzwyczajnie powierzchowną ilustracją rzeczy właściwej.

[---]<sup>41</sup> Co to jest wojna, poznać można tylko podczas prawdziwej bitwy, a nie z rewii i manewrów. Tak też znaczenia pracy doświadczalnej [---]<sup>42</sup> nie nauczymy się nigdy, przypatrując się pokazom fizycznym, tylko wykonując własnoręcznie ćwiczenia i prace ekstern[nistyczne](?) w pracowni fizycznej. [---]<sup>43</sup>. Tam

---

<sup>38</sup> Zdanie niejasne, wypowiedź uzupełniona z uwzględnieniem najbardziej prawdopodobnego kształtu zdania.

<sup>39</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>40</sup> Skreślenie: „są”.

<sup>41</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>42</sup> Skreślone: „nauczyć się możemy wyłącznie”.

<sup>43</sup> Skreślenie: „Ta praca laboratoryjna [dodatkowe skreślenie: „to są”] ona daje nam owe podstawy doświadczalnej fizyki i to jest właściwy przedmiot, o którym dzisiaj mówić zamierzałem”.



też tylko wykonać się dają te doświadczenia które tworzą właściwą teorię fizyki jako nauki ścisłej – to jest pomiary.

I nie tylko do nauki uniwersyteckiej, ale tak samo do szkoły średniej odnosi się zasada, której wyraz dał słynny angielski fizyk Faraday słowami: znaczenia eksperymentu nigdy zupełnie nie zrozumieję, dopóki go sam nie wykonam.

Praca laboratoryjna daje nam właściwe podstawy doświadczalne fizyki i doświadczenia **naukowe** tam [---]<sup>44</sup> wykonywane, a nie doświadczenia **wykładowe** są właściwym przedmiotem, który dzisiaj bliżej roztrząsać zamierzałem.

Nie będziemy się kłócić o definicję dośw[iadczenia], ale ...<sup>45</sup>

W pojęciu doświadczenia, eksperymentu, leży pewien odcień, [---]<sup>46</sup> nadający mu wyższość ponad [---]<sup>47</sup> bierną obserwację. Eksperyment polega na tym, że pewne zjawisko fizyczne albo chemiczne dowolnie **wywołujemy** [---]<sup>48</sup> i tym samym umożliwiamy dowolnie często wykonania [---]<sup>49</sup> ścisłej obserwacji. Astronom nie może wykonywać doświadczeń, on musi się ograniczyć do biernej obserwacji zjawisk samodzielnie zachodzących na niebie, musi czekać aż się zdarzy zaćmienie

---

<sup>44</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>45</sup> Zdanie niedokończone – Smoluchowski wyróżnił miejsce dla uzupełnienia, ale wydawało się mu ono być może oczywiste, więc nie zostało wykonane.

<sup>46</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>47</sup> Skreślenie: „pojęcie”.

<sup>48</sup> Skreślenie: „albo przynajmniej na przebieg jego wpływamy”.

<sup>49</sup> Skreślenie: „to łączymy z”.

słońca, aż przyleci [---]<sup>50</sup> jakaś kometa w nasz system planetarny. [---]<sup>51</sup> Prawie to samo się stosuje do geologii, a także nauki biologiczne [---]<sup>52</sup>, jak zoologia, botanika w znacznej mierze ograniczają się do biernej obserwacji zjawisk życiowych, tylko właściwie medycyna ma charakter nauki na wskroś eksperymentalnej – co prawda że tam chodzi o eksperymenty [---]<sup>53</sup> ryzykowne, a przy tym niestety mało nadające się do ścisłej analizy.

[k. 4(134)] Znaczenie doświadczeń nadzwyczaj trafnie [---]<sup>54</sup> objaśnia powiedzenie Leonardo da Vinci, że: „doświadczenie, to jest pytanie, przez człowieka zadane przyrodzie”.

Wbrew Göthemu fizyk nie czeka, aż przyroda sama [---]<sup>55</sup> do niego przemówi, on stawia pytania i zmusza przyrodę do odpowiedzi. Cała sztuka polega tylko na tem, żeby pytania stawiać [---]<sup>56</sup> jasno, umiejętnie, aby wymusić odpowiedź niedwuznaczną, jednym słowem: aby pytać się przyrody tak jak prokurator przy rozprawie sądowej!

Fizyk musi zatem [---]<sup>57</sup> postępować **celowo**, musi wiedzieć o co się pytać, [---]<sup>58</sup> a powinien też zrozumieć odpowiedzi.

---

<sup>50</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>51</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>52</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>53</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>54</sup> Skreślenie: „wydaje mi się”.

<sup>55</sup> Skreślenie: „zacznie mówić”.

<sup>56</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>57</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>58</sup> Skreślenie nieczytelne.

Eksperymentowanie bez jasno wytkniętego planu jest zabawką mało przynoszącą korzyści. Chłopiec, któremu rodzice sprawiają do zabawy maszynę elektryczną, maszynę parową, itp., może pozostać zupełnym nieukiem we fizyce; nie powiem, żeby ta zabawka była [---]<sup>59</sup> bez pożytku, bo przecież nieco się [---]<sup>60</sup> przyczynia do oswojenia się ze zjawiskami fizycznymi, ale korzyść jest **znikoma w porównaniu z tem, co by zajęcie celowo pomyślane** dać mogło.

Zdarza się co prawda także we fizyce, że nieprzewidziany „przypadek” naprowadzi eksperymentatora na jakieś ważne odkrycie, którego nigdy nie szukał, ale wbrew błędnemu mniemaniu laików jest to zdarzeniem całkiem wyjątkowym. Jako tego rodzaju charakterystyczne wypadki w historii fizyki wymienię: kilka fundamentalnych odkryć w zaraniu nauki elektryczności: Galvaniego<sup>61</sup> (1789) odkrycie prądów galwanicznych i ich wpływ na ustrój zwierzęcy (żaby), Ørsted<sup>62</sup> (1820) odkrycie działania prądów elektrycznych na igłę magnetyczną, Seebecka<sup>63</sup> (1821) odkrycie zjawisk termoelektryczności.

<sup>59</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>60</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>61</sup> Luigi Galvani (1737–1798) – włoski fizyk, lekarz, fizjolog, znany z odkrycia wpływu elektryczności na tkanki zwierzęce, zjawiska te tłumaczył jednak hipotezą „elektryczności zwierzęcej”. Wyniki jego badań zainspirowały m.in. Alessandra Voltę do dalszych badań nad elektrycznością.

<sup>62</sup> Hans Christian Ørsted (1777–1851) – duński fizyk i chemik, najbardziej znany właśnie z odkrycia zjawiska elektromagnetyzmu.

<sup>63</sup> Thomas Johann Seebeck (1770–1831) – niemiecki fizyk pochodzący z bogatej rodziny Niemców Bałtyckich, zajmował się badaniami

Z nowszych czasów tylko jedno całkiem przypadkowe odkrycie potrafię przytoczyć: odkrycie promieni Röntgena (1895). Odkrycia takie, w których zasługą odkrywcy jest [---]<sup>64</sup> spostrzeżenie zjawiska i zauważenie jego niezwykłości są nadzwyczajnie ważnymi [---]<sup>65</sup> faktami w historii wiedzy, bo stwarzają właśnie dziedziny całkiem nowe, ale jak wspomniałem [---]<sup>66</sup> zdarzają się niestety nadzwyczajnie rzadko [---]<sup>67</sup>.

Regularna normalna metoda postępu jest metodą celowej systematycznej pracy doświadczalnej.

Kwestya wyłaniająca się wobec tego: [„]Jaki cel wytknąć, jak plan doświadczenia obmyślić[?]” łączy się z ogólnym podziałem metod badania naukowego na<sup>68</sup> indukcyę i dedukcyę.

[---]<sup>69</sup> Indukcyę uważa się od czasów Bacona tj. od 16 wieku za charakterystyczną metodę rozumowania nauk przyrodniczych, [---]<sup>70</sup> podczas gdy dedukcyja [---]<sup>71</sup> panuje zawsze wszechwładnie w matematyce. Przez indukcyę [---]<sup>72</sup> rozumiemy jak wiadomo zanalizowanie wielkiej liczny specjalnych

---

nad oddziaływaniem światła na różne substancje (uznawany za prekursora fotografii barwnej), wraz z Goethem tworzył teorię kolorów, znany jako odkrywca efektu termoelektrycznego.

<sup>64</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>65</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>66</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>67</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>68</sup> Skreślenie: „metodę induktywną”.

<sup>69</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>70</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>71</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>72</sup> Skreślenie nieczytelne.

[---]<sup>73</sup> faktów, systematyczne nazbieranie materiału, uporządkowanie tego materiału i wyciąganie ogólnych wniosków na [---]<sup>74</sup> podstawie tego materiału faktycznego [k. 5(135)] a nie na podstawie jakiejś z góry powziętej myśli. Tak postępuje zoolog, botanik, geolog itd. [---]<sup>75</sup> podczas gdy w matematyce panuje metoda przeciwna: dedukcja specjalnych rezultatów na podstawie [---]<sup>76</sup> ogólniejszych podstawowych prawideł.

Także w fizyce [---]<sup>77</sup> metoda indukcyjna znajduje **szero-  
kie** zastosowanie i niektórzy w niej upatrują właściwą metodę pracy doświadczalnej. Przedewszystkiem **musimy** ją stosować w [---]<sup>78</sup> dziedzinach [---]<sup>79</sup> takich, w których nie mamy jeszcze żadnego przewodnika teoretycznego; [---]<sup>80</sup> dla tego też [---]<sup>81</sup> zwykle w historii fizyki taki miały charakter badania fundamentalne, otwierające pewne nowe dziedziny. Jest to jednak metoda nadzwyczajnie mozolna i powoli wiodąca do celu przez [---]<sup>82</sup> stopniowe poprawianie, ulepszanie, uogólnianie.

<sup>73</sup> Skreślenie: „wypadków”.

<sup>74</sup> Skreślenie: „tej”.

<sup>75</sup> Skreślenie: „[nieczytelne] a [nieczytelne] często także i fizyk”.

<sup>76</sup> Skreślenie: „ogólnych z góry znanych”.

<sup>77</sup> Skreślenie: „doświadczalnej”. Warto zwrócić uwagę na to skreślenie, wskazuje bowiem, że Smoluchowski niejako z rozpedu chciał używać utartego podziału, zauważył jednak, że z punktu widzenia metody fizyki nie można go utrzymać.

<sup>78</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>79</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>80</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>81</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>82</sup> Skreślenie nieczytelne.

Jeszcze stosunkowo prosto rzecz się przedstawia gdy chodzi o [---]<sup>83</sup> zbadanie wzajemnej zależności dwóch tylko wielkości. Tak np. Ptolemeusz (70–147) znał już zjawisko załamania się światła i wiedział że kat wpadania promienia [---]<sup>84</sup> jest większy od kąta załamania, gdy światło przechodzi z powietrza do wody. Robił doświadczenia. Ze [---]<sup>85</sup> swych doświadczeń [---]<sup>86</sup> i podał tablice znalezionych(?) doświadczalnie  $\alpha$ ,  $\beta$  ale daremnie usiłował znaleźć związek wzajemny(?) tak samo jak i długi szereg późniejszych uczonych (Alhazen, Kepler, itd.). Ścisłe prawo znalazł dopiero Snellius (1620) mianowicie znane prawo załamania  $\sin\alpha/\sin\beta=n$ , a z czasem dopiero poznał Newton że to prawo wymaga jeszcze pewnego uzupełnienia [---]<sup>87</sup> przez uwagę, że [w]spółczynnik załamania  $n$  jest różny dla różnych barw światła, czyli że występuje dyspersja, rozszczepienie światła, [---]<sup>88</sup> zjawisko które odtąd przez długie wieki pozostało przedmiotem badania induktywnego, [---]<sup>89</sup> a ostatecznie dopiero przez teorię elektronową do pewnego stopnia wyjaśnione zostało.

---

<sup>83</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>84</sup> Skreślenie: „światła”.

<sup>85</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>86</sup> Skreślenie: „wnioskował, że stosunek  $\alpha/\beta$  jest stały”.

<sup>87</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>88</sup> Skreślenie: „która”.

<sup>89</sup> Skreślenie nieczytelne.

Jako inne przykłady: prawo Wiedemann[a]<sup>90</sup>-Franz[a], [prawo] Dulong[a]<sup>91</sup>-Petit[a]<sup>92</sup>, [prawo] **Stefan**[a]<sup>93</sup>.

Bez porównania zawilsze i [---]<sup>94</sup> moźolniejsze są takie badania, gdy chodzi o zaleźność jednej wielkości od [---]<sup>95</sup> **więk-**  
**szej liczby wyników**, [---]<sup>96</sup> **równie miarodajnych**. Jako klasyczny przykład wymienię [---]<sup>97</sup> badania Regnaulta<sup>98</sup> nad równaniem stanu gazów, w których chodziło o zbadanie zaleź-

<sup>90</sup> Gustav Heinrich Wiedemann (1826–1899) – niemiecki fizyk, prowadził badania z zakresu przewodnictwa cieplnego oraz magnetyzmu. W 1853 roku wraz z innym niemieckim fizykiem Rudolfem Franzem (1826–1902) sformułował prawo dotyczące związku między przewodnością cieplną i elektryczną metali (w 2011 roku odkryto pierwsze przypadki łamania tego prawa).

<sup>91</sup> Pierre Louis Dulong (1785–1838) – francuski fizyk i chemik, prowadził badania związane z przewodnictwem ciepła i pojemnością cieplną.

<sup>92</sup> Alexis Thérèse Petit (1791–1820) – francuski fizyk, zajmował się badaniem zjawisk cieplnych. Wraz z P. Dulongiem sformułował w 1819 r. doświadczalne prawo dotyczące molowej pojemności cieplnej pierwiastków w stanie stałym.

<sup>93</sup> Josef Stefan (1835–1893) – austriacki fizyk narodowości słoweńskiej, nauczyciel Ludwiga Boltzmana. Sformułował w 1879 r. przywoływane prawo, nazywane prawem Stefana lub Stefana-Boltzmana, które opisuje całkowitą moc wypromieniowywaną przez ciało doskonale czarne w danej temperaturze.

<sup>94</sup> Skreślenie: „trudniejsze”.

<sup>95</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>96</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>97</sup> Skreślenie: „klasyczne”.

<sup>98</sup> Henri Victor Regnault (1810–1878) – francuski chemik i fizyk, prowadził m.in. badania z zakresu przemiany ciepła właściwego gazów, prędkości rozchodzenia się dźwięku w gazach.

ności objętości gazu od dwóch wielkości: ciśnienia i temperatury gazu, lub analogiczne badania Witkowskiego, lub np. badania Konowałowa<sup>99</sup> nad ciśnieniem **pary nasyconej mieszanin cieczy, w zależności od składu mieszaniny i temperatury.**

Fizyk musi we wszystkich tych razach [---]<sup>100</sup> postępować metodycznie, zbadać systematycznie wpływ każdego czynnika dla każdej kombinacji wszystkich innych czynników – i to oczywiście ogromnie sprawę komplikuje. [---]<sup>101</sup> Surowy rezultat pomiarów przedstawia wtedy albo we formie tablic, albo sposobem graficznym, zapomocą krzywych, a w wypadkach więcej zawiłych z wielką korzyścią może się posługiwać nowo powstałą gałęzią geometrii, tzw. nomografią (wynalezioną przez Pana D'Ocagne[własc. d'Ocagne]<sup>102</sup>).

