

Teske, Armin

Szkic twórczości Mariana Smoluchwskiego. W pięćdziesięciolecie śmierci

Kwartalnik Historii Nauki i Techniki 12/4, 707-713

1967

Artykuł umieszczony jest w kolekcji cyfrowej Bazhum, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych tworzonej przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego.

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie ze środków specjalnych MNiSW dzięki Wydziałowi Historycznemu Uniwersytetu Warszawskiego.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.



SZKIC TWÓRCZOŚCI MARIANA SMOLUCHOWSKIEGO

W PIĘCDZIESIĘCIOLECIE ŚMIERCI

Działalność naukowa Smoluchowskiego obejmuje ostatnie lata XIX w. i niecałe dwie dekady XX w. Była krótka; Smoluchowski zmarł w 1917 r., mając lat 45. Tematycznie można głównie prace ugrupować dokoła bardzo podstawowego zagadnienia: sprawy słuszności wyobrażeń atomistycznych. Atomistyka była wówczas przedmiotem ostrych ataków. W jej ugruntowaniu się na początku naszego wieku Smoluchowski miał decydujący udział. Stworzył przy tym podstawy teorii fluktuacji, teorii ruchów Browna i dał — rozwijając myśli Boltzmann — przyjętą dziś, statystyczną interpretację II zasady termodynamiki.

Marian Smoluchowski urodził się w Vorderbrühl pod Wiedniem 28 maja 1872 r. Ojciec jego był wysokim urzędnikiem w kancelarii cesarza Franciszka Józefa. Dzieciństwo i młodość Marian spędził w Wiedniu. Tam też ukończył szkołę średnią, słynne Theresianum, i uniwersytet (1895 r.). Pracował potem przez blisko dwa lata w trzech innych ośrodkach: w Paryżu u Lippmanna, w Glasgow u Kelvina i w Berlinie u Warburga. Z tego okresu pochodzą rozprawy o promieniowaniu cieplnym, o jonizacyjnych właściwościach promieni Röntgena i Becquerela i o skoku temperatury.

Ta ostatnia praca, której temat nasunął mu Warburg, miała szczególne znaczenie dla dalszego kierunku badań Smoluchowskiego, wiązała się bowiem z teorią kinetyczną materii. Chodziło o zagadnienie następujące. Jeżeli pomiędzy dwiema ściankami o różnej temperaturze znajduje się gaz, to wystąpi w nim gradient temperatury; im bliżej ścianki cieplej, tym wyższa będzie temperatura gazu. Można by oczekiwać, że temperatura w sposób ciągły przejdzie w temperaturę ścianek. Dawniejsze prace Warburga (i Kundta) wskazywały jednak na to, że tak nie jest, że pomiędzy ścianką i gazem wystąpi skok temperatury. Badania Warburga (uwieńczone pomyślnym wynikiem, jeżeli chodzi o analogiczne zjawisko ślizgania się gazu) nie rozstrzygnęły jednak sprawy skoku temperatury. Smoluchowski wykazał, że skok ten zachodzi i że w niskich ciśnieniach osiąga wartości znaczne.

Myśl o skoku temperatury nasunęły Warburgowi założenia kinetycznej teorii gazu. Smoluchowski mógł też w pracy ogłoszonej już po powrocie do Wiednia, w 1898 r., wyprowadzić wyniki swych eksperymentów z teorii kinetycznej. Przemawiało to naturalnie na korzyść tej teorii i Smoluchowski wkroczył tym samym w spór o słuszność założeń atomistycznych.

Wyrazem tych założeń w fizyce była wówczas głównie kinetyczna

teoria gazów. Teoria ta zdołała powiązać ilościowo szeroki zakres zjawisk z wyobrażeniami atomistycznymi. Sukcesy te dotyczyły jednak zjawisk znanych już uprzednio i ujętych systematycznie również bez wyobrażeń atomistycznych (wyjątkiem był np. skok temperatury); teoria kinetyczna nie mogła powołać się wówczas na zjawiska, których zrozumienie wymagałoby konieczne założenia jej tylko właściwych. Podobna sytuacja była w chemii. Waler faktów miały tylko stosunki wagowe i objętościowe, ich interpretacja atomistyczna natomiast ułatwiała wprowadzenie orientację, ale nie była konieczna.

