

WŁADYSŁAW NATANSON
(1864–1937)





Władysław Natanson (1864–1937) urodził się dnia 18 czerwca 1864 r. jako syn Ludwika Natansona, lekarza i autora prac z dziedziny medycyny oraz pedagogiki. Po studiach w Petersburgu Władysław Natanson przebywał przez rok u J. J. Thomsona w Cambridge. Następnie, po uzyskaniu doktoratu w Dorpacie i po krótkim pobycie u Ludwika Boltzmanna w Grazu, przeniósł się do Krakowa, gdzie habilitował się w 1891 r. Po habilitacji związał na całe życie swoje losy z Krakowem. W 1894 r. został tytułarnym profesorem nadzwyczajnym, w 1899 — profesorem zwyczajnym i w 1902 r. — profesorem zwyczajnym fizyki teoretycznej Uniwersytetu Jagiellońskiego. Przedmiotami wieloletniej intensywnej pracy badawczej Natansona były następujące działy fizyki: przed habilitacją teoria kinetyczna gazów, później, w latach 1893–1907, termodynamika procesów nieodwracalnych i jej zastosowania w hydrodynamice płynów lepkich, w latach 1907–1926 — teoria elektronów, teoria promieniowania i optyka, zwłaszcza teoria przechodzenia światła przez gazy, a w latach 30. zagadnienia związane z mechaniką kwantową. Spuścizna naukowa Natansona obejmuje sto kilkadziesiąt prac¹.

W pracach o termodynamice procesów nieodwracalnych, ogłoszonych w latach 1896–1902, oraz w pracy z 1911 r. o statystyce kwantów promieniowania jako cząstek nierozróżnialnych Natanson wyprzedził o dziesięciolecia swoją epokę.

Ogólna charakterystyka pracy naukowej

Prawie cała działalność naukowa Natansona koncentrowała się na fizyce teoretycznej. Wyjątkami były dwie wczesne, opublikowane w latach 1885 i 1886, prace doświadczalne, oparte na badaniach prowadzonych ze starszym bratem Edwardem, na temat dysocjacji dwutlenku azotu, mające na celu sprawdzenie prawa działania mas Goulberga i Waagego, oraz praca o barometrze, z odczytywaniem za pomocą zetknięć elektrycznych, napisana wspólnie z J. J. Boguskim w 1888 r. Wszystkie swoje prace teoretyczne Natanson ogłaszał pod własnym tylko nazwiskiem, był uczonym samotnikiem. Co więcej, pomimo studiów u znanych fizyków, J. J. Thomsona w Cambridge i L. E. Boltzmanna w Grazu, Natanson uważał się za samouka. W swojej autobiografii pisał:

Zamykając rzut oka na okres wstępny mego życia powiem, że istotny wpływ na mnie wywarli: w dzieciństwie mój Ojciec oraz starszy brat mój Edward, pod koniec tego okresu, jak wspominałem wyżej, Gosiewski i Witkowski. Na ogół byłem jednak i pozostałem samoukiem. Ani w szkole, ani w Uniwersytecie, ani podczas pielgrzymki po świecie nie umiałem, nie potrafiłem, nie miałem szczęścia być uczniem. Już wówczas rozumiałem, że będzie to dla mnie wielkim brakiem na przyszłość. Przez całe jednak życie starałem ze wszystkich sił uczyć się od najwyższych mistrzów, chociażby ich dawno już nie było na

¹ Por. B. Średniawa, *History of theoretical physics at Jagiellonian University in XIXth and the first half of XXth century*, „Zeszyty Naukowe UJ, Prace Fizyczne” 24, Kraków 1985, s. 1–238; J. Weysenhoff, „Acta Physica Polonica” 6, 1937, s. 295–302.