[k. 6(136)] To jednak nie wystarczy; nam chodzi o wyciągnięcie ogólnego wniosku z tego materiału zawiłego, o sformułowanie ogólnego prawidła, to jest o znalezienie wzoru matematycznego, któryby cały ten materiał objął w jednej formule. Tu występują teraz nowe trudności, natury teoretycznej, bo z jednej strony dążymy do wzorów matematycznych ilemożności [tj.

---

<sup>99</sup> Dmitrij P. Konowałow (1856–1929) – rosyjski chemik, prowadził badania w dziedzinie teorii roztworów, procesów katalitycznych i termochemii.

<sup>100</sup> Skreślenie: „wtedy”.

<sup>101</sup> Skreślenie: „Wyniki potem można przedstawić albo”.

<sup>102</sup> Maurice d'Ocagne (1862–1938) – francuski matematyk i inżynier, który w latach 1884–1891 opublikował szereg prac z teorii tzw. wykresów rachunkowych, twórca nazwy „nomogram” (*Traité de nomographie*, 1889).



najbardziej] prostych, a z drugiej strony pragniemy, żeby one się jak najdokładniej zgadzały z pomiarami faktycznymi. Czem zawilszy wzór, tem łatwiej go naturalnie dostosować do danych obserwacji, ale obserwacje muszą zawierać zawsze pewne błędy przypadkowe, zakrywające prostotę prawidłowości owej. Jak znaleźć ów najprostszy wzór matematyczny? Jakie odchylenia obserwacji od wzoru dopuścić jeszcze jako możliwe błędy?

To są kwestye, na które niepodobna dać ogólnej odpowiedzi – [---]<sup>103</sup> tu stwarza się pole dla pomysłowości i dla [---]<sup>104</sup> pewnego poczucia taktu badacza. [---]<sup>105</sup>

Nieco paradoksalnie, ale swoją drogą trafnie zauważono, że zbytnia dokładność obserwacji może nawet utrudniać zadanie, gdyż zasłania prawidłowości grubsze, wskutek [---]<sup>106</sup> nałożenia na nich szczegółów drugorzędnych. Wiadomo np., że Kepler swe słynne trzy prawa, opisujące w tak prosty sposób ruch planet koło słońca, wyprowadził z surowego materiału obserwacyjnego dostarczonego przez duńskiego astronoma Tycho de Brahe. Otóż obserwacje tegoż ostatniego były właśnie dosyć dokładne, by dać poznać eliptyczność torów planetowych, by uwydatnić ich różnice od torów ściśle kołowych, a były zbyt niedokładne, by uwydatniać drobne zboczenia pochodzące jak dziś wiemy – od perturbacji, wzajemnych oddziaływań pla-

<sup>103</sup> Skreślenie: „to jest”.

<sup>104</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>105</sup> Skreślenie: „Trafnie”.

<sup>106</sup> Skreślenie nieczytelne.

net. Gdyby [---]<sup>107</sup> dokładność owego materiału obserwacyjnego była [---]<sup>108</sup> zbyt duża (a tak samo gdyby była zbyt mała) [---]<sup>109</sup> nigdy by Kepler nie był przyrównał torów planetarnych do elips, nie byłby wygłosił swego prawa pierwszego; w skutek tego Newton nie byłby znalazł swego prawa ogólnej grawitacji, [---]<sup>110</sup> które wyprowadził z praw Keplera; które tak ściśle się splotło z historią zasad mechaniki – [---]<sup>111</sup> i kto wie, na jak prymitywnym stanie by cała dzisiejsza nasza fizyka jeszcze była pozostała!

Dwie jeszcze łączą się ogólne uwagi z tym [---]<sup>112</sup> specjalnym przykładem.

Po pierwsze możnaby się spytać: Czemu badacz szuka prawa ilemożności prostego? Z kąd pochodzi ta ufność, że podstawowe prawa przyrody muszą być proste? {Newton  $1/2^{2+0,05}$ }<sup>113</sup> Jest to niewątpliwie jedno z najgłębszych i najtrud-

<sup>107</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>108</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>109</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>110</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>111</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>112</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>113</sup> Smoluchowski w szkicowym dopisku powyżej linii tekstu zdaje się wskazywać na jeden z zaskakujących elementów prostoty matematycznych struktur w fizyce, widoczny dobrze na przykładzie prawa grawitacji Newtona. Gdyby w wykładniku mianownika potęga tylko nieco różniła się od 2, wówczas tory planet i Księżyca byłyby bardzo skomplikowane, trudne do zrekonstruowania na podstawie obserwacji. Bardzo prawdopodobna wydaje się jednak inna możliwa interpretacja tej zagadkowej notatki. Smoluchowski jako wytrawny znawca historii fizyki był zapewne świadom trudności, jakie stały

niejszych zagadnień całej filozofii przyrody. Niektórzy fizycy, zwłaszcza zwolennicy Kirchhoffa. Macha, Pearsona zapewne odpowiedzą: dla tego szukamy prawideł najprostszych, bo tylko takie nam są **użyteczne** w nauce, tylko prawidła proste **ułatwiają nam ekonomię myślenia**; nauka złożona z prawideł zawiłych byłaby nieprzejrzysta, zatracałaby dla nas swą wartość. W takim poglądzie „nominalistycznym” [---]<sup>114</sup> tkwi niewątpliwie ziarno prawdy, ale sądzę, że nie jest to tłumaczeniem wystarczającym<sup>115</sup>.

[k. 7(137)] Tłumaczy to, czemu **szukamy** prostoty w zasadniczych prawach przyrody, ale nie wyjaśnia jeszcze dlaczego ją **znajdujemy**. Dla czego np. w naukach biologicznych nie udaje się znalezienie prawideł o podobnej prostocie? Otóż zdaje mi się, że istnieją też pewne **obiektywne** powody prostoty zasad-

---

przed Newtonem, gdy próbował sformułować prawo powszechnego ciężenia i próbował ten prosty wzór pogodzić ze skomplikowanym ruchem Księżyca. Dobrą analizę historyczną wspomnianych problemów można znaleźć w bardzo wnikliwym opracowaniu (Wawrzycki, 2011, s. 35–40).

<sup>114</sup> Skreślenie: „który prawidłowość ...[słowo nieczytelne] uważa nie za coś obiektywnego, tylko za utwór naszego ustroju”.

<sup>115</sup> Interesujące jest to, że Smoluchowski nie dystansował się zupełnie od poglądów empiriokrytyków znanych dobrze w środowisku krakowskim, ale wskazywał raczej na dodatkowe, nieuwzględnione przez nich uwarunkowania problemu. Znalazł je w obiektywnych własnościach struktur matematycznych użytych w wyjaśnianiu rzeczywistości. W ten sposób wyraźnie nawiązywał do programu W. Heinricha stworzenia nowej filozofii przyrody po empiriokrytycyzmie (por. Polak, 2011).

nicznych praw przyrody; i że tkwią one w pewnych właściwościach matematyczno[-]geometrycznych.

Tak n.p. prostota praw zasadniczych sprężystości, prawa Ohma w elektryczności, **praw Fouriera** w przewodnictwie cieplnym itd. tkwi w tem co matematyk nazywa rozwinięciem [---]<sup>116</sup> funkcji w szereg [---]<sup>117</sup> Taylora. A wykładnik 2 w prawie Newtona ( $1/r^2$ ), powtarzającym się wielokrotnie w najróżniejszych działach fizyki (żeby wspomnieć choćby tylko o n.p. prawie Coulomba w elektrostatyce), jest może w związku z również **prostą właściwością naszej przestrzeni**, która posiada właśnie **trzy** wymiary, nie zaś 3,5 albo 3,001. Ale może tu już zdaleko odbijamy od naszego właściwego tematu.

Zauważyć chciałbym jednak jeszcze, że Kepler prawa swoje znalazł [---]<sup>118</sup> nie postępując sposobem czysto induktywnej empirycznej kalkulacji, tylko na podstawie pewnych bardzo fantastycznych i zgoła nieuzasadnionych teorii. Różne fantastyczne spekulacje jak porównywanie torów planet z wielościanami umiarowymi [tj. foremnymi, platońskimi] [---]<sup>119</sup> zawiodły go, jedna próba się udała i wydała jako wynik owe trzy prawa. W ogóle już w ujęciu surowego materiału w ogólne wzory ujawnia się robota spekulacji; tu już teoretyczne poglądy, [---]<sup>120</sup> chociażby chwiejne i niepewne, ogromne mogą oddać usługi.

<sup>116</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>117</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>118</sup> Skreślenie: „za pomocą”.

<sup>119</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>120</sup> Skreślenie: „jakkolwiek”.

Często też zdarza się podział pracy na tym właśnie punkcie: jeden badacz, mający tylko pociąg do eksperymentowania, zbiera [---]<sup>121</sup> systematycznie surowy materiał doświadczalny. Inny badacz, teoretyk, analizuje te wyniki i z nich wyciąga ogólne wnioski. Widzimy zatem, że [---]<sup>122</sup> interpretacja zdobytych surowych wyników doświadczalnych już często wchodzi w zakres działania teorii.

[---]<sup>123</sup> Jeszcze bez porównania większy jest udział teorii w badaniu fizycznym przy przy [---]<sup>124</sup> pracach drugiego [---]<sup>125</sup> rodzaju, do których obecnie przechodzimy, postępujących metodą **dedukcyjną**. Śmiem twierdzić, że tego rodzaju prace są właśnie najwięcej charakterystyczne dla fizyki i że to jest [---]<sup>126</sup> najowocniejszą metodą badania fizycznego. Sposób jest dobrze znany: u samych podstaw [---]<sup>127</sup> badania naszego pojawiają się myśli teoretyczne, robimy hipotezę podstawową – oczywiście nie wyssaną z palca, tylko nasuniętą pewnymi analogiami itp. – i z tą wyprowadzamy specjalne wnioski, [---]<sup>128</sup> nadające się do kontroli eksperymentalnej, a z wyniku wnosimy na odwrót o prawdziwości założenia podstawowego. Przykładów tego rodzaju dostarcza nam historia fizyki bez miary.

<sup>121</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>122</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>123</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>124</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>125</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>126</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>127</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>128</sup> Skreślenie nieczytelne.

Jako klasyczny przykład przytoczę teorię elektromagnetyczną światła. Maxwell wychodząc ze spekulacji zupełnie hipotetycznych [---]<sup>129</sup>, [---]<sup>130</sup> posługując się nawet świadomie [---]<sup>131</sup> trochę [k. 8(138)] fantastycznymi obrazami mechanicznymi doszedł dedukcyjnie do ogólnych równań pola elektromagnetycznego, z których wyciągnął wniosek, że siły elektromagnetyczne rozchodzić się muszą w przestrzeni z prędkością światła, wytwarzając zjawisko analogiczne do zjawisk falowania. Wówczas było to przypuszczenie nadzwyczaj śmiałe z powodu chwiejności podstaw<sup>132</sup>. Dopiero po śmierci Maxwella Hertz [---]<sup>133</sup> wykazał doświadczalnie istnienie tych fal elektrycznych; i owe badania nie tylko potwierdziły prawdziwość równań pola elektromagnetycznego, podanych hipotetycznie przez Maxwella, ale z czasem [---]<sup>134</sup> sprawdzono też Maxwella przypuszczenia że światło polega właśnie na takich falach elektromagnetycznych. Co więcej, przed kilkunastu laty dopiero udało się sprawdzić doświadczalnie dalszy wniosek, także wówczas już przez Maxwella teoretycznym rozumowaniem wysnuty, że światło wpadając na ciała musi na nie wywierać pewne ciśnienie: zjawisko nadzwyczajnie

<sup>129</sup> Skreślenie: „a może nawet fantastycznych”.

<sup>130</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>131</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>132</sup> Dopisane nad linią tekstu: „Wówczas było to przypuszczenie [słowo nieczytelne] światła z powodu chwiejności podstaw”.

<sup>133</sup> Skreślenie: „udowodnił, że istotnie”.

<sup>134</sup> Skreślenie: „wykazano”.

[---]<sup>135</sup> subtelne, ale o niezmiernem znaczeniu w teorii promieniowania.

W tego rodzaju badaniach [---]<sup>136</sup> myśl teoretyczna poprzedza zatem badania doświadczalne, ona zakreśla cel i sposób przeprowadzania doświadczenia i w tym właśnie leży nieoceniona korzyść [---]<sup>137</sup>, że z góry wiemy, jak pytanie niedwuznacznie sformułować. A nawet jeśli doświadczenie da wynik ujemny i to będzie wynikiem ważnym i ciekawym(?).

Możnaby [---]<sup>138</sup> badanie fizyczne porównać z [---]<sup>139</sup> błąkaniem się wędrowca w nieznanym zupełnie pierwoborze [lesie dziewiczym, pierwotnym]. Nie mając żadnego sposobu orientacji z wdzięcznością przyjmie przewodnictwo [---]<sup>140</sup> napotkanego strumyka. Dokąd go zaprowadzi, czy do celu właściwego, [---]<sup>141</sup> tego nie wie – ale przynajmniej to rzecz pewna, że [---]<sup>142</sup> idąc za nim gdzieś dojdzie, że nie będzie się wiecznie kręcić w kółko.

Różnica zasadnicza takich badań doświadczalnych opartych na przesłankach teoretycznych w porównaniu z dedukcyjnym rozumowaniem w matematyce polega oczywiście na tem, że w matematyce owe podstawowe założenia z których wychodzimy, są z góry dane jako twierdzenia(?) pewne, oczywiste,

<sup>135</sup> Skreślenie: „małe, ale”.

<sup>136</sup> Skreślenie: „praca”.

<sup>137</sup> Skreślenie: „że mamy wtedy w teorii”.

<sup>138</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>139</sup> Skreślenie: „wędrowką zbłąkanego”.

<sup>140</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>141</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>142</sup> Skreślenie nieczytelne.

a we fizyce przeciwnie zasadnicze prawa są tą rzeczą [---]<sup>143</sup> hipotetyczną, stwierdzamy zaś konkluzje ostateczne i tak na odwrót wnioskujemy o podstawach.

Tej metodzie dedukcyjno-empirycznej [---]<sup>144</sup> niewątpliwie zawdzięczamy największe tryumfy we fizyce i czem dalej nauka postępuje, tem pewniejsze stają się spekulacje teoretyczne, tem śmieiej i bezpieczniej można tą drogą postępować. Zwłaszcza teoria atomistyczna i teoria elektronowa okazały się przewodnikami jak dotychczas nieomylnymi, którym w znacznej mierze fizyka (i chemia) [---]<sup>145</sup> zawdzięczają swój dzisiejszy rozkwit, a w ostatnich czasach w zadziwiający sposób zaczyna z nimi współzawodniczyć(?) tzw. teoria kwantów. Do jakiej śmiałości też dochodzą spekulacje dzisiejszych fizyków: Rutheford  $\text{He} \times \text{Ra}$ , ...<sup>146</sup>.

Angielski fizyk Schuster<sup>147</sup> powiada: „Doświadczenia [---]<sup>148</sup> przeprowadzane sposobem, jaki niektórzy uważają za jedynie naukowy, tj. gdy badacz bez jakichkolwiek teorii lub z góry

---

<sup>143</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>144</sup> Skreślenie: „jest”.