Można więc było obejść się bez teorii kinetycznej i w ogóle bez atomistyki. I tego zdawała się żądać poprawna metoda naukowa. Wprowadzanie wielkości zbędnych narusza bowiem zasady metodologii, nadto w teorii kinetycznej chodziło o postulowanie ciałek, których bezpośrednim doświadczeniem wykryć nie można było. Pod koniec XIX w. argumenty te wydawały się tak ważne, że w bardzo wpływowych wówczas kołach przyrodniczych teoria kinetyczna uchodziła za wyraz nienaukowych tendencji.

Nastrojów tych nie zmieniło też wielkie osiągnięcie Boltzmann, głównego przedstawiciela atomistyki w drugiej połowie XIX w. Boltzmann zdołał wykazać, że obserwowaną kierunkowość procesów w przyrodzie, np. wyrównywanie się ciśnień lub temperatur, można interpretować kinetycznie; wzrostowi entropii odpowiada według tej interpretacji przejście układu cząsteczek od stanu mniej do bardziej prawdopodobnego.

To twierdzenie Boltzmann'a uwidoczniało jednak też przeciwieństwo pomiędzy opisem termodynamicznym, a ujęciem opartym na teorii kinetycznej. Tak na przykład, według ujęcia pierwszego, wyrównywanie się temperatury dwóch stykających się ciał jest procesem koniecznym i nieodwracalnym, według drugiego — tylko prawdopodobnym i stan pierwotny może się na nowo wytworzyć. Ale ten ostatni wniosek nie miał pokrycia doświadczalnego. Boltzmann bronił się tym, że jego teza nie jest sprzeczna z obserwacjami, gdyż dostrzegalne odstępstwa od praw termodynamiki zdarzają się nader rzadko. Nic więc dziwnego, że ich nie obserwujemy. Ich wykrycie rozstrzygnęłoby naturalnie spór na korzyść atomistyki. Wydawało się jednak, że jest to rzecz beznadziejna.

Zagadnienie to podjął na nowo Smoluchowski. Szukał najpierw ścisłego ujęcia odstępstw od normy. Zawiera je praca z 1904 r., dotycząca rozkładu gęstości w gazie: *Über Unregelmässigkeiten in der Verteilung von Gasmolekülen*; praca ta jest podstawą nauki o fluktuacjach. Przypuśćmy, że w objętości V znajduje się N cząsteczek gazu doskonałego. Wydzielmy w myśli mniejszą objętość v . Przy równomiernym rozkładzie gęstości w objętości tej byłoby $v = Nv : V$ cząsteczek. Ale zgodnie z założeniami teorii kinetycznej cząsteczki są w ruchu. W danej objętości będzie ich to mniej, to więcej. Oznaczając tę liczbę przez n i wprowadzając zgęszczenie, Smoluchowski otrzymuje po krótkich rachunkach wyrażenie określające