Ziemi. Ile nauczyłem się tym sposobem od Newtona, od Lagrange'a, Kelvina, Clausiusa, od J. W. Gibbsa, od G. G. Stokesa, od Lorda Rayleigh, P. Duhema, H. A. Lorentza. Najpierwszym, umiłowanym wzorem był zawsze J. Clerk Maxwell. Obcowanie z dziełami genialnych twórców pozostawia w umyśle i w duszy ślady i skutki, których mym zdaniem żadne wykłady — seminaryjne, zagraniczne — wydać nie mogą.

Mimo iż Natanson pracował samotnie, wywierał — dzięki swoim wykładom, pracom, artykułom, listom i podręcznikom — silny wpływ na środowiska naukowe, nie tylko w Krakowie, lecz i w innych ośrodkach naukowych krajowych oraz zagranicznych (zwłaszcza francuskich).

Przytoczymy tu wypowiedzi profesorów: fizyka teoretyka Leopolda Infelda (1898–1968), fizyka eksperymentatora Arkadiusza Piekary (1904–1989) oraz chemika, specjalisty w dziedzinie chemii fizycznej Kazimierza Gumińskiego (1908–1983), na których działalność naukową Władysław Natanson wywarł decydujący wpływ.

Wykłady Natansona o teorii względności (włączone do kursu mechaniki teoretycznej) wywarły wielkie wrażenia na Leopoldzie Infeldzie, który wówczas studiował fizykę w Krakowie. Po latach Infeld pisał w swoich pamiętnikach²:

Zastanawiam się, co dał mi profesor Natanson i czego mi nie dał. Dał mi rzecz najważniejszą: poczucie piękna fizyki teoretycznej, rozbudził drzemiące jeszcze zamięłowanie do niej...

Arkadiusz Piekara w przedmowie do wydanego przez siebie wyboru artykułów Natansona³ pisał:

Władysław Natanson był moim mistrzem, którego ja nigdy nie byłem formalnym uczniem, ale który nauczył mnie wiele, bardzo wiele.

Prace Natansona z dziedziny termodynamiki procesów nieodwracalnych były przedmiotem zainteresowania Kazimierza Gumińskiego, założyciela krakowskiej szkoły chemii teoretycznej. Gumiński, który uważał się za ucznia profesora Natansona i profesora Stefana Pieńkowskiego z Uniwersytetu Warszawskiego, poświęcił w swojej działalności naukowej wiele uwagi termodynamice procesów nieodwracalnych, publikując na ten temat prace i podręczniki oraz kształcąc uczniów w tej specjalności.

Teoria kinetyczna gazów

Natanson otrzymał stopień magistra w uniwersytecie w Dorpacie na podstawie rozprawy pt. *Teoria cynetyczna gazów niedoskonałych*. W 1887 r. uzyskał (również w Dorpacie) stopień doktora po przedstawieniu pracy wyjaśniającej zjawisko Joule'a na podstawie teorii kinetycznej gazów.

Wśród prac przedstawionych przez Natansona w 1891 r. do habilitacji znajdowały się jeszcze cztery publikacje z teorii kinetycznej gazów. W dwóch z nich,

² L. Infeld, *Szkice z przeszłości*, Warszawa 1964, s. 33.

³ W. Natanson, *Wspomnienia i szkice*, wyd. A. Piekara, Kraków 1977, s. 111.

zatytułowanych *Studia nad prawem Maxwella*⁴ i *O zadaniu Taita*⁵, Natanson zajął się zagadnieniem dochodzenia rozkładu prędkości cząsteczek gazu do rozkładu Maxwella. Stosując metodę Boltzmann, doszedł do wniosku, że prawo Maxwella jest prawem asymptotycznym, do którego zbliża się rozkład prędkości cząsteczek gazów rzeczywistych, gdy liczba cząsteczek jest bardzo duża, a czas pomiędzy kolejnymi spotkaniami dąży do zera. Zdążanie do rozkładu Maxwella odbywa się z początku bardzo szybko, ale wkrótce ulega spowolnieniu i maleje do zera. Już w tych pierwszych pracach teoretycznych Natanson, zwracając uwagę na zjawisko dochodzenia układu do równowagi, poruszył fundamentalne zagadnienie mechanizmu i praw procesów nieodwracalnych, którymi zajmował się później przez wiele lat. Pozostałe dwie prace poświęcone są zjawisku dysocjacji. Podjęcie przez Natansona badań w dziedzinie kinetycznej teorii materii dowodziło nie tylko jego trafnej intuicji, lecz i odwagi przeciwstawienia się poglądom panującym wówczas wśród fizyków, chemików i filozofów, tworzących pod kierunkiem Ernesta Macha i Wilhelma Ostwalda tzw. „szkołę energetyczną” i zwalczających gwałtownie atomistykę i teorię kinetyczną materii.