<sup>145</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>146</sup> Nazwiska nieczytelne.

<sup>147</sup> Arthur Schuster (1851–1934) – brytyjski fizyk niemieckiego pochodzenia, studiował m.in. u Wilhelma Eduarda Webera i Hermanna von Helmholtza. Zajmował się m.in. spektroskopią, elektrochemią, optyką i obrazowaniem przy pomocy promieni Röntgena. Do tegoż fizyka Smoluchowski odwoływał się również w swym odczycie *O elektronach*, który również publikujemy w niniejszym zeszycie ZFN.

<sup>148</sup> Skreślenie nieczytelne.



powziętych pojęć usiłuje klasyfikować fakty poznane, rzadko dają wyniki wartościowe.

Postęp zaznaczał się zawsze z chwilą, gdy do przedmiotu się zabrano z pewnym określonym celem: albo idąc za jakąś teorią, choćby najprymitywniejszą, którą wypadało sprawdzić, albo też mając na oku jakiś związek liczbowy, który bliżej zbadać należało”.

[k. 9(139)] Podkreślam to wszystko aby zaznaczyć ważność wykształcenia teoretycznego dla fizyka, nawet jeżeli eksperymentuje(?).

Całe niebezpieczeństwo przy badaniach tego rodzaju polega tylko na tem, że myśl z góry powzięta łatwo może zamuścić obiektywność sądu. Fatalny [---]<sup>149</sup> jest taki badacz [---]<sup>150</sup> – zdarzają się niezbyt rzadko – który zawsze tylko to widzi, czego pragnie! Taka praca doświadczalna, polegająca na sprawdzaniu przypuszczeń teoretycznych, wymaga zatem najwyższego stopnia samokrytyki i zamiłowania do obiektywnej prawdy.

W historii fizyki oprócz tych dwóch typowych metod badania, indukcyjnej i dedukcyjnej (ze sprawdzeniem a posteriori) napotykamy też często przykłady, gdzie obie się splatają ze sobą w dziwny sposób. Przykładem tego jest n.p. odkrycie radu i polonu przez Państwo Curie.

[---]<sup>151</sup> Kilka tych słów dorzucić chciałbym jeszcze w jednym tego rodzaju przykładzie: o historii zasad termodynamiki.

<sup>149</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>150</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>151</sup> Skreślenie nieczytelne.

W roku 1775 Akademia Paryska ogłosiła uchwałę, że odąd nie będzie przyjmować żadnych [---]<sup>152</sup> projektów skonstruowania perpetuum mobile, uznając z góry wszelkie takie usiłowania za niewykonalne. [---]<sup>153</sup> Jakże miała ku temu powody? Jedynie ten argument, że mimo licznych usiłowań nikomu do owego czasu się nie udało skonstruowanie takiego *perpetuum mobile*. Jest to wspaniały przykład indukcji ogólnego prawa z empirycznych faktów, ale [---]<sup>154</sup> postępowanie Akademii wówczas było nadzwyczaj ryzykowne. Jakżebyłaby się wówczas ośmieszyla, gdyby wówczas była zadekretowała, że nigdy nie uda się nikomu skonstruowanie maszyny do latania w dowolnym kierunku w powietrzu – wszak to również był problem wówczas nie rozwiązany.

Jednak dziwnym trafem akademicy paryscy mieli [---]<sup>155</sup> przecucie słuszne. Zasada niemożliwości *perpetuum mobile* z czasem we fizyce przybrała z jednej strony formę zasady zachowania energii, [---]<sup>156</sup> z drugiej strony formę zasady entropii, i na tych dwóch zasadach oparł się cały wielki dział fizyki: termodynamika. Czy to wszystko zatem spoczywa tylko na fakcie, że dotychczas nie skonstruowano żadnego *perpetuum mobile*? To byłby argument bardzo słaby; [---]<sup>157</sup> wiarę w termodynamikę

---

<sup>152</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>153</sup> Skreślenie: „Czy miała ona ku temu jakiebądź”.

<sup>154</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>155</sup> Skreślenie: „trafne”.

<sup>156</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>157</sup> Skreślenie nieczytelne.

czerpiemy dzisiaj z tego, że [---]<sup>158</sup> cała olbrzymia masa wniosków sporządzonych [,] które z owych zasad wyprowadzono, się sprawdzają doświadczalnie. Jest to zatem równie dobrze przykładem drugiego sposobu dedukcyjnego badania jak i pierwszego indukcyjnego.

[---]<sup>159</sup> Miałem początkowo zamiar pomówić jeszcze nieco obszerniej o samej technice laboratoryjnej, o sposobach wykonywania [---]<sup>160</sup> pomiarów. Ale czas mi na to nie pozwala, zresztą [---]<sup>161</sup> przedmiot ten może już więcej nadaje się do laboratorium niż do sali wykładowej. [---]<sup>162</sup> Zwróć tylko uwagę Panów na różnicę w tym względzie się ujawniającą u różnych badaczy, według ich upodobań – i środków rozporządzalnych.

[k. 10(140)] Słynne było kiedyś laboratorium Quincke’go<sup>163</sup> w Heidelbergu z tego, że tam niemal wszystko skonstruowano własnym pomysłem z pudełek od cygar, rurek szklanych i laku. To jest oczywiście prymitywność prostota przesadna, choć [---]<sup>164</sup> z drugiej strony niesłuchanie cenną jest umiejęt-

<sup>158</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>159</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>160</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>161</sup> Skreślenie: „trudno o tem rozprawiać bez pomocy do...”.

<sup>162</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>163</sup> Georg Hermann Quincke (1834–1924) – niemiecki fizyk doświadczalny, pracował w Heidelbergu w latach 1875–1907, zajmował się różnorodnymi badaniami, jego prace z zakresu zjawisk włoskowatości uważane są dziś za klasyczne.

<sup>164</sup> Skreślenie: „podkreślić trzeba”.

ność radzenia sobie samemu<sup>165</sup>, prostymi środkami, które [---]<sup>166</sup> w najwyższym stopniu posiadają zwłaszcza Anglicy [---]<sup>167</sup>.

[---]<sup>168</sup> Przepych<sup>169</sup> [---]<sup>170</sup> i bogactwo laboratoryów amerykańskich, niektórych niemieckich i rosyjskich często bynajmniej nie idzie w parze z doniosłością badań tam wykonanych.

Wszak i tu prawdą jest, że ważniejsza jest umiejętność skrzypka niż [---]<sup>171</sup> jakość skrzypiec, choć naturalnie i ta ostatnia bynajmniej nie jest obojętna. Przepych laboratoryów jest zbyteczny, chodzi jednak o to żeby esencjonalne części przyrządów były najlepszej jakości, nie zaś [---]<sup>172</sup> dodatkowe szczegóły. Wszak wiadomo że tak samo dla [---]<sup>173</sup> jakości obrazu fotograficznego miarodajną jest przedewszystkiem soczewka, a różne, często skomplikowane i kosztowne uboczne szczegóły aparatu fotograficznego mogą się przyczyniać do wygody fotografa ale nie mają znaczenia zasadniczego.

Wymagania co do precyzji właściwych przyrządów mierniczych, na których ostatecznie cała dokładność wyników pracy

---

<sup>165</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>166</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>167</sup> Skreślenie: „podczas gdy absolwenci naszych szkół średnich zwykle są”.

<sup>168</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>169</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>170</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>171</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>172</sup> Skreślenie: „drugorzędne”.

<sup>173</sup> Skreślenie nieczytelne.

polega, wzrastają oczywiście [---]<sup>174</sup> ustawicznie i dzisiaj z politowaniem patrzymy na przyrządy używane kilkadziesiąt lat temu.

[---]<sup>175</sup> Może dla charakterystyki przytoczę choć kilka dat [tj. danych] ilustrujących precyzję dzisiejszych pomiarów. Do pomiarów najdokładniej dających się wykonać należy ważenie. Tak trzy lata temu przy porównaniu prototypu kilograma [---]<sup>176</sup> austriackiego ? N°14 z paryskim oryginałem etalonem znaleziono [---]<sup>177</sup> różnicę  $-0,013 \pm 0,002$  mg, to znaczy, że precyzja pomiaru wyniosła 0,002 mg na 1 kg, to jest  $2 \cdot 10^{-9}$  część wielkości mierzonej.

Granice czułości dającej się dzisiaj osiągnąć w ważeniach reprezentuje nam mikrowaga Ramsaya, służąca tylko do mierzenia ciężarów mniejszych niż 0,03 mg, a w tem daje dokładność  $\pm 0.000003$  mg! To jest waga zapomocą której Ramsay oznaczał gęstość i ciężar ...<sup>178</sup> emanacyi(?) radowej(?).

[---]<sup>179</sup> Najszybciej postępuje jednak wydoskonalenie przyrządów elektrycznych; dawne przyrządy lorda Kelvina jego elektrometry i galwanometry, które jeszcze [---]<sup>180</sup> 30(?) lat temu były podziwiane jako *non plus ultra* czułości i precyzji, dzisiaj

<sup>174</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>175</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>176</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>177</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>178</sup> Słowo nieczytelne.

<sup>179</sup> Skreślenie: „Jeszcze bez porównania szerszy jest zakres”.

<sup>180</sup> Skreślenie nieczytelne.

są już zupełnie przestarzałe. [---]<sup>181</sup> Wiadomo zresztą, że w zakresie elektryczności tak czułe metody miernicze się dają skonstruować że [---]<sup>182</sup> można zmierzyć naboje pojedynczych elektronów (Millikan<sup>183</sup>, Ioffe<sup>184</sup>, etc.).

Jaskrawy przykład konieczności wyposażenia materialnego dała historia skroplenia helu; [---]<sup>185</sup> próby skroplenia w pracowni prof. Olszewskiego, który jak wiadomo na tem polu należy do pierwszych pionierów postępy [właśc. postępu] zostały [k. 11(141)] udaremnione brakiem środków dostatecznych. Udała się rzecz częściowo 1908 Kamerlinghowi Onnesowi<sup>186</sup> w słynnym laboratorium kriogenicznym(?) w Leyden, dzięki temu, że mógł sobie stworzyć 20 litrów ciekłego wodoru

<sup>181</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>182</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>183</sup> Robert Andrews Millikan (1868–1953) – amerykański fizyk, w 1911 r. przeprowadził słynne doświadczenie, w którym wykazał stałość ładunku elektronu i określił jego wartość (eksperyment Millikana), laureat Nagrody Nobla w dziedzinie fizyki (1923) za „pracę nad elementarnym ładunkiem elektrycznym i efektem fotoelektrycznym”.

<sup>184</sup> Abram Fiodorowicz Ioffe (ros. Абрам Фёдорович Иоффе) (1880–1960) – rosyjski fizyk, uważany za twórcę radzieckiej szkoły fizyki, zajmował się m.in. badaniami ciała stałego, niezależnie od Millikana prowadził badania nad ładunkiem elektrycznym elektronu (doświadczenie Ioffego).

<sup>185</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>186</sup> Heike Kamerlingh Onnes (1853–1926) – fizyk holenderski, twórca laboratorium niskich temperatur, m.in. skroplił hel (1908) i odkrył zjawisko nadprzewodnictwa (1911), laureat Nagrody Nobla w dziedzinie fizyki (1913) „za badania dotyczące właściwości materii w niskich temperaturach, które doprowadziły, między innymi, do wytworzenia ciekłego helu”.

i że posiadał zapas 200 litrów helu! Obecnie dzięki swym tego rodzaju urządzeniom technicznym w Leyden [---]<sup>187</sup> fizycy doszli do temperatury  $-271,75^{\circ}$  [C] tylko o 1,15 odległej od bezwzględnej zera. A jakie nowe perspektywy otworzyły badania właściwości ciał w owych temperaturach, jakie zupełnie nieoczekiwane rezultaty ono wciąż wydaje, o tem dzisiaj głośno w bieżącej literaturze naukowej. Co prawda że prof. Nerst<sup>188</sup> w Berlinie, referując niedawno o pracach w owych niskich temperaturach w swoim laboratorium wykonanych, [---]<sup>189</sup> wytłumaczył że otrzymanie litru wodoru skroplonego dla niego jest rzeczą równie łatwą jak dostanie kufła piwa z restauracji. Rozumie się że tylko instytuty wyposażone ogromnymi środkami mogą<sup>190</sup> **spółzawodniczyć**, [---]<sup>191</sup> tylko one mogą **skutecznie** brać udział w postępie umiejętności, w tak zawrotnym coraz szybszym tempie się odbywającym na całym obszarze fizyki. Niestety rządy zazwyczaj zasadę poprawy środków materialnych uznają co do armat szybkostrzelnych i ...<sup>192</sup>, ale nie co do instytutów naukowych.

<sup>187</sup> Skreślenie: „Rządy doskonale wiedzą, że ... [dodatkowe skreślenie nieczytelne] działa szybkostrzelne mają wyższość nad dawnymi armatami”.

<sup>188</sup> Walter Hermann Nernst (1864–1941) – niemiecki fizyk i chemik, laureat Nagrody Nobla z chemii (1920).

<sup>189</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>190</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>191</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>192</sup> Słowo nieczytelne.

[---]<sup>193</sup> Na szczęście i my jeden wielki krok zrobiliśmy na-  
przód pod tym względem, dzięki niestrudzonej inicjatywie, nie-  
zmordowanej pracy prof. Witkowskiego. [---]<sup>194</sup> Kiedykolwiek  
wstępujemy w mury tego instytutu, myśl nasza zwraca się znów  
ku jego [---]<sup>195</sup> założycielowi. Odczuwamy głęboką wdzięcz-  
ność, a równocześnie także czujemy zobowiązanie na nas spo-  
czywające. Gmach jest wspaniały, oby się okazał wspaniałym  
źródłem pracy twórczej, [---]<sup>196</sup> oby się zaznaczył [---]<sup>197</sup> potęż-  
nie w postępie naszej nauki ku nieznanym jeszcze **horyzontom**.

### Opracowania pomocnicze

- Polak, P., 2011. U źródeł krakowskiej filozofii przyrody. *Studia z Fi-  
lozofii Polskiej*, [online] 6, s. 135–153. Dostępne na: <[https://  
www.researchgate.net/publication/262363588\\_U\\_zrodel\\_kra-  
kowskiej\\_filozofii\\_przyrody](https://www.researchgate.net/publication/262363588_U_zrodel_krakowskiej_filozofii_przyrody)>.
- Wawrzycki, J., 2011. Wstęp. W: *Matematyczne zasady filozofii przy-  
rody*. Kraków – Rzeszów: Copernicus Center Press – Konsorcjum  
Akademickie, s. 19–165.

---

<sup>193</sup> Skreślenie: „Co prawda że rządy doskonale wiedzą”.

<sup>194</sup> Skreślenie: „Jego osobie poświęciłem kilka słów wstępnych”.

<sup>195</sup> Skreślenie: „osobie”.

<sup>196</sup> Skreślenie: „naukowej”.

<sup>197</sup> Skreślenie nieczytelne.