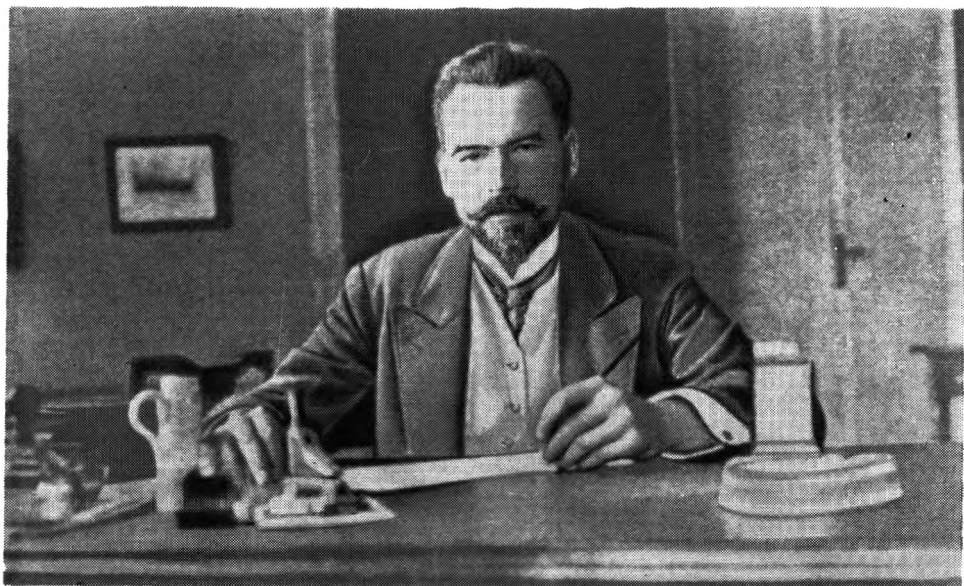
1. prawdopodobieństwo znalezienia się n cząsteczek w objętości v :

$$W_n = \frac{N!}{n!(N-n)!} \left(\frac{v}{V}\right)^n \left(\frac{V-v}{V}\right)^{N-n} \quad [1]$$



Рис. 1. Marian Smoluchowski

Рис. 1. Мариан Смолюховски



Ryc. 2. Smoluchowski w Katedrze Fizyki Doświadczalnej Uniwersytetu Jagiellońskiego, w ostatnich latach życia

Рис. 2. Смолюховски, руководитель кафедры экспериментальной физики Ягеллонского университета, в последних годах его жизни

Fig. 2. Smoluchowski, the chairman of experimental physics at the Jagiellon University, in the last years of his life



2. prawdopodobieństwo zgęszczenia w granicach δ i $\delta + d\delta$ (gdzie $\delta = (n - v) : v$):

$$W(\delta, \delta + d\delta) = \sqrt{\frac{v}{2\pi}} e^{-v \frac{\delta^2}{2}} d\delta$$

3. przeciętne dodatnie (lub ujemne) odchylenie od normalnej gęstości:

$$\sqrt{\frac{v}{2\pi}} \int_0^{\infty} \delta e^{-v \frac{\delta^2}{2}} d\delta = \sqrt{\frac{1}{2v\pi}}$$

Z tego ostatniego wyrażenia widać, jak małe jest to odchylenie w normalnych warunkach i w objętościach makroskopowych. W przypadku 1 cm^3 wynosiłoby około 10^{-10} części normalnej gęstości. Ale w sześcianie o boku równym $0,2$ mikronów, w którym liczba cząsteczek jest jeszcze bardzo duża, byłoby już rzędu 10^{-3} .

Wielkość fluktuacji została więc określona. Ich doświadczalne wykrycie zwykłymi metodami, np. przez pomiar ciśnienia, było istotnie beznadziejne. Ale Smoluchowski już w omawianej pracy wskazywał na metody optyczne. Na tej właśnie drodze miał też wkrótce rozwiązać zadanie. Nierównomierny rozkład gęstości w gazie wywołany fluktuacjami sprawia bowiem, że gaz, nawet zupełnie czysty, nie jest optycznie jednorodny; powinno więc wystąpić charakterystyczne rozproszenie światła, takie, choć zapewne słabsze, jak w ośrodkach mętnych: opalescencja.