Termodynamika procesów nieodwracalnych

Lata 1891–1899 to okres badań Natansona w dziedzinie termodynamiki, które uczyniły go prekursorem termodynamiki procesów nieodwracalnych. W tym czasie opublikował dziewiętnaście prac z tej dziedziny. Można je podzielić na trzy grupy.

Do pierwszej należą publikacje poświęcone analizie wyników doświadczalnych dotyczących zgodności zredukowanego równania stanu gazów rzeczywistych oraz roztworów z doświadczeniem, które powstały w latach 1891–1895 w związku z badaniami Zygmunta Wróblewskiego i Karola Olszewskiego nad ustaleniem warunków umożliwiających skroplenie wodoru. Opierając się na wynikach doświadczalnych Wróblewskiego i Olszewskiego, Natanson obliczył temperaturę krytyczną wodoru oraz ustalił warunki, w których można oczekiwać zamglenia, zmaczenia i skroplenia gazu. Wyjaśnił, dlaczego Olszewski otrzymał przejściowe zjawisko zamglenia oziębionego wodoru (zwane też skropleniem w stanie dynamicznym).

Drugą grupę prac termodynamicznych Natanson poświęcił rozwijaniu termodynamiki tradycyjnej. Cykl ważnych publikacji z tej dziedziny otwierała praca *O potencjalach termodynamicznych*⁶, w której Natanson badał własności czterech

⁴ „Prace Matematyczno-Fizyczne” 1, 1888, s. 26–45.

⁵ Ibidem, s. 46–52.

⁶ „Rozprawy Wydziału Matematyczno-Przyrodniczego Akademii Umiejętności” 24, 1893, s. 137–151. Zob. też: *Wkład polskich uczonych do fizyki statystyczno-molekularnej*, red. T. Piech, Wrocław 1962.

funkcji termodynamicznych, noszących dzisiaj nazwy energii wewnętrznej, energii swobodnej, entalpii i entalpii swobodnej, nazwanych przez niego potencjałami termodynamicznymi. Posługując się nimi, sformułował warunki zachodzenia zmian odwracalnych i nieodwracalnych, przyjąwszy entropię jako zmienną niezależną.

Trzecia, najważniejsza grupa prac termodynamicznych Natansona, która stanowiła największe osiągnięcie naukowe uczonego i wyprzedziła jego epokę, dotyczyła badania zjawisk nieodwracalnych. (Zjawiskom tym poświęcił uwagę już w swoich pierwszych pracach o dochodzeniu stanów gazów do stanów równowagi.) W latach 1884–1889 Natanson ogłosił cykl fundamentalnych prac poświęconych termodynamice procesów nieodwracalnych.

Jak pisał Kazimierz Gumiński w artykule *O pracach termodynamicznych Natansona*⁷, badacz zmierzał do wyjaśnienia zjawisk nieodwracalnych dwiema drogami. Pierwsza z nich opierała się na badaniu własności funkcji dyssypacji (rozpraszania) energii metodami teorii kinetycznej gazów. W pracach z lat 1893–1895: *O znaczeniu kinetycznym funkcji dyssypacyjnej*⁸ i *O energii kinetycznej ruchu ciepła i funkcji dyssypacyjnej odpowiedniej*⁹ Natanson obliczył z równań teorii kinetycznej wprowadzoną przez Rayleigha funkcję dyssypacyjną dla przepływu płynu i rozważał sposoby rozpraszania się energii w płynie lepkiem.