# ***Uwagi o roli przypadku we fizyce, Towarzystwo Filozoficzne w Krakowie, Kraków (1 III 1917)***

Marian Smoluchowski (oprac. M. Dziekan, P. Polak)

[k. nlb (148)]<sup>1</sup>

1/3 1917

Odczyt: O pojęciu przypadku we fizyce (potem drukowane po niemiecku przezemnie w Max-Planck-Hoff w Naturwissenschaften)<sup>2</sup>

[k. 1 (149)]

**Uwagi o [---]<sup>3</sup> roli przypadku [---]<sup>4</sup> we fizyce.**

Odczyt w Tow[arzystwie] Filoz[oficznym] w Krak[owie] dnia 1/3 1917

---

<sup>1</sup> W rękopisie znajduje się podwójna foliacja – oryginalna, zastosowana przez Smoluchowskiego i wtórna, związana z włączeniem rękopisu do jednostki archiwalnej. W niniejszym opracowaniu jako podstawowe numery kart przyjęto numery oryginalne, natomiast w nawiasach okrągłych podano numery kart nadane w ramach jednostki archiwalnej BJ 9398 IV.

<sup>2</sup> Według informacji archiwalnych jest to uwaga autorstwa Zofii Smoluchowskiej; notka została zapisana charakterem pisma odmiennym od stosowanego w dalszej części rękopisu; należy ją zatem traktować jako wtórna, pomijamy zatem sugerowany tu tytuł.

<sup>3</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>4</sup> Skreślenie nieczytelne.

Problemy, którymi dzisiaj się mamy zająć, co do **istoty przypadku i prawdopodobieństwa** [---]<sup>5</sup> były przedmiotem roztrząsań i dyskusji, prowadzonych przez filozofów i matematyków, socjologów odkąd w ogóle wymyślono rachunek prawdopodobieństwa, ale dyskusje te [---]<sup>6</sup> od niedawna dopiero wkroczyły w zakres zjawisk, gdzie istota tych pojęć ujawnia się – jak mi się zdaje – w formie [---]<sup>7</sup> najwyraźniejszej: w **zakres fizyki teoretycznej**.

Zastosowanie rachunku prawdopodobieństwa do fizyki teoretycznej datuje w ogóle dopiero od lat 60tych wieku ubiegłego, kiedy to Maxwell, Clausius, później Boltzmann, przy pomocy tego instrumentu matematycznego rozwinęli tzw. **teorię kinetyczną gazów**, tłumaczącą [---]<sup>8</sup> mechaniczne i ciepłe właściwości gazów jako skutek [---]<sup>9</sup> niedostrzegalnych ruchów drobin gazowych. Teorja [---]<sup>10</sup> kinetyczna wraz z atomistyką ciężkie przechodziła przesilenie pod koniec wieku ubiegłego, kiedy namiętnie zwalczaną była przez szkołę Ostwalda i Macha [---]<sup>11</sup>. W ostatnich jednak kilkunastu latach zdobyła tak bezpośrednio, [---]<sup>12</sup> niemal namacalne dowody w różnych nowo odkrytych albo nowo zbadanych zjawiskach mikroskopijnych, że dzisiaj

<sup>5</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>6</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>7</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>8</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>9</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>10</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>11</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>12</sup> Skreślenie nieczytelne.

[---]<sup>13</sup> uważamy ją za jedną z najpewniejszych i najwięcej podstawowych teorii fizycznych. [uzupełnienie na k. 1v] Wyjaśniły się [---]<sup>14</sup> zupełnie dawno zauważone sprzeczności teorii atomistyczno kinetycznej z termodynamiką, w szczególności z zasadą entropii – ale w sposób wręcz przeciwny niż dawniej przypuszczano, gdyż doświadczalnie udowodniono wyższość poglądu atomistycznego nad termodynamicznym. [---]<sup>15</sup> Wiemy dzisiaj, że słuszność miał **Boltzmann**, upatrując w zasadzie entropii dążenie układów materialnych do przechodzenia ze stanu mniej prawdopodobnego do stanu prawdopodobniejszego.

Ale wiemy dzisiaj ponadto, że istnieją [---]<sup>16</sup> także zjawiska sprzeczne z zasadą entropii, gdyż obok [---]<sup>17</sup> zdarzeń prawdopodobnych muszą się też przytrafiać zdarzenia mniej i zupełnie nieprawdopodobne. Właśnie bliższe studium takich zjawisk anormalnych, [---]<sup>18</sup> które w świecie mikroskopijnym pierwszorzędą odgrywają rolę jak np. t. zwanych ruchów Browna, [---]<sup>19</sup> fluktuacji dyfuzji itp., [---]<sup>20</sup> dowiodło, że istnieją granice ważności zasady entropii [---]<sup>21</sup> oraz że dotyczące wnioski teorii molekularno kinetycznej na każdym kroku, w każdym szcze-

<sup>13</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>14</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>15</sup> Skreślenie: „Okazało się”.

<sup>16</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>17</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>18</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>19</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>20</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>21</sup> Skreślenie nieczytelne.

góle się sprawdzają. [koniec wstawki z k. 1v(149v)] Równocześnie w ostatnich 20 latach pojęcia atomistyczne objęły zakres elektryczności i optyki, powstała teoria elektronów [–] atomów elektryczności i teoria promieniowania, a na tle tych samych pojęć wyjaśniły się także do pewnego stopnia tak zagadkowe początkowo zjawiska promieniotwórczości.

Wbrew przewidywaniom Macha i Ostwalda zwyciężył w nauce nie fenomenalizm tylko spekulatywny atomizm. Tak zatem cała niemal fizyka dzisiejsza jest przesiąknięta na wskroś atomistyką, tj. dążeniem do wytłumaczenia zasadniczych zjawisk fizycznych, jako skutku współdziałania [k. 2(150)] olbrzymiej liczby drobnych zjawisk składowych, pochodzących od pojedynczych atomów lub elektronów. [---]<sup>22</sup>.

Ewolucja ta jest oczywiście ściśle związana z wysunięciem się **rachunku prawdopodobieństwa** na miejsce naczelne we fizyce, jest to bowiem instrument matematyczny specjalnie [---]<sup>23</sup> służący do badań tego rodzaju zjawisk **tlumnych**. Rachunek prawdopodobieństwa znalazł tu takie pole zastosowa-

<sup>22</sup> Skreślenie: „Nie tylko takie prawa fizyczne jak np. prawo Boyl[e’]a-Mariott[e’]a, prawo załamania światła, {prawo termodynamiki [fragment dopisany ponad tekstem]} prawa elektrolizy, ale nawet prawa uważane dawniej za zupełnie podstawowe dla fizyki jak np. zasada entropii, czyli druga zasada termodynamiki, zostały rozłożone na zjawiska składowe; tym sposobem wyjaśniono ich formę matematyczną – której prostota zwykle jest tylko wynikiem tzw. prawa wielkich liczb – a równocześnie poznano ich granice ważności. Wbrew przewidywaniom Macha i Ostwalda zwyciężył w nauce nie fenomenalizm tylko atomizm”.

<sup>23</sup> Skreślenie nieczytelne.

nia jak w żadnej innej nauce stał się wprost fundamentalnym narzędziem matematycznym nowszej fizyki teoretycznej. [---]<sup>24</sup> A na odwrót spotyka się on [---]<sup>25</sup> tutaj na każdym niemal kroku z wprost zadziwiającymi potwierdzeniami i ilustracjami doświadczalnymi swych prawideł [---]<sup>26</sup>.

[---]<sup>27</sup> Wobec tak ogromnie rozszerzonego zastosowania tego rachunku dziwnem może się wydawać, że **analiza jego podstawowych pojęć** do dziś dnia tak małe zrobiła postępy, że każdy [---]<sup>28</sup> autor filozof podaje odmienną definicję pojęcia prawdopodobieństwa, że nie znamy kryterium matematycznego wystarczającego do ocenienia, jakie zjawiska należy uważać za przypadkowe itd, że jednym słowem nie ma [---]<sup>29</sup> żadnej części matematyki spoczywającej na tak słabych pod względem logicznym fundamentach.

[k. 3(151)] Pochodzi to z tąd że matematyk, fizyk, filozof, każdy szuka czegoś innego [---]<sup>30</sup> w problemie prawdopodobieństwa tak że oni między sobą się nie rozumieją. Matematyk

---

<sup>24</sup> Skreślenie: „On służy nam do wyprowadzania praw wypadkowych, wynikających z współdziałania zjawisk składowych elementarnych”.

<sup>25</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>26</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>27</sup> Skreślenie: „To wszystko niech służy za wytłumaczenia, czemu fizyk głos zabiera w sprawie podstawowych pojęć prawdopodobieństwa”.

<sup>28</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>29</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>30</sup> Skreślenie nieczytelne.

zajmuje się zazwyczaj np. w teorii różnych gier hazardowych tylko **formalną** stroną rachunku, obliczaniem prawdopodobieństwa jakiegoś zjawiska złożonego na podstawie znanego prawdopodobieństwa zjawisk składowych, elementarnych (Borel p.15) – ale jak te ostatnie określić należy, to go nie obchodzi. Fizyk znów powołuje się w ocenianiu tego, co uznaje za **przypadkowe**, za **jednakowo prawdopodobne**, zwykle jakimś poczuciem instynktownym i porównuje konsekwencje rachunkowe z rzeczywistością doświadczalną. A filozof zajmuje się przede wszystkim psychologiczną [---]<sup>31</sup> stroną przedmiotu lub rozważa, jak sądy prawdopodobne pomieścić w systemie logiki formalnej, ale [---]<sup>32</sup> pomija kwestyę, jakim obiektywnym warunkom muszą zadość czynić [---]<sup>33</sup> zewnętrzne zjawiska, aby [---]<sup>34</sup> uprawnić [tj. uprawomocnić] zastosowanie pojęć przypadku i prawdopodobieństwa.

Jako przyczynek do dyskusji tych kwestyi chciałbym podać pewne uwagi podkreślające [---]<sup>35</sup> specjalnie obiektywne rysy pojęć tu w grę wchodzących [---]<sup>36</sup>, które po części już n.p. [---]<sup>37</sup> Kries i Poincaré [---]<sup>38</sup> zauważyli, ale jak sądzę jesz-

<sup>31</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>32</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>33</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>34</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>35</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>36</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>37</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>38</sup> Skreślenie nieczytelne.

cze za mało wyjaśnień sformułowali. [---]<sup>39</sup> Za punkt wyjścia obierzmy kwestię [---]<sup>40</sup> do jakich zjawisk w ogóle odnosi się rachunek prawdopodobieństwa. [---]<sup>41</sup> Zapewne każdy powie: **do zjawisk przypadkowych**. Sądzę istotnie że przypadkowość jest cechą zupełnie istotną, [---]<sup>42</sup> charakterystyczną dla zjawisk, o których prawdopodobieństwie można mówić. Jeżeli np. Łukasiewicz w swych logicznych podstawach rachunku prawdop[obieństwa] o tem nie wspomina, to moim zdaniem znaczy tyle, że [---]<sup>43</sup> analizuje logiczne podstawy **statystyki** [---]<sup>44</sup> nie zaś rachunku prawdop[odobieństwa], który jest specjalnym przypadkiem statystyki. Pierwszem założeniem naszym musi zatem być wyjaśnić sobie, co właściwie charakteryzuje zjawiska przypadkowe, **co to jest przypadek**.

[k. 4(152)] Wyrazem naiwnego poglądu na świat będzie odpowiedź: [---]<sup>45</sup> przypadkiem nazywamy **brak prawidłowego związku przyczynowego**. Tak n.p. **Timerding** w książce niedawno opublikowanej *Analyse des Zufalls* powiada: „Das Wesentliche an allen zufälligen Ereignissen ist, dass sie allein an der Regelmäßigkeit kausaler Wirkung nicht zu erklären sind”<sup>46</sup>.

<sup>39</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>40</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>41</sup> Skreślenie: „Niewątpliwie”.

<sup>42</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>43</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>44</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>45</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>46</sup> Tłum. Dla wszystkich przypadkowych zdarzeń jest istotne, że nie dają się one wytłumaczyć regularnością przyczynowego oddziaływania.



Takie określenie jest jednak po pierwsze widocznie sprzeczne z [---]<sup>47</sup> **dzisiejszym – deterministycznym** światopoglądem, uznającym prawo przyczynowości jako naczelną zasadę. [---]<sup>48</sup> Przypadek jako antyteza prawa przyczynowego jest według tego w ogóle niemożliwy.

Po drugie byłoby zupełnie zagadkowym, jak [---]<sup>49</sup> przypadek [---]<sup>50</sup> taki który by był negacją prawidłowości przyczynowej może rodzić jakiegoś rodzaju **prawidłowe skutki**, a zatem jak może **istnieć rachunek prawdopodobieństwa** i [---]<sup>51</sup> dlaczego się **zgadza z rzeczywistością**.

Dla tego zwykle [---]<sup>52</sup> przedstawia się istotę przypadku [---]<sup>53</sup> twierdząc że [---]<sup>54</sup> dane zjawisko wywołane zostało wprawdzie prawidłowo działającą ale nieznaną nam przyczyną lub łańcuchem przyczyn, którego ogniwa nam [---]<sup>55</sup> nie są bliżej znane, lub nie dają się ściśle skontrolować. Ta definicja: przypadek = **niewiadoma nam przyczyna częściowa** (*umbe-kannte Tatarsache*) jest powszechnie przyjęta przez niemal wszystkich autorów<sup>56</sup>. Wyraźnie powiada np. matematyk **Borel**:

<sup>47</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>48</sup> Skreślenie: „Po drugie zaś”.

<sup>49</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>50</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>51</sup> Skreślenie: „jak”.

<sup>52</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>53</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>54</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>55</sup> Skreślenie: „jednokowóz”.

<sup>56</sup> Usunięto niedokończone zdanie dopisane pomiędzy liniami tekstu: „Charakterystyczne jest”.

„Przypadek jest to tylko nazwa dana naszej nieświadomości, dla istoty wszechwiedzącej [---]<sup>57</sup> prawdopodobieństwo by nie istniało”. „Le hasard n'est que le nom donné à notre ignorance; pour un être omniscient la probabilité n'existerait pas”. [---]<sup>58</sup> W innej formie podobne w zasadzie myśli [---]<sup>59</sup> wypowiada **Meinong** w swym nowym wielkim dziele o prawdopodobieństwie. (Zufälligkeit – Tatsächlichkeit von etwas [---]<sup>60</sup> Nicht notwendigen, [słowa nieczytelne] Notwendigkeit<sup>61</sup>). Podobnie np. odzywa się matematyk **Czuber**, [---]<sup>62</sup> znany specjalista w rachunku prawdopodobieństwa: [---]<sup>63</sup> „Mit dem Worte Zufall soll der kausale Zusammenhang nicht [sł. nieczytelne] werden, sonder der Zusammenhang soll in dem betreffenden Fall nicht [sł. nieczytelne] sein. [---]<sup>64</sup> [k. 5(153)] Es ist üblich, bekannte und bleibende Umstände: Ursachen, unbekante und wechselnde: Zufall zu nennen“<sup>65</sup>.

---

<sup>57</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>58</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>59</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>60</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>61</sup> Tłum. Przypadek – faktyczność czegoś Niekoniecznego, pojawia się zawsze jako Konieczność.

<sup>62</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>63</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>64</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>65</sup> Cytat – bardzo niewyraźnie odnotowany – jest prawdopodobnie parafrazą określeń zawartych w publikacji E. Czuber, *Wahrscheinlichkeitsrechnung und ihre Anwendung auf Fehlerausgleichung, Statistik und Lebensversicherung*, Verlag von B.G. Teubner, Leipzig und Berlin 1908, s. 8nn.