Istotnie, zjawisko takie było znane, co prawda tylko dla punktu krytycznego gazu; stwierdzono, że wówczas gaz zupełnie czysty opalizuje. Przyczyny tego zjawiska były zagadkowe. Smoluchowski powiązał je z teorią fluktuacji. Uogólnił w tym celu w pracy *Molekular-kinetische Theorie der Opaleszenz von Gasen im kritischen Zustande* (1908 r.) otrzymane poprzednio wzory na dowolny ośrodek gazowy (lub ciekły) i przeszedł od prawdopodobieństwa dotyczącego liczby cząsteczek do prawdopodobieństwa, że określona masa gazu, np. masa jednego grama, zajmie objętość mieszczącą się w granicach pomiędzy v i $v + dv$. Otrzymał na to prawdopodobieństwo wzór:

$$W(v) dv = a e^{\frac{N}{RT_0} \int_{v_0}^v (v - p_0) dv} dv$$

gdzie objętość v_0 przyporządkowana jest ciśnieniu p_0 i temperaturze T_0 ; R jest stałą gazową, N liczbą cząsteczek w molu; a stałą, którą określa się z warunku, że suma prawdopodobieństw musi być równa 1.

Wyrażenie w wykładniku Smoluchowski rozwinął w szereg potęgowy:

$$\int_{v_0}^v (p - p_0) dv = \frac{(v - v_0)^2}{2} \left(\frac{\partial p}{\partial v} \right)_0 + \frac{(v - v_0)^3}{2 \cdot 3} \left(\frac{\partial^2 p}{\partial v^2} \right)_0 + \frac{(v - v_0)^4}{2 \cdot 3 \cdot 4} \left(\frac{\partial^3 p}{\partial v^3} \right)_0 + \dots$$

Ograniczając się do przybliżenia pierwszego — co na ogół wystarczy — można bez trudu wyliczyć prawdopodobieństwo zgęszczenia $\delta = (v - v_0) : v_0$ i przeciętne odchylenie od gęstości normalnej. Dla gazu doskonałego Smoluchowski otrzymał wynik zgodny z obliczeniami poprzednimi.

Z szeregu potęgowego widać też, dlaczego punkt krytyczny odgrywa tak szczególną rolę. Znikają bowiem wówczas dwie pierwsze pochodne i pierwszym wyrazem różnym od zera jest człon zawierający $(v - v_0)^4$. Przeciętne odchylenie jest wówczas inne i daleko większe niż w warunkach zwykłych. Opalescencja będzie więc szczególnie wyraźna i łatwo da się zauważyć.

Teorię opalescencji w punkcie krytycznym Smoluchowski osiągnął cel podwójny. Podał wytłumaczenie zjawiska dotąd zagadkowego i oparł teorię fluktuacji o dane doświadczalne. Rozszerzył potem zakres dowodów doświadczalnych wiążąc teorię fluktuacji z wynikami Rayleigha, dotyczącymi błękitu nieba. Po pracach Einsteina i sprostowaniu, jakie Einstein dał do jednej z prac Smoluchowskiego, kwestia wyjaśniła się zupełnie: błękit nieba jest skutkiem fluktuacji gęstości zachodzących w atmosferze. Pewnym zamknięciem tych badań był eksperyment Smoluchowskiego, wykazujący bezpośrednio, że gazy opalizują również w warunkach normalnych. To wytworzenie błękitu nieba w laboratorium było ostatnią pracą doświadczalną Smoluchowskiego (*Experimentelle Bestätigung der Rayleighschen Theorie des Himmelsblaus*, 1916 r.)

Wróćmy jeszcze raz do pracy z 1904 r., dotyczącej rozkładu gęstości. Smoluchowski rozpatrzył w niej również przypadek, gdy liczba n (oraz v) cząsteczek w wybranej objętości nie jest liczbą dużą, choć duża jest nadal N . Wówczas prawdopodobieństwu (1) można nadać postać:

$$W_n = \frac{v^n e^{-v}}{n!} \quad [1a]$$

i podobnie zmieniają się pozostałe wzory. Przypadek ten można zrealizować w sposób nieoczekiwany w postaci zawiesiny koloidalnej. Cząsteczka zawiesiny podlega bowiem według poglądów teorii kinetycznej tym samym prawom, co molekula. Svedberg wykonał w 1910 r. takie pomiary; liczył (39 razy w ciągu minuty) ile jest w danej chwili cząstek zawiesiny w polu widzenia mikroskopu. Otrzymał szereg obejmujący 518 pomiarów:

1 2 0 0 0 2 0 0 1 3 2 4 1 2 3 1 0 2 1 ...