Druga droga polegała na szukaniu uogólnień ówczesnej termodynamiki (którą Natanson nazwał termostatyką), mających za cel znalezienie teorii (którą nazwał termokinetą), obejmującej zarówno procesy odwracalne, jak i nieodwracalne. Najważniejsza i najbardziej odkrywcza była tu praca Natansona *O prawach zjawisk nieodwracalnych*¹⁰ z 1896 r. We wstępie do niej napisał:

Nauka o rozpraszaniu energii jest dotychczas mało rozwinięta. Znamy wprawdzie prawa zjawisk odwracalnych, ale w tych zjawiskach energia nie jest rozpraszana; o zjawiskach zaś nieodwracalnych mamy tylko jakościową wiadomość, że energia jest w nich rozpraszana. Nie znamy bynajmniej dotychczas ilościowych praw rozpraszania się energii w zjawiskach nieodwracalnych. Wydaje się przecież, że istnieje pewna ogólna, nad nieodwracalnymi zjawiskami panująca zasada. Wynika ona łatwo z uogólnienia zasady Hamiltona. Lord Rayleigh, G. Kirchhoff, von Helmholtz, P. Duhem wygłosili ją w rozmaitych kształtach i w rozmaitym stopniu ogólności. Twierdzeniom, odkrytym przez tych uczonych, można nadać postać prostego prawa, które sprawdza się powszechnie w zjawiskach fizycznych. Pragnęlibyśmy, aby zwrócono uwagę na obszerność i wagę tej zasadniczej formuły; ponadto sądzimy, że wskazuje ona drogę do znalezienia praw ilościowych rozpraszania się energii.

⁷ „Nauka Polska” 14, 1966, s. 729–753.

⁸ „Rozprawy Wydziału Matematyczno-Przyrodniczego Akademii Umiejętności” 29, 1895, s. 171–180; zob. też: *Wkład polskich uczonych...*, op. cit.

⁹ „Rozprawy Wydziału Matematyczno-Przyrodniczego Akademii Umiejętności” 27, 1895, s. 233–278.

¹⁰ „Rozprawy Wydziału Matematyczno-Przyrodniczego Akademii Umiejętności” 30, 1896, s. 309–336; zob. też: *Wkład polskich uczonych...*, op. cit.

Badania poprzedników Natansona i samego Natansona w dziedzinie termodynamiki przedstawił obszernie M. Kokowski¹¹. W omawianej pracy o procesach nieodwracalnych Natanson wprowadził zasadę wariacyjną, którą nazwał zasadą termokinetyczną, mającą opisać proces termodynamiczny, podobnie jak zasada Hamiltona opisuje prawo ruchu w dynamice. W zasadzie termokinetycznej do wariacji lagrangianu mechaniki dodany jest przyrost energii wewnętrznej, będący sumą wykonanej pracy i ciepła pochłoniętego w procesie. Na proces termodynamiczny składają się — według Natansona — zarówno przemiany odwracalne, jak i nieodwracalne. Odpowiednio do tego pochłonięte ciepło jest sumą ciepła „skompensowanego”, wymienionego w procesie odwracalnym, jak i „nieskompensowanego”, wymienionego w procesie nieodwracalnym. Ciepło nieskompensowane jest związane z istnieniem w układzie fizycznym przyczyny nieodwracalności, którą później nazwano źródłem entropii. Natanson pokazał, jak z zasady termokinetycznej wynikają otrzymane przez Duhema termodynamiczne równania Lagrange’a, zasada zachowania energii, dynamika i termodynamika odwracalna, prawa dyfuzji i ogólne prawa promieniowania cieplnego. Równocześnie Natanson zdefiniował funkcję dysypacji, związaną ściśle z nieodwracalnością zjawisk, i podjął próbę znalezienia zależności tej funkcji od czasu w przebiegu procesu. Uzupełnieniem tej pracy były dwie publikacje, omawiające zastosowanie zasady termokinetycznej do zjawisk nieodwracalnych w płynach: *O wpływie ruchu na zmiany stanu skupienia* i *O termokinetycznych własnościach roztworów*.