Takie, tradycyjne pojmowanie przypadku, usuwa wprawdzie sprzeczność z prawem przyczynowości, ale **pozostaje nierozwiązana druga sprzeczność poprzednio wspomniana**: Jakże możliwym jest obliczenie skutków wywołanych przez czynniki zmienne i nieznanne? Jaki wtedy sens może mieć rachunek prawdopodobieństwa?

Zwolennicy tradycyjnego sposobu zapatrywania tłumaczą to, powołując się na tzw. **prawo wielkich liczb**, które przyjmują jako jakąś zasadę empiryczną, niedającą się udowodnić, jakieś naczelne prawo przyrody. Która z liczb 1 – 36 z rulety wyniknie – powiadają – to zależy od niewiadomych [---]<sup>66</sup> *a priori* i nie dających się [---]<sup>67</sup> skontrolować przyczyn. Ale jest to fakt doświadczalny, że przeciętne częstości okazania się każdej z nich w miarę [---]<sup>68</sup> wielokrotnego powtórzenia [---]<sup>69</sup> gry się wyrównują, że [---]<sup>70</sup> przypadkowe zależności znikają w przeciętnym wyniku wielu prób.

**Timerding** powiada w książce poprzednio zacytowanej *Analyse des Zufalls* odnośnie prawa wielkich liczb: „Die unverbrüchliche Kausalität in allem Naturgeschehen mag wohl aufrechterhalten werden, sie reicht aber nicht hin, um die Regelmäßigkeit des Weltgeschehens vollständig zu erklären. Es gehört vielmehr die Tatsache hinzu, die wir als Gesetz der groben Zah-

<sup>66</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>67</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>68</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>69</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>70</sup> Skreślenie nieczytelne.

len bezeichnen, und die bewirkt, dass die Unregelmäßigkeiten, die sonst durch die zufälligen Ereignisse in die Welt hineingetragen wirken, in dem Gesamtergebnis wieder verschwinden... Unser Verstand sträubt sich allerdings dagegen, ein solchen Prinzip nur deshalb hinzunehmen, weil hier und dort seine Richtigkeit bezeugt wird, vielmehr drängt er dahin, auch einen inneren Gesetz für einen solchen Ausgleich zu finden. Ein solcher inneres Gesetz lässt sich aber nicht ermitteln<sup>71</sup>.

[k. 6(154)] Wydaje mi się, że takie zapatrywanie, przyjęcie tego prawa wielkich liczb jako czysto empirycznej, nieracjonalnej [tj. nie będącej wnioskiem dedukcyjnym] zasady to jest perspektywa wprost rozpaczliwa, otwarte przyznanie się do bankructwa rozumu ludzkiego – i to tym bardziej, że nie tylko w przyrodzie, ale nawet w matematyce czystej trzeba przyjąć owo mistyczne empiryczne prawo [---]<sup>72</sup>, gdyż i tam, jak **Poincaré**

---

<sup>71</sup> Tłum. Niezłomna przyczynowość obecna we wszystkich zdarzeniach naturalnych może być utrzymana, sama jednak nie wystarcza do wytłumaczenia prawidłowości zjawisk na świecie. [Inna wersja tłumaczenia tego fragmentu: Można przyjąć nienaruszalną przyczynowość obecna we wszystkich zjawiskach, ale ona sama nie wystarcza do wytłumaczenia prawidłowości zjawisk w świecie.] Przynależy zdecydowanie bardziej do stanu faktycznego, który my nazywamy prawem wielkich liczb, i który powoduje, że nieprawidłowości zazwyczaj wprowadzane w świat przez przypadkowe zdarzenia, w wyniku ogólnym znikają. Nasz rozum burzy się przeciwko temu, aby przyjąć takie kryterium (zasadę) tylko dlatego, że tu i tam udowodniono jego trafność, dąży raczej do tego, by odnaleźć dla równowagi również wewnętrzne prawo. Jednak takie prawo nie daje się wydobyc.

<sup>72</sup> Skreślenie: „wielkich liczb”.

wykazał, można podać przykłady na zastosowanie pojęć i rachunku prawdopodobieństwa.

\* \* \*

Otóż sędzę, że cała ta hipoteza o istnieniu prawa wielkich liczb – którego ścisłego sformułowania zresztą nigdzie nie udało mi się znaleźć – jest zupełnie **zbyteczna** i że wszelkie tu nasuwające się trudności pochodzą tylko **z tąd, że określenie przypadku jako „niewiadomej przyczyny częściowej” jest zupełnie wadliwe, mianowicie że jest ono wiele za obszerne.**

Nie chciałbym jednak wywołać nieporozumienia. Przyznaję oczywiście że w życiu codziennym [---]<sup>73</sup> używa się istotnie słowa „przyadek” także w takim znaczeniu. Jeżeli na ulicy komuś cegła z dachu spadnie na głowę, mówimy o przypadku. Jeżeli [---]<sup>74</sup> ostrosłup postawimy [---]<sup>75</sup> na wierzchołku, tak aby oś symetrii [---]<sup>76</sup> była [---]<sup>77</sup> przybliżenie pionową, to [sł. nieczytelne] powiemy że od przypadku zależy, na którą stronę ostrosłup się przechyli.

Ale tego rodzaju przypadek [---]<sup>78</sup> usuwa się najzupełniej z zakresu rachunku prawdopodobieństwa i co do niego nic

---

<sup>73</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>74</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>75</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>76</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>77</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>78</sup> Skreślenie: „polegający tylko na naszej nieświadomości”.

w ogóle przepowiedzieć nie można. Przypadek, który ma być dostępny materiałom rachunkowym odznacza się zupełnie specjalnymi właściwościami.

Spotykamy się tu znów z faktem bardzo w ogóle powszechnym, że mianowicie w życiu codziennym używamy wzniosłych terminów [---]<sup>79</sup> w znaczeniu wiele ogólniejszym niż w nauce, albo [---]<sup>80</sup> nawet w znaczeniu zupełnie odrębnym. Jakiż nieskończony szereg nieporozumień powstał np. z tąd, że słowa siła, bezwładność, energia, praca itd. we fizyce oznaczają pojęcia zupełnie różne od codziennego [tj. potocznego] znaczenia tych słów!

[k. 7(155)] Tak samo też i słowo „prawdopodobieństwo” jest ogromnie wieloznaczne. Bynajmniej nie myślę zaprzeczać słuszności[---]<sup>81</sup> zdania filozofów (jak **Lotzego**, **Sigwarta**, **Windelbanda**, a także **Meinonga**) [---]<sup>82</sup> odnajdujących czysto subiektywny element „oczekiwania” w pojęciu tego co nam się wydaje prawdopodobnym, ale [---]<sup>83</sup> także że matematyk i fizyk używają słowa „prawdopodobieństwo” w sensie [---]<sup>84</sup> odmiennym i wiele ściślejszym, jako [---]<sup>85</sup> miary statystycznej częstości wypadków korzystnych przy wielokrotnym powtarzaniu zjawiska przypadkowego, i że psychologiczna asocjacja „ocze-

<sup>79</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>80</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>81</sup> Skreślenie: „subiektywnego pojmowania prawdopodobieństwa”.

<sup>82</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>83</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>84</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>85</sup> Skreślenie nieczytelne.

kiwania” tworzy w rachunku prawdopodobieństwa czynnik zupełnie uboczny.

Wracając do naszego tematu twierdzą zatem, wbrew przyjętej powszechnie doktrynie, że **definicja przypadku jako [---]<sup>86</sup> nieznanego czynnika przyczynowego jest zupełnie niewystarczająca** – o ile chodzi o [---]<sup>87</sup> przypadek dostępny metodom rachunku prawdopodobieństwa, [---]<sup>88</sup> a w szczególności o stosowanie tego pojęcia w fizyce. **Prawdopodobieństwo fizyczne jakiegoś zjawiska określane musi być rzeczywistymi prawami i warunkami, od których ono zależy [---]<sup>89</sup> – nie zaś [---]<sup>90</sup> stanem naszej wiedzy lub nieświadomości!** Stosowanie rachunku prawdopodobieństwa w fizyce musi [---]<sup>91</sup> odpowiadać treści zupełnie obiektywnej [tj. musi posiadać obiektywne znaczenie], jeżeli ma być możliwą [---]<sup>92</sup> koncepcją świata zewnętrznego, bez względu na człowieka, obserwatora. Twierdzą też wbrew zdaniu [Emila] **Borela**, poprzednio zacytowanemu: Gdybyśmy nawet potrafili we fizyce poznać z absolutną dokładnością [---]<sup>93</sup> chwilowy [---]<sup>94</sup> stan układu wszystkich atomów, oraz gdybyśmy zmiany jego mogli obliczać – mimo to rachunek

<sup>86</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>87</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>88</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>89</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>90</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>91</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>92</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>93</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>94</sup> Skreślenie nieczytelne.

prawdopodobieństwa zachowałby całą swoją wartość w teorii kinetycznej gazów, pozostałby on zawsze cennym instrumentem matematycznym, podobnie jak np metoda mnożenia skröconego, albo jak używanie tablic logarytmicznych w celu mnożenia wielkich liczb obok zwykłego ścisłego mnożenia.

\* \* \*

[k. 8(156)] Chcąc zanalizować obiektywne **znaczenie** „przypadku”, w **najogólniejszym sensie słowa**, musimy [---]<sup>95</sup> podkreślić cechę bardzo charakterystyczną, którą **Poincaré** wyraża w zdaniu: **Mała przyczyna, duży skutek!** Gdyby człowiek o ułamek sekundy wcześniej lub później był przeszedł koło domu, spadająca cegła nie byłaby go uszkodziła. Najmniejsze [---]<sup>96</sup> przechylenie ostrosłupa postawionego na wierzchołku rozstrzyga o tem na którą stronę się ostatecznie przewróci.

[---]<sup>97</sup> **Przypadek taki nie usprawiedliwia jednak jeszcze żadnej spekulacji o prawdopodobieństwie** staje się [---]<sup>98</sup> **on dopiero wówczas dostępnym metodom rachunkowym**, jeżeli [---]<sup>99</sup> odznacza się równocześnie pewną **przeciętną regularnością skutku**, która [---]<sup>100</sup> zazwyczaj wiąże się z tym warunkiem,

<sup>95</sup> Skreślenie: „najprzód”.

<sup>96</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>97</sup> Skreślenie: „Sama nieznamość tych danych”.

<sup>98</sup> Skreślenie: „jednak”.

<sup>99</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>100</sup> Skreślenie nieczytelne.



że przy **stopniowej zmianie przyczyny występują naprzemian skutki przeciwne**.

Wyobraźmy sobie np. [---]<sup>101</sup> tarczę, podzieloną na jednakowe wycinki białe i czarne a wirującą koło środka, ku której człowiek strzela z małej odległości z strzelby trwale [---]<sup>102</sup> na pewien jej punkt nastawionej. Jeżeli tarcza [---]<sup>103</sup> wiruje bardzo powoli, zależy to od zręczności strzelca, czy uda mu się wypalić w odpowiednim momencie, aby trafić wycinek czarny. Jeżeli zaś tarcza wiruje szybko, kilkaset obrotów na sekundę, zręczność danego osobnika będzie zupełnie obojętna; zależy to wówczas tylko od przypadku, czy trafi odcinek czarny [---]<sup>104</sup>, i prawdopodobieństwo na to będzie  $= 1/2$ ".

Zrozumieć to łatwo. Warunkiem korzystnego wyniku tj. trafienia odcinka czarnego jest nadzwyczajnie ściśle uchwycenie momentu, kiedy należy wypalić, bez porównania ściślej niż tego dokonać [---]<sup>105</sup> potrafi zręczność ludzka. Decyzja do czynu, urzeczywistnienie jej przez poruszenie mięśni wymaga pewnego czasu, trudno dającego się określić, ale z pewnością nawet u najzręczniejszego osobnika jeżeli na komendę wystrzeli panować będą niedające się opanować przypadkowe zbożenia rzędu  $\tau = 1/20$  sek[undy]. Na taki przeciąg czasu zaś przypada już skutek szybkiego obrotu tarczy niezmiernie wielka

<sup>101</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>102</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>103</sup> Skreślenie nieczytelne.

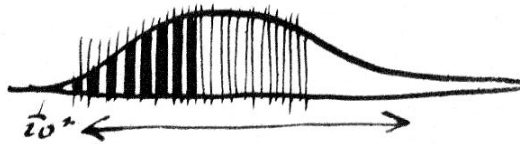
<sup>104</sup> Skreślenie: „albo biały”.

<sup>105</sup> Skreślenie nieczytelne.

liczba przypadków korzystnych oraz taka sama liczba przypadków niekorzystnych. Szanse trafienia białego lub czarnego odcinka się wyrównują.

[k. 9(157)]Możemy to sobie jeszcze uzmysłwić prostym sposobem graficznym:

Jeżeli jako odciętą wykreślimy czas, [---]<sup>106</sup> a jako rzędną prawdopodobieństwo, że w danym momencie nastąpi wystrzał, to otrzymamy krzywą  $z = \varphi(x)$  ilustrującą [---]<sup>107</sup> niejako szybkość i prawidłowość decyzji danego osobnika. Twierdziliśmy, że rozciąga się ona na czas 1/20 sek[undy] i na ten [---]<sup>108</sup> okres przypada wielka liczba skutków korzystnych (czarne paski) i niekorzystnych (białe) [---]<sup>109</sup> z których każdy odpowiada n.p. 1/2000 sek[undy].



[Oryginalny rysunek zaczerpnięty z rękopisu M. Smoluchowskiego]

<sup>106</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>107</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>108</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>109</sup> Skreślenie nieczytelne.

Widocznie zatem całkowite prawdopodobieństwo trafienia odcinka czarnego lub białego będzie przedstawione przez całą powierzchnię czarnych i białych pasków; [---]<sup>110</sup> te zaś powierzchnie muszą być bardzo blisko sobie równe [tj. bardzo podobne pod względem wielkości], zupełnie niezależnie od rodzaju funkcji określającej prawdopodobieństwo przyczyny – (o ile ta [---]<sup>111</sup> funkcja odznacza się ciągłością i nie posiada zbyt dużo maksimów, minimów!)

Podobnie przy grze w kostkę [---]<sup>112</sup> skutek  $y$  tj. okazanie się jednej z liczb 1–6, zależy w pewien skomplikowany sposób od przyczyny  $x$  tj. ruchu ręki [---]<sup>113</sup> grającego [---]<sup>114</sup> – jeżeli pominiemy czynniki uboczne jak przypadkowe nierówności stołu tj.  $y = f(x)$ .

[---]<sup>115</sup> Otóż ruchy ręki gracza, nawet najbardziej wyćwiczonego, podlegają [---]<sup>116</sup> pewnym przypadkowym wahaniom i prawdopodobieństwo czyli częstość tychże możemy sobie wyobrazić przedstawione przez jakąś funkcję  $\varphi(x)$ . Z drugiej strony nadzwyczajnie mała różnica w ruchu ręki [---]<sup>117</sup> spowoduje już zupełnie inny ruch kostki i ostatecznie wywoła okazanie się in-

<sup>110</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>111</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>112</sup> Skreślenie: „jako przyczynę”.