Z tego szeregu można znaleźć częstość lub też względną częstość pojawiania się jednej cząstki, dwóch itd. Z drugiej strony, można te wielkości obliczyć, posługując się wzorami Smoluchowskiego. Oto wynik porównania zaczerpnięty z pracy Smoluchowskiego *Studien über Molekularstatistik von Emulsionen* (1914 r.):

liczba cząstek	0	1	2	3	4	5	6	7
względna								
częstość obserwowana	0,216	0,324	0,251	0,133	0,062	0,010	0,002	0,002
względna								
częstość teoretyczna	0,212	0,328	0,253	0,130	0,050	0,016	0,004	0,001

Jeżeli zważymy, że chodzi tu o zjawisko *par excellence* nieregularne, to uznamy otrzymaną zgodność za jeden z największych tryumfów nauki.

Ruchy cząstek zawiesiny koloidalnej są szczególnym przypadkiem ruchów Browna. Zjawisko to, wykryte przez Browna w 1827 r., przez niemal sto lat pozostawało zagadką. Dopiero na początku naszego stulecia

Einstein i Smoluchowski podali niezależnie od siebie teorię tego zjawiska. Priorytet należy się Einsteinowi. Einstein wyszedł z ogólnych wzorów mechaniki statystycznej, Smoluchowski z pogładowego obrazu teorii kinetycznej. Dzięki temu metoda jego wnika w mechanizm ruchu, choć nie prowadzi tak prosto do celu jak rozumowania Einsteina. Teoria ruchów Browna, rychło potwierdzona doświadczalnie, zrobiła ogromne wrażenie w świecie naukowym; również Ostwald, główny przeciwnik atomistyki, widział w ruchach Browna dowód „dyskretnej lub ziarnistej natury materii (*der Stoffe*)”.

Smoluchowski wielokrotnie wracał do ruchów Browna dla zbadania prawidłowości statystycznych, rządzących tym zjawiskiem. Rozpatrzył np. przypadek działania stałej siły i — co dało szczególnie interesujące wyniki — ruch Browna pod wpływem siły sprężystej. Na Zjeździe Przyrodników w Münster w 1912 r. Smoluchowski zaproponował w związku z tym dwa proste (a zarazem trudne do wykonania) eksperymenty: 1) zawieszenie bardzo małego lusterka na cienkiej nitce kwarcowej dla zbadania brownowskiego ruchu obrotowego; 2) obserwację swobodnego końca takiej nitki. Z obliczeń Smoluchowskiego wynikało, że ruch Browna tych ciałek makroskopowych powinien być dostrzegalny. Średnie odchylenie kątowe lusterka zawieszonego na nitce kwarcowej o grubości 10^{-5} cm i długości 1 cm wynosiłoby około pół stopnia.

Oba eksperymenty zostały wykonane dopiero po śmierci Smoluchowskiego, drugi w 1925 r. przez Houdijka i Zeemanna oraz przez Einthovena, pierwszy w 1927 r. przez Gerlacha i Lehrera; w latach trzydziestych Kappler poświęcił temu zagadnieniu cały szereg prac eksperymentalnych.

Smoluchowski nie mógł więc w tej dziedzinie opierać się na danych doświadczalnych, ale analiza teoretyczna doprowadziła go do bardzo ważnych rezultatów. Obliczył m. in. (średni) czas powrotu określonego stanu makroskopowego, na przykład dużego wychylenia lusterka. Dla tego czasu otrzymał wzór

$$T = \frac{\sqrt{2\pi}}{\beta} \frac{\xi}{x} e^{\frac{x^2}{2\xi^2}}$$

gdzie x jest współrzędną charakteryzującą dany stan,

δ — średnim odchyleniem od normy,

β — stałą określoną przez opór ośrodka i wiązanie elastyczne.