Formułując zasadę termokinetyczną, Natanson wyprzedził znacznie swoją epokę. Termodynamikę procesów nieodwracalnych zbadał w latach 30. naszego wieku Lars Onsager, a ogólna zasada wariacyjna została ostatecznie podana w 1963 r. przez Glansdorffa i Prigogine’a. O wadze tych osiągnięć świadczyć mogą nagrody Nobla z chemii dla Onsagera w 1968 r. i Prigogine’a w 1977 r.¹²

Zastosowanie termodynamiki procesów nieodwracalnych do hydrodynamiki płynów lepkich

Idee termodynamiki procesów nieodwracalnych znalazły zastosowanie również w teorii płynów lepkich. Natanson już w trakcie badań nad termodynamiką zwrócił się ku hydrodynamice płynów lepkich i rozwijał ją do 1907 r. Seria jego prac na ten temat obejmuje dziesięć pozycji. Zwróćmy uwagę na dwie z nich, w których Natanson przedstawił metodę swoich badań w tej dziedzinie.

¹¹ „Kwartalnik Historii Nauki i Techniki” 38, 1993, s. 42–69; 39, 1994, s. 21–24; 42, 1997, s. 23–68.

¹² M. Kokowski, op. cit.; B. Średniawa, „Kwartalnik Historii Nauki i Techniki” 42, 1997, s. 3–21.

W pracy *O prawach tarcia wewnętrznego*¹³ z 1896 r. sformułował założenia odnoszące się do hydrodynamiki płynów lepkich. Uważał procesy zachodzące w materii za grę dwóch czynników: inercji, czyli bezwładności, i koercji, powodującej stopniowe dostosowanie się materii do każdego odkształcenia i odpowiedzialnej za zanikanie stanu napięcia. To zanikanie napięć, w szerokim tego słowa znaczeniu, czyli relaksacja (zluźnianie), może odbywać się z różną szybkością, której miarą jest czas relaksacji. Niedostatecznie sprecyzowanego pojęcia koercji dzisiaj raczej (poza zjawiskami magnetycznymi) się nie używa, było ono jednak przewodnikiem Natansona w jego badaniach; w szczególnych przypadkach precyzował on pojęcie koercji i nadawał mu ścisły sens fizyczny.

Omawiana tu praca Natansona o prawach tarcia wewnętrznego opierała się na poglądzie Poissona, rozwiniętym później przez Stokesa i Maxwella, według którego płyn poddawany odkształceniu zachowuje się przez bardzo krótki czas jak ciało sprężyste, po czym objawia się w nim działanie koercji, tj. dążności do osłabienia deformacji, do zamiany energii sprężystej na cieplną. Natanson uwzględnił działanie tych dwóch czynników i otrzymał różniczkowo-całkowe równanie ruchu hydrodynamiki płynów lepkich, będące uogólnieniem równania Naviera–Stokesa.

W pracy *O prawach zjawisk dyfuzyjnych*¹⁴ z 1891 r. Natanson zastosował do termodynamiki pojęcie bodźca (zwanego w dzisiejszej termodynamice procesów nieodwracalnych w sposób niewłaściwy „siłą”). Pojęcie to Natanson wprowadził już w 1890 r. w swoim podręczniku pt. *Wstęp do fizyki teoretycznej*¹⁵, określając całkiem ogólnie bodziec jako miarę rozpraszania dowolnej wielkości fizycznej. Według Natansona:

[...] podobieństwo panujące między rozmaitymi rodzajami zjawisk dyfuzyjnych upoważnia do wprowadzenia pewnych pojęć uogólnionych, z których pomocą prawa owych zjawisk mogą ułożyć się w schemat jednostajny. Próbę pod tym względem podamy w pracy niniejszej. Istota rzeczy, we wszystkich tych zagadnieniach, leży w ustanowieniu związku między „przepływem” uważanej ilości (masy, ilości ruchu, energii) a pewną wektorialną wielkością, którą nazywamy „bodźcem” (*stimulus*), odpowiada idealnemu granicznemu przypadkowi „całkowitego” rozpraszania energii użytecznej bodźca; dyfuzja fourierowska stanowi więc przykład zjawiska doskonale lub zupełnie rozpraszającego, kraniec przeciwny zjawisk wcale nie rozpraszających, jakimi zajmujemy się w termodynamice klasycznej. Według uogólnionej teorii, czynność bodźca polega nie na samym tylko wytwarzaniu przepływu, lecz nadto i na zmienianiu z biegiem czasu jego natężenia, dlatego według takiej teorii, energia użyteczna bodźca rozprasza się tylko po części, po części zaś nagromadza się, nadając „impet” przepływającej ilości... Te działania moglibyśmy nazwać: pierwsze koercyjnym, drugie inercyjnym. Stosunkowy wpływ jednego i drugiego działania zależy przede wszystkim od długości tzw. czasu „zluźnienia” (czyli relaksacji).

¹³ „Rozprawy Wydziału Matematyczno-Przyrodniczego Akademii Umiejętności” 38, 1901, s. 640–704.

¹⁴ „Rozprawy Wydziału Matematyczno-Przyrodniczego Akademii Umiejętności” 41, 1901, s. 447–471.

¹⁵ W. Natanson, *Wstęp do fizyki teoretycznej*, Warszawa 1980.

Optyka

Studia w dziedzinie hydrodynamiki płynów lepkich doprowadziły Natansona do zagadnień optyki. Najpierw chodziło w własności optyczne poruszających się cieczy lepkich. Później, będąc pod wrażeniem sukcesów teorii elektronów Larmora i Lorentza, Natanson stosował przez długie lata tę teorię do badań własności optycznych gazów i do teorii promieniowania. Zajmował się przechodzeniem spolaryzowanej liniowo lub kołowo fali elektromagnetycznej przez warstwę gazu optycznie obojętnego lub optycznie czynnego w polu elektrycznym lub magnetycznym. Otrzymał wyjaśnienie różnych efektów optycznych. Najbardziej znany jego wynik w tej dziedzinie nosi nazwę reguły Drudego–Natansona i dotyczy pewnej własności polaryzacji eliptycznej. O wadze zainteresowań Natansona zagadnieniami optyki świadczy fakt, że pierwsza z jego prac optycznych ukazała się w 1907 r., a ostatnia w 1926 r.¹⁶

Statystyka kwantów światła

W 1911 r. Natanson ogłosił jedną ze swoich najważniejszych prac — *O statystycznej teorii promieniowania*¹⁷. I tutaj, podobnie jak w pracach z dziedziny termodynamiki, Natanson wyprzedził swoją epokę. We wspomnianej pracy została po raz pierwszy sformułowana statystyka kwantowa. Zagadnieniem wyprowadzenia z zasad mechaniki statystycznej rozkładu energetycznego promieniowania ciała doskonale czarnego, opisanego prawem Plancka, zajmował się sam Planck, a poza nim Einstein, Larmor, Debye, Lorentz, Rayleigh i Jeans. Natanson przyjął za Planckiem i Einsteinem, że energia układu fizycznego składa się z niepodzielnych jednostek energii, które nazwał „jednostkami materialnymi”. Jako pierwszy Natanson założył, że jednostki materialne o tej samej energii są obiektami nierozróżnialnymi (*undistinguishable, unterschiedlos*) między sobą. Rozkład energetyczny obiektów nierozróżnialnych różni się zasadniczo od rozkładu energetycznego obiektów rozróżnialnych, takich jak na przykład molekuly rozważane w klasycznej teorii kinetycznej gazów.