<sup>113</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>114</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>115</sup> Skreślenie: „Związek ten przyczynowy odznacza się właściwością, że nadzwyczaj mała [niedokończone zdanie]”.

<sup>116</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>117</sup> Skreślenie nieczytelne.

nej liczby  $y$ . Jeżeli więc obręb przypadkowej zmienności ruchów ręki gracza jest znacznie większy niż [---]<sup>118</sup> obręb powodujący zmianę [---]<sup>119</sup> jakiejś liczby na inną, to oczywiście prawdopodobieństwo wszystkich liczb 1–6 będzie jednakowe. Przypadek rozstrzygnie, która się każdym razem okaże, ale przy częstem powtarzaniu rzutów przeciętna częstość każdej będzie jednakowa, bez względu na rodzaj owych [k. 10(158)] funkcji  $f(x)$  i  $\varphi(x)$ .

[---]<sup>120</sup> Mógłbym podać szereg podobnych przykładów z zakresu przypadkowych zjawisk fizycznych, ale sądzę, że wystarczą te dwa proste przykłady, gdyż wyraźnie wykazują wspólną myśl zasadniczą, która się powtarza [---]<sup>121</sup> zawsze tam, gdzie przypadkowe zjawisko okazuje się przystępnem rachunkowi prawdopodobieństwa.

Przejdźmy zatem do ogólnej konkluzji z tych przykładów:

Przypadek w potocznym znaczeniu słowa [---]<sup>122</sup> usuwa się spod zakresu metod rachunkowych i w ogóle nie można powiedzieć o jego prawidłach. [---]<sup>123</sup> Jeżeli natomiast we fizyce mówimy, że jakieś zjawisko  $y$  zależy od przypadkowej przyczyny  $x$ , to taki przypadek podlegający regułom rachunku prawdopodobieństwa, oznacza specjalną w przyrodzie często napotykaną

<sup>118</sup> Skreślenie: „zakres”.

<sup>119</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>120</sup> Skreślenie: „Chodzi tu oczywiście o [fragment nieczytelny] wielkości jest zręczność gracza”.

<sup>121</sup> Skreślenie: „w każdym przypadku”.

<sup>122</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>123</sup> Skreślenie nieczytelne.

**formę związku przyczynowego.** Formę tę charakteryzuje **właściwość** [---]<sup>124</sup> **że prawdopodobieństwo rozkładu** skutku  $y$  – liczba 1–6 kostki – jest **niezależne od prawdopodobieństwa rozkładu przyczyny**  $x$  [---]<sup>125</sup> (rodzaju ruchów ręki).

Przy bliższej analizie [---]<sup>126</sup> określić się dają warunki wystarczające, które spełniać musi matematyczna forma owego związku przyczynowego  $y = f(x)$ , jeżeli związek ten ma posiadać właściwość [---]<sup>127</sup> żadaną, ale w ścisłe sformułowanie tych warunków nie będą wchodzić, tylko zwrócić uwagę [---]<sup>128</sup> na charakterystyczne dwie cechy: 1) „mała przyczyna duży skutek”, czyli dokładniej mówiąc: mała [---]<sup>129</sup> zmiana przyczyny (mała w porównaniu z obrębem [---]<sup>130</sup> prawdopodobnej zmienności) powoduje dużą różnicę skutku – wynik korzystny lub niekorzystny – 2). Ten sam wynik daje się osiągnąć przez którą bądź z pomiędzy wielkiej liczby różnych konstelacji przyczynowych, co w związku jest z tym właśnie, że stosunkowym zmianom przyczyny  $x$  w obrębie przypadkowej zmienności [---]<sup>131</sup> teź odpowiadają na przemian wyniki  $y$  korzystne i niekorzystne.

<sup>124</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>125</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>126</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>127</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>128</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>129</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>130</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>131</sup> Skreślenie nieczytelne.

[k. 11(159)] **Prawo wielkich liczb nie jest zatem żadną z zewnątrz nam nałożoną empiryczną zasadą!** [---]<sup>132</sup> Wynika ono po prostu z samego założenia, z matematycznej formy tego rodzaju związków przyczynowych, [---]<sup>133</sup> pod warunkiem, że przyczyna jest zmienna w pewnym obrębie [sł. nieczyt.] jakiegoś **regularnego** prawa częstości. Wynik pojedynczej próby nie da się przewidzieć, ale w [---]<sup>134</sup> miarę coraz częstszego powtarzania, następuje kompensacja przypadkowych różnic na mocy pewnej konsekwencji matematycznej i rozkład skutków staje się niezależnym od [---]<sup>135</sup> rozkładu czynnika przyczynowego.

**Wyjaśnia to nam najzupełniej uprawnienia rachunku prawdopodobieństwa** i usuwa pozorne sprzeczności między pojęciem przypadku a pewną prawidłowością skutków. Ale, czy wyjaśniliśmy już całkowicie samą **genezę przypadku**? Wszak właściwie tylko zmiankowaliśmy(?) prawdopodobieństwo pewnego skutku y na prawdopodobieństwo pewnej przyczyny x np. (ruchów ręki gracza rzucającego kostkę) – [---]<sup>136</sup> nie wytłumaczyliśmy zaś, [---]<sup>137</sup> co to właściwie znaczy [---]<sup>138</sup> i z kąd to pochodzi, że owa przyczyna podlega [---]<sup>139</sup> pewnej funkcji

<sup>132</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>133</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>134</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>135</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>136</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>137</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>138</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>139</sup> Skreślenie nieczytelne.

prawdopodobieństwa, nie wyjaśniliśmy jak **regularne** [---]<sup>140</sup> **prawa przyrody mogą zrodzić zjawiska przypadkowe**.

Jeżeli chodzi o zjawiska, w których [---]<sup>141</sup> **człowiek** występuje jako [---]<sup>142</sup> ostateczna przyczyna, jako *primus movens*, [---]<sup>143</sup> np. przy grach hazardowych, doświadczeniach ludzką ręką wykonanych itp. nie rozumiemy jeszcze tak bardzo tej trudności, gdyż jesteśmy dobrze świadomi, że nasz ustrój psychiczny i fizjologiczny nie działa tak regularnie jak maszyna, i że występuje tu zawsze jakaś kapryśna zmienność, której możemy przypisać genezę przypadku. Nazwiemy to krótko **przypadkiem fizjologicznym**.

Ale czy w martwej przyrodzie, dajmy na to w jakimś czysto fizycznym zjawisku, którego prawa zasadnicze i warunki indywidualne nam są dane, pojęcie przypadku nie może znaleźć zastosowania? Zwykle tak się twierdzi, ale sądzę, że jest to przesąd nieusprawiedliwiony.

[k. 12(160)] **Zamiast rozstrząsań ogólnych podam prosty model** jako przykład, jak w obrębie zjawisk czystko fizycznych zrodzić się może zjawisko typowo przypadkowe. [---]<sup>144</sup> Za wprost **idealny przykład zjawiska** przypadkowego – w sensie jak tego słowa używa się w fizyce – uważamy dzisiaj tzw. **promieniotwórczy rozkład [tj. rozpad] atomów**. Atomy Radu

<sup>140</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>141</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>142</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>143</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>144</sup> Skreślenie nieczytelne.

[---]<sup>145</sup> doznają z czasem tego rozkładu, w ten sposób że wysyłają z siebie z czasem automatycznie po jednej cząstce  $\alpha$  i skutkiem tego ubytku przemieniają się w atomy innej substancji tzw. RaA<sup>146</sup>, która później znów w podobny sposób [---]<sup>147</sup> dalej się transformuje. Otóż transformacja ta, będąca źródłem zjawisk promieniotwórczości [---]<sup>148</sup> odbywa się w sposób zupełnie przypadkowy, t.zn. że dany atom nie starzeje się, nie podlega żadnym zmianom postępowym [---]<sup>149</sup>, tylko nagle, w chwili nie dającej się przewidzieć doznaje takiej nagłej, niejako eksplozywnej transformacji. Prawdopodobieństwo, aby ów atom w czasie  $t \dots t + \Delta t$  się transformował, jest proporcjonalne do długości tego okresu:

$$Wdt = \lambda dt$$

przy czym współczynnik  $\lambda$  [---]<sup>150</sup> miarodajny dla intensywności procesu transformacji, jest wielkością stałą, charakterystyczną dla danej substancji promieniotwórczej, [---]<sup>151</sup> na którą wpłynąć nie można żadnym sztucznym sposobem.

<sup>145</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>146</sup> Rad A, ówczesna nazwa izotopu polonu (polon-218).

<sup>147</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>148</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>149</sup> Skreślenie: „ani [fragment nieczytelny] żadnym [fragment nieczytelny] wpłynąć na to zjawisko”.

<sup>150</sup> Skreślenie: „od którego zależy”.

<sup>151</sup> Skreślenie nieczytelne.



Otóż łatwo podać model, który będzie naśladował to zjawisko. Wyobraźmy sobie naczynie [---]<sup>152</sup> o kształcie dowolnie nieregularnym, i ścianach chropowatych, [---]<sup>153</sup> doskonale odbijających, do którego przez wąski otwór w ścianie wrzucamy małą kuleczkę. Kuleczka ta odbija się od ścian wielokrotnie, zakreślając drogę dziwnie zygzakowatą i jeżeli odbicia nie zmieniają jej prędkości przewidzieć można na podstawie pewnych twierdzeń z kinetycznej teorii gazów, że z czasem przez wszystkie części naczynia i we wszystkich kierunkach przestrzeni [---]<sup>154</sup> przybliżenie jednakowo często się będzie poruszać. Z czasem wreszcie musi się zdarzyć [---]<sup>155</sup> iż kilka znów na powrót wyleci z naczynia na [k. 13(161)] zewnątrz. [---]<sup>156</sup> Możebyć że zdarzy się to zaraz po pierwszym odbiciu, może dopiero po stu albo po stu tysiącach odbić, zależy to od kształtu naczynia i od kierunku ruchu początkowego kulki i dałoby się to ostatecznie obliczyć, gdyby [---]<sup>157</sup> wielkości te były dane z matematyczną dokładnością, ale bezpośrednio przewidzieć można, że większa liczba jednakowych takich naczyń, do których wpuściliśmy po jednej kuleczce, każdym razem w innym,

<sup>152</sup> Skreślenie: „o ścianach”.

<sup>153</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>154</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>155</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>156</sup> Skreślenie: „Jaki czas do tego będzie potrzebnym, by zaszło takie zjawisko to możnaby [zd. niedokończone]”.

<sup>157</sup> Skreślenie: „kształt tego naczynia i kierunek początkowy ruchu kulki był dany z matematyczną dokładnością”.

dowolnym kierunku, [---]<sup>158</sup> będzie się zachowywać zupełnie tak samo, jak odpowiednia liczba atomów substancji promieniotwórczej. [---]<sup>159</sup> Rozkład atomów i występowanie owych kuleczek z naczyń będą się odbywać według zupełnie tego samego prawa prawdopodobieństwa:

$$W(t...t+dt) = \lambda dt$$

Oczywiście nie sądzę żeby atomy Ra tak istotnie były skonstruowane, ale nie o to chodzi! Wystarczy nam, że **można** w ogóle podać [---]<sup>160</sup> model rozkładu promieniotwórczego spełniający dokładnie odnośne równanie transformacji.

A oto mógłbym podać jeszcze dużo podobnych przykładów, [---]<sup>161</sup> w których regularnie prawidłowo przebiegający [---]<sup>162</sup> mechanizm fizyczny jako **wynik** daje **zjawisko przypadkowe**. [---]<sup>163</sup> Co prawda że nie jest to przypadek w potocznym znaczeniu „nieprawidłowego kaprysu”, ale w znaczeniu [---]<sup>164</sup> przypadku [---]<sup>165</sup> *sit venia verbo* „prawidłowego” [---

---

<sup>158</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>159</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>160</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>161</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>162</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>163</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>164</sup> Skreślenie nieczytelne.

<sup>165</sup> Skreślenie nieczytelne.

]166 jaki [---]167 poprzednio uznaliśmy za warunek uprawniający stosowanie metod rachunku prawdopodobieństwa. Nie wchodząc zresztą w drobne szczegóły tylko tyle wspomnę, że wszystkie te modele polegają na tem iż pewne zjawisko np. w powyższym przykładzie odbijanie się kulki od ściany **powtarza się nieustannie**, każdym razem jednak w nieco odmiennych warunkach.

Tego rodzaju przypadek odgrywa oczywiście pierwszorzędą rolę w [---]168 świecie atomów i drobin i na tem polu [---]169 znamy dzisiaj już cały szereg zjawisk, których charakter przypadkowy właśnie przypisać możemy istnieniu [---]170 podobnych mechanizmów jak np. ruchy Browna, fluktuacje promieniotwórcze itp. [---]171

**Łączą się z tym przypadkiem „drobinowym” dalsze problemy**, przedewszystkim kwestia matematycznie ścisłego i ogólnego sformułowania takich zjawisk, następnie kwestya czy fizjologiczny przypadek nie polega może ostatecznie także na owym drobinowym przypadku itd. Ale w te problemy już nie będziemy się zapuszczać.

---

166 Skreślenie nieczytelne.

167 Skreślenie nieczytelne.

168 Skreślenie nieczytelne.

169 Skreślenie nieczytelne.

170 Skreślenie nieczytelne.

171 Skreślenie nieczytelne.

## Panorama inna niż wszystkie

*Panorama współczesnej filozofii,*

Jacek Hołówka, Bogdan Dziobkowski (red.), Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2016, ss. 559.

Tworzenie zbiorowych publikacji przeglądowych mających za zadanie jednocześnie być dobrym wprowadzeniem jak i mających ambicję pokazania głębokich problemów, z którymi mierzyć się musi dyscyplina naukowa, nie jest sprawą łatwą. Jeżeli chodzi o polski rynek publikacji przeglądowych z zakresu filozofii to możemy podzielić go na przynajmniej dwa zbiory. Po pierwsze, mamy publikacje, które znakomicie wywiązują się ze swojego wprowadzającego (niemalże kartograficznego) zadania, jednocześnie poświęcając „głębie” wywodu. Po drugie, mamy publika-

cje przeglądowe, które są zbiorem zaawansowanych prac nieposiadających wprawdzie żadnego waloru dydaktycznego (wprowadzającego do dyscypliny), ale oferujących bardzo pogłębione analizy wybranych tematów. Publikacja pod redakcją Jacka Hołówki i Bogdana Dziobkowskiego jest próbą pokazania, że publikacja przeglądowa może jednocześnie posiadać walor propedeutyczny (ale bez wpadania w płytką relację ze stanu badań) oraz stanowić głęboką analizę problemów, z którymi mierzyć się musi współczesna filozofia. W tekście chciałbym zastanowić się, czy cel ten udało się zrealizować.

Książka jest skonstruowana w bardzo interesujący sposób. Redaktorzy wybrali 11 działów filozofii, w ramach których zaproszono po dwóch specjalistów z danego działu do opisanie dwóch różnych stanowisk, niekoniecznie przeciwstawnych.

Otrzymałiśmy zatem pracę składającą się z 22 rozdziałów napisanych przez wielu czołowych polskich filozofów. Z uwagi na przeglądowy charakter książki uwagi dotyczące poszczególnych rozdziałów będą albo bardzo krótkie w stosunku do rozdziałów, które nie stanowią moich zainteresowań naukowych, albo nieco bardziej rozbudowane, w przypadku rozdziałów, których tematyka nie jest mi obca. Nie będę ukrywał, że we współczesnej filozofii najbliższa mi jest tradycja analityczna, zatem ocena tej książki dokonywana będzie (świadomie) z takiej perspektywy.