Warto zwrócić uwagę na to, że Boltzmann oszacowania czasu powrotu dotyczyły mikrostanów, u Smoluchowskiego natomiast chodzi o stany obserwowalne.

Inne ujęcie zagadnienia powrotu umożliwiło Smoluchowskiemu porównanie swych wyników z pomiarami dotyczącymi cząstek koloidalnych, na przykład z podanym wyżej szeregiem Svedberga. Najczęściej ukazywały się, jeżeli chodzi o doświadczenie Svedberga, w polu widzenia jedna lub dwie cząstki; czas powrotu wynosił średnio w pierwszym przypadku: 3,13, w drugim: 4,11 w jednostkach równych odstępowi czasu między jedną i następną obserwacją (60/39 sek). Z teorii zaś wynikało odpowiednio: 3,16 i 4,05. Stwierdziwszy w ten sposób słuszność swych wzorów, Smoluchowski obliczył, że gdyby Svedberg zobaczył w tym doświadczeniu równocześnie 17 cząstek, to musiałby (średnio) czekać 500 000 lat, nim je zobaczy po raz wtóry. Praktycznie można więc takie zjawisko uważać za nieodwracalne, ale też tylko praktycznie.

Pewną syntezę tych badań dał Smoluchowski w odczytach na Zjazdach Przyrodników w Münster (1912 r.) i w Getyndze (lata 1913 i 1916). W odniesieniu do II zasady termodynamiki wynik jest następujący. Rygoryzm, z jakim ta zasada orzeka o kierunkowości zjawisk w przyrodzie, jest błędny. Przyroda wciąż przełamuje II zasadę w swych subtelnych przejawach; zdarzają się również wielkie odstępstwa od stanu równowagi, który termodynamika uważa za kres procesów. Ale czas powrotu tych stanów jest tak duży, że praktycznie można procesy takie uważać za nieodwracalne. W tym sensie II zasada termodynamiki pozostaje słuszna.

II zasada pozostaje też słuszna w tym sensie, że nie można zbudować *perpetuum mobile* drugiego rodzaju. Gdy teoria ruchów Browna stała się znana, odżyły nadzieje, że można będzie skonstruować taką maszynę; wielu autorów (Svedberg, Lippmann) występowało z tego rodzaju projektami. Wyjaśnienie dał znów Smoluchowski. Jeżeli chcemy wykorzystać małe odchylenie od normy, to musimy liczyć się z tym, że potrzebne w konstrukcji wentyle itp. będą również wykonywały ruchy Browna i nie spełnią swego zadania. Jeżeli zaś liczymy na duże odchylenia, dzielność maszyny będzie zmierzała do zera, tym wyraźniej, im większego oczekujemy odchylenia. Nie można więc zbudować *perpetuum mobile* drugiego rodzaju, „rozumiejąc przez to przyrząd wytwarzający pracę stale, kosztem ciepła otoczenia”.

Ograniczyliśmy się do prac Smoluchowskiego o podstawowym znaczeniu. Jego spuścizna naukowa jest daleko bogatsza. Smoluchowski podał teorię gór fałdowych, ważne wyniki uzyskał w hydrodynamice i aerodynamice, w badaniach nad elektroosmozą i w fizyce koloidów.

W latach, w których powstały główne jego prace, Smoluchowski był profesorem fizyki teoretycznej we Lwowie. Przeniósł się do Lwowa w 1899 r., spędził tam 14 lat. W 1913 r. objął po śmierci Witkowskiego Katedrę Fizyki Doświadczalnej Uniwersytetu Jagiellońskiego. Umarł w 1917 r. jako rektor tego uniwersytetu.

Dzieła jego wydała Polska Akademia Umiejętności: *Pisma Mariana Smoluchowskiego* (t. 1—3, Kraków 1924—1928).