Natanson rozważał dyskretne widmo energetyczne jednostek materialnych przyjmując, że w stanie o energii ε_k ($k = 1, 2, \dots$) znajduje się n_k nierozróżnialnych między sobą jednostek materialnych. Różne rozkłady energetyczne (czyli zależność liczb n_k od wartości energii ε_k) są realizowane z różnym prawdopodobieństwem. Stan równowagi jest oczywiście stanem najbardziej prawdopodobnym. Natanson wyznaczył rozkład energetyczny jednostek materialnych dla stanu równowagi. Rozkład ten sprowadza się dla stanów o małej liczbie jednostek materialnych, przypadających na stan

¹⁶ Zob. B. Średniawa, *History of theoretical physics...*, op. cit.

¹⁷ „Bulletin International de l'Académie des Sciences et des Lettres de Cracovie, Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles”, Série A, 1911, s. 134–148.

energetyczny, do rozkładu opisanego prawem Plancka, a w przypadku dużej ich liczby do klasycznego rozkładu Maxwella.

Natanson nie wiązał w tej pracy energii „jednostki materialnej” (fotonu) z jego częstotliwością. Uczynił to w rok później w wydanej w języku polskim monografii *Zasady teorii promieniowania*¹⁸. Przyjął tam za Planckiem, że poziomy energetyczne ϵ_k są wartościami energii skwantowanego oscylatora harmonicznego oraz że energia ϵ jest związana z częstotliwością ν fotonu wzorem $\epsilon = h\nu$ (gdzie h jest stałą Plancka). Wyznaczył rozkład energetyczny liczby fotonów zgodny z prawem Plancka.

Metodę wykorzystaną w pracy o statystycznej teorii promieniowania Natanson zastosował w 1911 r. w publikacji *O zawartości energii w ciałach materialnych*¹⁹ do obliczenia energii ciała stałego. Przedstawił, podobnie jak przedtem Einstein, ciało stałe jako układ skwantowanych oscylatorów o różnych częstotliwościach i otrzymał na energię ciała stałego wzór o tej samej formie jak Einstein we wspomnianej teorii ciepła właściwego ciał stałych.

Praca Natansona pozostała przez kilkanaście lat niedoceniona. Rozkład energetyczny liczby fotonów uzyskał niezależnie od Natansona dopiero trzynaście lat później fizyk hinduski S. N. Bose. Założył, podobnie jak Natanson, nierozróżnialność fotonów w równoważnej postaci, przypisując każdej komórce przestrzeni pędów o objętości h^3 dwa (ze względu na dwie polaryzacje) stany pędu fotonu. Przyjąwszy te założenia, otrzymał wynik zgodny z prawem Plancka. Sformułowaną przez Bosego statystykę zastosował do ciała stałego Einstein. Statystykę tę nazwano statystyką Bosego–Einsteina.

Niedoceniecie pracy Natansona o statystycznej teorii promieniowania wynikało przede wszystkim stąd, że zawierała ona nową i nie znaną dotąd zasadę nierozróżnialności obiektów mikroskopowych („jednostek materialnych”), a jednocześnie napisana była w formie trudnej do przyswojenia. Niemniej jednak historyk nauki Armin Herrmann uważa²⁰, że Natanson znalazł się obok Maxa Plancka, Alberta Einsteina i Paula Ehrenfesta wśród uczonych tworzących podstawy statystyk kwantowych i zasługi jego nie zostały jeszcze należycie docenione przez historyków fizyki.

Mechanika kwantowa a zasada Fermata

Natanson zajmował krytyczne stanowisko wobec starej teorii kwantów, zaakceptował natomiast mechanikę kwantową. W monografii pt. *Pierwsze zasady mechaniki undulacyjnej*²¹ napisał w r. 1930 o mechanice kwantowej:

¹⁸ Warszawa 1912; zob. też. *Wkład polskich uczonych...*, op. cit.