Pierwszy rozdział książki dotyczy zagadnień epistemologicznych: zawiera tekst Jana Woleńskiego o naturalizmie oraz Renaty Ziemińskiej o sceptycyzmie. Pierwszy z tekstów w sposób drobiazgowy charakteryzuje współczesny i historyczny naturalizm oraz zdaje relację ze sporu na-

turalizmu z antynaturalizmem. Istotną rolę w tekście odgrywa zarysowanie miejsca dla naturalizmu w ramach epistemologii oraz rekonstrukcja argumentów dotyczących normatywnego charakteru epistemologii. Drugi z tekstów dotyczy sceptycyzmu, który w interpretacji autorki rozbija się obecnie na dwie tezy, jedną dotyczącą niepewności naszej wiedzy oraz drugą dotyczącą niemożliwości jej posiadania. Istotnym elementem rozważań w tym tekście są niewątpliwie argumenty językowe, w szczególności dotyczące relacji pomiędzy sceptycyzmem a teorią znaczenia.

Drugi rozdział został poświęcony ontologii i składa się z tekstów o esencjalizmie znaczeniowym Macieja Sendłaka i Tadeusza Szubki, oraz o deflacionizmie pióra Macieja Soina. Oba teksty są znakomicie napisane i dotyczą bardzo ważnych zagadnień współczesnej ontolo-

gii. Chciałbym zwrócić uwagę na dwa zagadnienia, które pojawiają się w tych tekstach. W pierwszym z nich, między innymi, omawiana jest relacja metafizycznego fundowania, która we współczesnej filozofii analitycznej robi niebywałą karierę. Jeżeli chciałbym szukać miejsc, w którym tekst mógłby zostać rozbudowany, tak aby stanowił kompleksowe potraktowanie tej tematyki, to miejscem tym będzie tematyka wykorzystania pojęcia fundowania w próbach rozwiązania współczesnych sporów filozoficznych (np. problemu psychofizycznego czy relacji bytu do powinności). W drugim z tekstów omawia się easy ontology Amy Thomasson oraz deflacionizm Paula Horwicha, które są najciekawszymi obecnie rozwijanymi stanowiskami deflacionistycznymi. Interesujące jest, że Maciej Soin konstruuje również własne argumenty krytyczne dotyczące obu

wspomnianych stanowisk. Autorzy obu tekstów w sposób prosty wprowadzają w tematykę, jednocześnie dokonując pogłębionej analizy oraz krytyki omawianych zagadnień.

Rozdział trzeci i czwarty, dotyczą odpowiednio etyki oraz estetyki. W pierwszym z nich znajdujemy tekst Joanny Górniczej-Kalinowskiej o konsekwencjalizmie oraz tekst Andrzeja Szostka o personalistycznej interpretacji cnót. Oba teksty mają charakter wprowadzający i dotyczą zagadnień, wokół których we współczesnej debacie społecznej narosło wiele mitów i nieścisłości. W wielu przypadkach teksty dokonują potrzebnego rozjaśnienia zawilej problematyki. W drugim z komentowanych rozdziałów znajdujemy tekst Iwony Lorenc dotyczący doświadczenia estetycznego oraz tekst Zofii Rosińskiej i Andrzeja Zielińskiego dotyczący komunikacji.

Oba teksty ukazują bardzo interesujący fenomen, który dotyczy tego, w jaki sposób paradygmat uprawiania filozofii przekłada się na sposób pisania o jej problemach. Tekst Iwony Lorenc może wydawać się nieprzystępny z uwagi na słownik filozoficzny, przy użyciu jakiego został napisany, ale jednocześnie porusza on centralne dla estetyki zagadnienie doświadczenia estetycznego. Drugi z tekstów w sposób oryginalny (przynajmniej dla kogoś przyzwyczajonego do formalnych teorii komunikacji) opisuje fenomen komunikacji na linii twórcy dzieła – odbiorcy.

Rozdział piąty poświęcony jest filozofii logiki i zawiera tekst Krzysztofa Wójtowicza o teoriach aksjomatycznych oraz Krzysztofa Wieczorka o logice nieformalnej. Oba teksty stoją na bardzo wysokim poziomie. Pierwszy z nich stara się w sposób niesformalizowany przedstawić jedno z najcie-

kawszych zagadnień logiki formalnej, co udaje mu się bardzo dobrze. W drugim tekście analizowane jest zyskujące dużą popularność obecnie podejście nieformalne do analizy argumentacji.

Szósty rozdział dotyczy filozofii języka, a dokładniej dwóch jej problemów. Pierwszy z nich to problem relacji warunków prawdziwości i znaczenia, który omawia w swoim tekście Joanna Odrowąż-Sypniewska, drugi natomiast dotyczy nonfaktualizmu, który opisuje Bogdan Dziobkowski. Pierwszy z tekstów znakomicie poprzez pojęcie znaczenia wprowadza do jednej z najciekawszych debat prowadzonych obecnie na gruncie filozofii języka: debaty minimalistów z kontekstualistami. Drugi z tekstów dotyczy niemalże monograficznie paradoksu sceptycznego Kripkensteina i sposobów jego rozwiązywania bez większych odwołań do obecnie toczącej się debaty

nonfaktualistycznej (np. w teorii prawa czy etyce).

Rozdział siódmy to dwie prace poświęcone filozofii umysłu. Zagadnieniem sztucznej inteligencji zajął się Marcin Miłkowski, a zagadnieniu świadomości przyjrzał się Jacek Hołówka. Tekst Marcina Miłkowskiego jest znakomitym pogłębionym wprowadzeniem do problematyki współczesnych filozoficznych aspektów sztucznej inteligencji. Drugi z tekstów stanowi przegląd najważniejszych filozoficznych koncepcji świadomości.

Ósmy rozdział książki dotyczy filozofii nauki i zawiera tekst o realizmie pióra Adama Groblera i tekst o instrumentalizmie autorstwa Wojciecha Sadego. Oba teksty, bardzo dobrze napisane, prezentują bardzo ważną debatę, która toczy się w obrębie współczesnej filozofii nauki. Dobrze opisują one tło i kontekst filozoficznych problemów związa-

nych z nauką, ilustrując swoje wywody przykładami z nauk szczegółowych.

Rozdziały dziewiąty i dziesiąty omawianej książki dotyczą filozofii polityki oraz filozofii społecznej. W rozdziale dotyczącym filozofii politycznej znajdziemy tekst Damiana Leszczyńskiego o konserwatyzmie oraz Andrzeja Szahaja o liberalizmie. Oba teksty stoją na wysokim poziomie, spełniając w pełni swoje zadanie wprowadzające do omawianej tematyki. W rozdziale dotyczącym filozofii społecznej, odnajdujemy tekst Adama Chmielewskiego dotyczący komunitaryzmu oraz tekst Magdaleny Środy o indywidualizmie. Oba te teksty, wysoce kontrastujące ze sobą, stanowią ciekawy przykład opisywania tego samego sporu z różnych perspektyw. Po przeczytaniu pierwszego z tekstów czytelnik powinien skłaniać się ku komunitaryzmowi, na co



bezpośrednią kontrą jest zbliżający czytelnika do indywidualizmu tekst drugi.

Rozdział jedenasty książki dotyczy filozofii religii. Znajdziemy w nim dwa teksty, pierwszy autorstwa Jana Krokosa dotyczy objawienia, zaś drugi, autorstwa Piotra Gutowskiego i Marcina Iwanickiego, dotyczy objawienia religijnego. Pierwszy tekst porusza bardzo trudne zagadnienie i odniosłem wrażenie, że z konieczności bardzo mocno oddala się od filozofii. Drugi z tekstów stanowi przykład bardzo dobrej pracy omawiającej współczesną filozofię religii, w szczególności w jej analitycznym wydaniu.

Dokonując oceny tej publikacji należy w kilku punktach zebrać uwagi ogólne. Po pierwsze, poziom wszystkich tekstów jest wysoki, jednakże niektóre z grup tematycznych (ontologia, filozofia umysłu) zdecydowanie się wyróżniają. Oczywiście

nie sposób mi oceniać niektórych z rozdziałów. Po drugie, jeżeli chodzi o stosunek głębi wywodu do walorów dydaktycznych, to nie wszystkim tekstom udało się osiągnąć ideał, do którego zmierzać miała ta publikacja. Zazwyczaj te teksty wykazywały tendencję do pozostawania wysoce wprowadzającymi. Po trzecie, bardzo chętnie widziałbym w tym zestawieniu inne dyscypliny filozoficzne, np. filozofię prawa (co jest być może tylko życzeniowym myśleniem na przyszłość).

Pomimo powyższych uwag szczerze polecam książkę wszystkim czytelnikom, zarówno tym, którzy szukają rzetelnego wprowadzenia, jak i tym, którzy szukają pogłębionej analizy zagadnień centralnych dla dyscyplin filozoficznych.

*Bartosz Janik*

## **Komu ma służyć wznowienie monografii Barbary Skargi o pozytywizmie?**

B. Skarga, *Ortodoksja i rewizja w pozytywizmie francuskim*, M. Pańków (red.), ser. Dzieła zebrane Barbary Skargi, t. 3, Wydawnictwo Naukowe PWN – Fundacja na Rzecz Myślenia im. Barbary Skargi, Warszawa 2016, ss. 496.

Siedem lat po śmierci Barbary Skargi – osoby, której filozofom nie trzeba przedstawiać – wznowiona została jedna z jej najważniejszych prac, poświęcona rozwojowi pozytywizmu francuskiego. Starannie wydana książka ukazuje się w serii dzieł wybranych tej autorki. Wydana przez Fundację na Rzecz Myślenia im. Barbary Skargi wraz z PWN i dotowana z Narodowego Programu

Rozwoju Humanistyki seria realizuje w zapowiedziach wydawców cel „krytycznej edycji dzieł Barbary Skargi” (Jacek Migasiński, *Wprowadzenie do Dzieł zebranych Barbary Skargi*, s. 9). Trudno podejmować się recenzji prac klasycznych, zwłaszcza takich, które wywarły już znaczny wpływ na polską filozofię, jak niniejsza publikacja. Skupię się zatem głównie na tym, co stanowi o specyfice wznowienia.

Drugie wydanie monografii Skargi, pół wieku od pierwszego jej wydania, pojawia się w zupełnie innym kontekście społeczno-kulturowym. Z pewnością dawne dyskusje wokół „społecznej roli marksizmu, uznania jego historycznej ekscypjonalności” (A. Kołakowski, *Przedmowa do drugiego wydania*, s. 17–18) należą już obecnie do historii filozofii, a nie do jej terażniejszości. Istotne prace filozoficzne z powodzeniem opierają się jednak próbie

czasu, inspirując nawet po wielu latach, o czym wie każdy filozof przechodzący obowiązkowe kursy historii filozofii. Czy zatem dzieło Skargi może być inspirujące dla młodszych czytelników ZFN, tych którzy nie byli świadkami sporów toczonych przez warszawską szkołę historii idei?

Z pewnością zagadnienie pozytywizmu – filozofii naukowej, będącej odpowiedzią na XIX-wieczny sukces i ekspansję techno-nauki – stanowi jeden z ważnych punktów odniesienia dla wielu analiz związanych z filozoficznymi zagadnieniami w nauce. Religijne aspekty systemu Comte’a i jego następców składają także do ciągłego pochylania się nad historią pozytywizmu przy studiach relacji nauka-wiara.

W *Przedmowie...* Andrzej Kołakowski ostrożnie i trafnie oceniał znaczenie niniejszej publikacji, warto więc przytoczyć jego słowa: „Czytana dziś roz-

prawa historyczno-filozoficzna, która powstała przed niemal półwieczem, wymaga innego podejścia i innych kryteriów oceny niż wówczas, gdy po raz pierwszy docierała do czytelników. Nie może bowiem dostarczać aktualnej wiedzy o przedmiocie badań, lecz może tylko świadczyć o stanie badań nad pozytywizmem francuskim w czasie jej publikacji, zatem może być elementem badania dziejów badań, czyli pracy z zakresu historii historiografii filozofii, nie zaś źródłem współczesnej wiedzy o myślicielach będących jej bohaterami” (tamże, s. 13).

Kołakowski sugerował również, że rozprawa Skargi ma w zasadzie znaczenie głównie dla osób zainteresowanych ewolucją poglądów Autorki. Nie negując w żadnej mierze tej doniosłej wartości wznowienia, trzeba jednak stwierdzić, że takie podejście bardzo zawęży krąg odbiorców

niniejszej książki. Autor *Przedmowy...* wskazał jednak jeszcze dodatkowe jej znaczenie – jako najcenniejszy element niniejszej publikacji, który ostał się próbie czasu, uznał analizę zagadnienia ortodoksji filozoficznej i kwestię rewizji systemu filozoficznego. Rzeczywiście to istotne zagadnienia z punktu widzenia historii filozofii, zwłaszcza tej zajmującej się filozofią systemową. Z pewnością interesujące by było zastosowanie metod i koncepcji Skargi do opisu historii ruchu neoscholastycznego, który *par excellence* musiał się zmierzyć z zagadnieniem ortodoksji filozoficznej i rewizji systemu. Sądzę, że takie analizy mogą rozjaśnić znacząco dzieje neoscholastyki, zwłaszcza tej nam najbliższej, uprawianej na ziemiach polskich. W tym kontekście ostatnie zdanie rozprawy, swoiste memento, brzmi niezwykle intrygująco: „Wielka doktryna może się ostać w histo-

rii i być źródłem nowych twórczych poszukiwań tylko za cenę swego przetworzenia” (s. 491).

Wbrew autorowi *Przedmowy...* uważam, że dziś z perspektywy czasu warto również sięgnąć po książkę Skargi, aby znaleźć nieco inne od współczesnych spojrzenie na zagadnienie pozytywizmu. Monografia ta ukazuje również bardzo dobry warsztat historyka filozofii, zatem i pod tym względem warta jest lektury, a dla specjalistów zajmujących się dziejami pozytywizmu powinna to być lektura klasyczna. Zapewne wiele kwestii będzie mało interesujących współcześnie, ale czytelnika ZFN zainteresować mogą szczególnie dwa pierwsze rozdziały: „I. Pozytywizm i utopia” oraz „II. Spadkobiercy wobec systemu mistrza” – poświęcone kwestii systemu pozytywistycznego i ogólnym uwarunkowaniom relacji uczniów do systemu mistrza.

Podobnie może być również z rozdziałami z ostatniej części poświęconej Littrému i jego koncepcji pozytywizmu, która *de facto* zdominowała myślenie o tej filozofii: „VII. Pojęcie faktu w pozytywizmie” oraz „IX. Pozytywizm i agnostycyzm”. Szczególnie interesujące wydało mi się ujęcie pozytywistycznej filozofii nauki *in statu nascendi*.