LITERATURA

Z literatury polskiej wymienimy (pomijając opracowania dawniejsze):

1. W. Goetel, *Marian Smoluchowski — człowiek gór*. „Wierchy”, 1953.
2. K. Gostkowski, *Kilka wspomnień o Marianie Smoluchowskim*. „Postępy Fizyki”, nr 4/1953.
3. W. Kapuściński, *Poglądy filozoficzne Mariana Smoluchowskiego*. „Fizyka i Chemia”, 1953.
4. Z. Klemensiewicz, *Marian Smoluchowski — wspomnienia sprzed lat czterdziestu*. „Kosmos B”, nr 2/1956.
5. W. Krajewski, *Marian Smoluchowski jako filozof-materialista*. „Myśl Filozoficzna”, nr 4/1952.
6. W. Krajewski, *Światopogląd Mariana Smoluchowskiego*. Warszawa 1956.
7. S. Loria, *Marian Smoluchowski, Wspomnienia i próba charakterystyki*. „Problemy”, nr 12/1952.
8. S. Loria, *Marian Smoluchowski i jego dzieło*. „Postępy Fizyki”, nr 1/1953.
9. A. Teskie, *Marian Smoluchowski — Życie i twórczość*. [B.m.w.] 1955.

Z literatury obcojęzycznej:

1. A. Einstein, *Marian v. Smoluchowski*. „Die Naturwissenschaften”, 1917 (s. 637).
2. A. Sommerfeld, *Zum Andenken an Marian von Smoluchowski*. „Physikalische Zeitschrift”, 1917 (s. 533).
3. S. Ulam, *Marian Smoluchowski and the Theory of Probabilities in Physics*. „American Journal of Physics”, 1957 (s. 475).

О НАУЧНОМ ТВОРЧЕСТВЕ МАРИАНА СМОЛЮХОВСКОГО (К 50-ЛЕТИЮ СО ДНЯ СМЕРТИ)

Научная деятельность Мариана Смолуховского приходится на последние годы XIX — неполные два десятилетия XX в. Она была коротка: Смолуховски, избранный ректором Ягеллонского университета на учебный 1917/1918 год, во время работы над конспектом своего доклада *О единстве законов в природе*, с которым он намеревался выступить на торжественном открытии учебного года, внезапно заболел; он скончался в сентябре 1917 г. на 45 году жизни.

Научные труды Смолуховского посвящены главным образом принципиальному вопросу обоснования правильности атомистических представлений. Атомистика в то время была предметом острых полемик. Работы Смолуховского оказали решающее влияние на упрочение позиций этой отрасли науки в начале нашего столетия. При этом он заложил основы теории о флуктуациях, разработал теорию броуновского движения и внес ценнейший вклад в создание современной статистической трактовки второго начала термодинамики, данной Больцманом.

Смолуховски создал свои главные труды в 1899—1913 гг. В эти годы он был профессором теоретической физики Львовского университета. В 1913 г. ученый возглавил кафедру экспериментальной физики Ягеллонского университета.

OUTLINE OF MARIAN SMOLUCHOWSKI'S ACTIVITIES (TO THE QUINQUAGENARY OF HIS DEATH)

Scientific activities of Marian Smoluchowski cover the last years of the nineteenth and almost twenty years of the twentieth century. His activities were short indeed. Being elected rector of the Jagiellon University for the academic year 1917/1918, Smoluchowski was designing an inaugural lecture *On the Uniformity of Laws in Nature*. During this work, he suddenly fell ill and died in September, 1917, at the age of 45 years.

From the thematic point of view, the main works of Smoluchowski may be grouped around the very fundamental problem: that of whether our atomistic ideas are correct. At that time, atomistics was subject to sharp attacks. It was precisely Smoluchowski who contributed, in a decisive way, to give a firm basis to that science in the early days of the twentieth century. He laid, moreover, foundations for the theory of fluctuation and created the theory of Brown's movements. By developing the ideas of Boltzmann, he gave, as well, the now recognized statistical interpretation of the second principle of thermodynamics.

The main works of Smoluchowski appeared in the period he was — in the years 1899—1913 — professor of theoretical physics at the Lvov university. In 1913, he assumed the chair of experimental physics at the Jagiellon University.