Jak już wspominałem, pod względem redakcyjnym monografia została opracowana bardzo dobrze, a całość robi imponujące wrażenie. Największym mankamentem tego wznowienia jest z pewnością kwestia krytycznego opracowania monografii Skargi. Tom rozpoczyna przytoczone już zdanie mówiące o celu edycji, jakim jest krytyczne wydanie dzieł Barbary Skargi. Deklaracja ta jawnie jednak kontrastuje z *Notą redakcyjną* na s. 25: „Zmiany [w stosunku do wydania z 1967 r.] ograniczają się do usunięcia uste-

rek, które uszły uwadze pierwszej redakcji, oraz do aktualizacji kilku terminów zgodnie z ewolucją uznanych konwencji w polskim piśmiennictwie filozoficznym i naukowym”. Poprawiono również kwestię odnośników do nowszych przekładów cytowanych dzieł. Jedynym elementem krytycznego opracowania mogłaby być więc cytowana już *Przedmowa...*, ale i tu czeka nas rozczarowanie – liczący zaledwie 11 stron tekst streszcza przede wszystkim główne koncepcje zawarte w monografii Skargi oraz przybliża kontekst historyczny pracy. Jedyne uwagi, które można by uznać za „krytyczne”, zostały już tu przytoczone *in extenso*.

Należy więc uznać, że deklarowany na wstępie cel nie został zrealizowany, co jest z pewnością z dużą szkodą dla badań nad dorobkiem B. Skargi – bardzo ważna okazja została zmarnowana. To duża szkoda, zwłaszcza

cza że można było z perspektywy czasu opracować wnikliwe elementy krytyczne, które być może pozwoliłyby bardziej adekwatnie i precyzyjnie ocenić dorobek tej znakomitej autorki. Niestety, w ten sposób niektóre rażące dziś stwierdzenia B. Skargi pozostaną bez koniecznego, adekwatnego komentarza historycznego. Dobrym przykładem jest choćby jej deklaracja ze *Wstępu*: „Każdego, kto zajmował się studiami nad myślą pozytywistyczną w Polsce, musiała uderzyć żenująca nieznamość dzieł Augusta Comte’a w naszym kraju. [...] Nikt bliżej się Comte’em nie interesował” (s. 30). Rodzi się w tym kontekście wiele pytań: Czy rzeczywiście można wciąż utrzymywać tak skrajną opinię? Dlaczego nie wspomniano autorów takich jak np. ks. S. Pawlicki, którzy wykazywali się już w XIX wieku dobrą znajomością pozytywizmu Comte’a i jego uczniów?

Brak rzetelnego krytycznego komentarza historyka filozofii i historyka historiografii niestety nie da się zastąpić krótkimi uzupełnieniami bibliograficznymi dodanymi przez redakcję. Niestety, brak tegoż powoduje, że trzeba się przychylić do zdania Andrzeja Kołakowskiego, iż wznowienie to będzie miało większą wartość jedynie dla miłośników twórczości Skargi i historyków historiografii – szkoda jednak nie wykorzystanych szans. Całość, mimo dobrego pierwszego wrażenia, sugeruje jednak, że mamy do czynienia nie z refleksją, która może być wciąż inspirująca, a raczej z martwym świadectwem przebrzmiałej już historii. Uważam, że mimo licznych zastrzeżeń, jakie można dziś postawić wobec tej monografii B. Skargi, zasługiwała ona jednak na lepsze potraktowanie.

Paweł Polak



## O dwóch takich, co o nauce i wierze rozmawiali

*Ćwiczenia duszy, rozciąganie mózgu. Rozmawiają Jerzy Vetulani i ks. Grzegorz Strzelczyk*,  
Wydawnictwo ZNAK, Kraków  
2016, ss. 223.

Recenzowanie takich książek jak *Ćwiczenia duszy, rozciąganie mózgu. Rozmawiają Jerzy Vetulani i ks. Grzegorz Strzelczyk* może wydać się pozbawione istotnych racji. Nie jest to przecież pozycja naukowa *sensu stricto*<sup>1</sup>. Z drugiej jednak strony, czy interesującej myśli filozoficznej musimy szukać wyłącznie tam, gdzie nakazują obecne standardy szkolnictwa wyższego? Gdyby podzielana

---

<sup>1</sup> Jak podaje Wydawca, książkę zainspirowały rozmowy ks. G. Strzelczyka i J. Vetulaniego, prowadzone w miesięczniku *Znak* w ramach cyklu „Neuroteologie”.

dziś miarę wartości tekstu filozoficznego przyłożyć chociażby do platońskich dialogów, twórcę *Uczt*y należałoby potraktować z przymrużeniem oka, najwyżej zaś jako sprawnego literata (podobnie zresztą rzecz miałaby się z wieloma innymi myślicielami, którzy zapisali się złotymi zgłoskami w dziejach filozofii). Dyskusja, dialog i rzeczowa wymiana poglądów nie przeszły na szczęście do filozoficznego lamusa, czego doskonałym świadectwem jest omawiana tutaj książka. Dlaczego warto do niej sięgnąć?

Pierwszy powód to rozmówcy. Prof. Jerzy Vetulani (neurobiolog, biochemik) i ks. dr Grzegorz Strzelczyk (teolog) to zasłużeni w swoich dyscyplinach uczeni, którzy potrafią dyskutować zajmująco i merytorycznie. Pomimo dzielącej ich przepaści światopoglądowej, skorzy są rozmawiać ze sobą bez uprzedzeń i wrogości. Ks. prof. Józef Tischner



zwracał kiedyś uwagę, że religijną wiarę łatwiej stracić po spotkaniu z własnym proboszczem, niż wskutek lektury klasyków ateizmu. Przypuszczam, że po przeczytaniu tej krótkiej – bo liczącej niewiele ponad 200 stron – dyskusji między katolickim księdzem a zdeklarowanym ateistą nikt raczej wiary nie utraci, zaś osoby niewierzące pozostaną religijnie obojętne. Jedni i drudzy zyskają jednak coś bardzo cennego – przykład ożywiającego intelektualnie dialogu na styku wiary i nauki.

Zderzenie dwóch odmiennych spojrzeń na kwestie związane ze światem ducha i materii bywa inspirujące<sup>2</sup>. Jest tak zwłaszcza wtedy, kiedy dyskutanci nie unikają trudnych pytań i stronią od lapidarnych, schematycznych odpowiedzi. W recenzowanej pozycji roz-

mówcy poruszyli wiele zagadnień (być może zbyt wiele, ale o tym za moment), składających się łącznie na osiem rozdziałów (kolejno: *Czy Jezus miał zespół Geschwinda?*, *Czy biologia obalila przekonanie o istnieniu wolnej woli?*, *Szlifowanie moralności*, *Módl się, pracuj, ćwicz*, *Miłość, czyli więź*, *Zagadywanie śmierci*, *O szczęściu, rozkoszy i dobrym życiu*, *Na co możemy mieć nadzieję?*, a także wprowadzenie (*Teolog i neurobiolog*) i zakończenie (*Jaka przyszłość czeka religię?*). Gdyby ostatecznie pokusić się o określenie tematyki książki, to należałoby powiedzieć, że jest to pozycja, która – w zgodzie z duchem czasu – ma charakter interdyscyplinarny, koncentrując się na licznych zagadnieniach z pogranicza neurobiologii, teologii, filozofii człowieka i etyki<sup>3</sup>.

<sup>2</sup> Za inny, nie mniej interesujący przykład może posłużyć chociażby: D. Dennett, A. Plantinga, *Nauka i religia. Czy można je pogodzić?*, przeł. M. Furman, Ł. Kwiatek, Kraków 2014.

<sup>3</sup> Ściśle rzecz ujmując, inspiracją dla rozmów stało się – jak twierdzi ks. Strzelczyk – zagadnienie tzw. „neuroteologii” (s. 21).

W tym miejscu powinienem rozpocząć referowanie i komentowanie poszczególnych części omawianej pozycji, ale odejdę od tego schematu. Usprawiedliwiam to zasygnalizowaną wyżej uwagą o rozpiętości tematycznej książki. Omówienie w krótkiej recenzji – choćby skrótowo – wszystkich problemów, do których odnoszą się rozmówcy, wydaje się w tym wypadku wręcz niemożliwe. Trzeba zaznaczyć, że *Ćwiczenia duszy, rozciąganie mózgu* to właściwie książka, która przede wszystkim sygnalizuje trudności, jakie pojawiają się w kontekście wspólnych pytań neuronauk i religii. Nie proponuje więc nowych i śmiałych hipotez, skupiając się wokół jednego czy dwóch zagadnień, lecz oferuje w miarę przystępne spojrzenie na szereg problemów, przed którymi stają współcześni teologowie i neurobiologowie. W tym sensie stanowi dobry przykład zbliżenia się

dwóch kultur, o których przed laty pisał C.P. Snow. Nie jest to jednak zbliżenie na tyle bliskie, by dostrzec bardziej szczegółowe elementy obrazu człowieka i świata, jakie wyłaniają się z nauki oraz teologii.

Zabrakło w omawianej książce odrobinę większej odwagi pójścia „w głąb” niektórych problemów, pojawiających się na styku nauki i religii. Zdają sobie sprawę, że pozycja adresowana jest przede wszystkim do szerokiego grona czytelników-niespecjalistów, a Wydawcy zależało na zachowaniu balansu między ilością ciekawych problemów i przystępną formą wypowiedzi, zrozumiałą dla laika. Mimo to aż prosi się o większą koncentrację na tak znaczących filozoficznie i teologicznie problemach, jak np. zagadnienie relacji umysłu do ciała czy genezy religijności. Rozmówcy niewątpliwie postawili sobie bardzo ambitny cel. Pochylenie się

nad klasycznymi zagadnieniami filozoficznymi, interesującymi zarazem naukę i teologię (m.in. wolna wola, moralność, śmierć) zasługuje na pochwałę, jednak wydaje mi się, że to dopiero wstęp do podjęcia pogłębionych dyskusji już wokół bardziej sprecyzowanych tematów. Prof. J. Vetulani wydaje się zresztą głęboko zainteresowany refleksją humanistyczną, dostrzega także znaczącą rolę filozofii we współczesnym dyskursie intelektualnym, zwracając między innymi uwagę na jej miejsce w kontekście odkrycia naukowego (co sugerują fragmenty wypowiedzi na stronach 28 i 29).

Ks. dr G. Strzelczyk z kolei pokazuje się jako teolog otwarty na osiągnięcia współczesnej nauki, poszukując punktów łączących chrześcijańską wizję osoby z obrazem antropologicznym wyłaniającym się z neurobiologii i nauk ewolucyjnych. Co ciekawe – i szczególnie godne odnotowa-

nia – w pewnym sensie porzuca on powszechnie przyjmowaną tezę, jakoby tylko i wyłącznie rozwój nauk przyrodniczych stanowił w przeszłości intelektualne wyzwanie dla Kościoła. Zwraca on uwagę na postęp w badaniach historycznych nad Biblią i dziejami dogmatu, jakie prowadzono w drugiej połowie XIX wieku i na początku wieku XX (s. 216–217). Według ks. Strzelczyka to właśnie spór dotyczący stosowania metod historycznych w biblistyce stanowił dla Kościoła powód najostrzejszej reakcji na świat nowoczesny. Mimo to, jak sam zauważa, „rozumienie odrębności wiary i nauki oraz szacunek dla roli poszukiwań naukowych nie jest jeszcze częścią powszechnej świadomości ludzi Kościoła” (s. 219). Można by w związku z tym zapytać, jak zmienić ten stan rzeczy. Czy (i kiedy) inni teologowie w sposób bardziej aktywny włączą się wreszcie w dialog ze współczesną nauką?

Moje osobiste doświadczenie, wyniesione z kilku lat studiowania teologii podpowiada mi, że może być o to bardzo trudno. Ks. dr Strzelczyk (przez studentów Wydziału Teologicznego UŚ pieszczotliwie nazywany „Strzałą”) to w polskiej teologii raczej postać wyjątkowa, potwierdzająca regułę o teologach jako osobach niechętnie podejmujących namysł nad rolą i znaczeniem nauki w kontekście pytań chrześcijańskiej filozofii. Taki stan rzeczy ma często swoje odbicie w poziomie studiów teologicznych i zainteresowaniach samych studentów, którzy zazwyczaj nie wykazują upodobania w problematyce naukowej. Być może jednak przystępna forma książki *Ćwiczenia duszy, rozciąganie mózgu* skłoni kilku adeptów teologii do podejmowania zagadnień, o których mówią prof. Vetulani i ks. dr Strzelczyk? Gdyby do tego doszło, publikację omawianej tutaj

książki należałoby uznać za ważne osiągnięcie wydawnicze.

Warto na omawianą pozycję spojrzeć również z perspektywy badacza współczesnych dziejów nauki i teologii polskiej. Ks. Strzelczyk i prof. Vetulani dzielą się tutaj nie tylko wieloma cennymi informacjami biograficznymi, ale również opowiadają o swoich intelektualnych inspiracjach, które kształtowały ich obecny światopogląd. W tyle toczony dyskusji zdarza im się komentować współczesne życie społeczne. Niektóre postulaty – proponowane zwłaszcza przez prof. Vetulaniego – mogą wydać się bardzo kontrowersyjne, jak np. prawo do tworzenia związków poligamicznych (s. 131). Niezależnie od oceny podobnych wypowiedzi, książka pokazuje, że rodzima myśl filozoficzno-teologiczna może kształtować się w duchu dialogu i rzetelnej polemiki. Przyszłość pokaże, czy było to jednostkowe

wydarzenie na intelektualnej mapie Polski, czy też znajdzie ono swoich kontynuatorów. Warto jednak w tym miejscu podkreślić, że tego rodzaju dialog między przedstawicielami nauki i wiary ma w naszym kraju bogate tradycje. Sam prof. Vetulani dzieli się w książce osobistym, bardzo interesującym – i ważnym dla historyka filozofii polskiej – doświadczeniem na temat krakowskich spotkań interdyscyplinarnych w gronie uczonych i teologów: „Uczestniczyłem w Krakowie w różnych nieformalnych spotkaniach przyrodników i humanistów. Jedno z nich organizował w latach 90. ksiądz profesor Wojciech Grygiel, który jest też doktorem chemii. Spotykaliśmy się na Wawelu – co było dodatkowym walorem – w gronie neurobiologów, psychiatrów i teologów. Myślę, że takie rozmowy mają wielki sens. Nie tylko teologdy pytają przecież o sprawy fundamentalne. Interesują one również

przyrodnika, który spędził życie na laboratoryjnych eksperymentach. Ja jestem facetem od szczurów, ksiądz zajmuje się Jezusem Chrystusem, ale obaj mierzymy się z tą samą rzeczywistością, w której razem żyjemy” (s. 29).

Powyższa wypowiedź świadczy o znaczeniu interdyscyplinarnych dyskusji na styku nauki i wiary<sup>4</sup>. Omawiana tutaj książka wpisuje się w ten nurt, pokazując, że naukowcy, filozofowie i teologowie nie tylko mogą, ale wręcz powinni szukać wspólnego języka; nawet wówczas, gdy prezentują odmienne stanowiska w sporze na temat możliwości pogodzenia naukowego obrazu świata z wierzeniami religijnymi.

*Kamil Trombik*

<sup>4</sup> Trzeba przy tym zaznaczyć, że w wypowiedzi prof. Vetulaniego pojawiła się drobna nieścisłość. Otóż wspomniane spotkania na Wawelu organizowano nie w latach 90., a ponad dekadę później, co potwierdził sam ks. dr hab. Wojciech Grygiel FSSP.