¹⁹ „Bulletin International de l'Académie des Sciences et des Lettres de Cracovie, Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles” Série A, 1911, s. 95–103.

²⁰ A. Herrmann, *The genesis of quantum theory (1894–1928)*, Cambridge, Mass. 1971.

²¹ „Prace Matematyczno-Fizyczne” 37, 1930, s. 1–76.

Teoria stworzona przez de Broglie'a, przez Schrodingera rozwinięta i udoskonalona, jest quantowo pogłębionym i wzbogaconym układem dynamiki Newtona, Lagrange'a i Hamiltona. Leży w niej postęp niezmierny, nieobliczalna zapowiedź, niewątpliwie to dzieło geniuszu.

Natanson interesowała przede wszystkim strona falowa mechaniki kwantowej. Świadczy o tym nazwa „mechanika undulacyjna” (czyli falowa), którą nadał mechanice kwantowej. Fale de Broglie'a nazwał „protofalami”. Badając aspekt falowy mechaniki kwantowej, Natanson obrał oryginalną drogę, zajmując się związkiem uogólnionej przez siebie zasady wariacyjnej Fermata optyki geometrycznej z mechaniką klasyczną i kwantową. Wyniki kilku prac zebrał we wspomnianych *Pierwszych zasadach* i w pracy o zasadzie Fermata²².

Swoj bogaty i uznany w świecie dorobek naukowy Natanson ocenił bardzo skromnie. W liście do Arkadiusza Piekary z dnia 9 lutego 1935 r. napisał²³:

Usiłowałem być pożyteczny, pragnąłem społeczeństwu przydać się, pomóc... Bardzo małe są widoki, które umiałem pokazać współczesnemu mi pokoleniu. Nie potrafiłem pogłębić się, skupić, wyrzec się w życiu mnóstwa rzeczy. Ale pragnąłbym, gdy mnie już nie będzie, gdy przemienie ostatni ślad mego istnienia, by ktoś o mnie pomyślał: ten człowiek miał wzrok skupiony ku horyzontom dalekim.

Eseje

Natanson interesowała historia nauki, rozwój badań naukowych i ówczesne poglądy oraz prądy filozoficzne. Na temat tych zagadnień wygłaszał w ciągu wielu lat przemówienia i odczyty oraz napisał wiele artykułów, z których na szczególną uwagę zasługują eseje z historii nauki i historii fizyki. Zbiory przemówień i artykułów ukazały się w publikacjach pt. *Odczyty i szkice* (1908), *Oblicze natury* (1925), *Porządek natury* (1928), *Widnokreśli natury* (1928). Ogłosił też monografię *Prądy umysłowe w dawnym Islamie* (1937). (Wybór artykułów Natansonu pt. *Wspomnienia i szkice* wydał w 1977 r. Arkadiusz Piekara.) Za te utwory, odznaczające się głęboką treścią filozoficzną i napisane w pięknej formie literackiej, Polska Akademia Literatury przyznała Natansonowi w 1930 r. Złoty Wawrzyn²⁴.

Władysław Natanson brał czynny udział w życiu intelektualnym Krakowa, przyjaźnił się z wieloma wybitnymi artystami (m.in. z Jackiem Malczewskim) i humanistami krakowskimi. Ludwik Hieronim Morstin napisał o nim: „Ten fizyk, znakomity fachowiec, był zarazem z temperamentu i wykształcenia humanistą i fanatykiem piękna mowy polskiej”.

²² „Phil. Mag.” 16, 1933, s. 178–192.

²³ W. Natanson, *Wspomnienia i szkice*, op. cit.

²⁴ T. Piech, J. Hulewicz, *Natanson Władysław*, [w:] *Polski słownik biograficzny*, XXII, Kraków 1977, s. 611.

Działalność dydaktyczna

Władysław Natanson rozpoczął wykłady fizyki teoretycznej jako docent w roku akademickim 1891/1892. Prowadził je przez prawie cały czas swojej działalności w Uniwersytecie Jagiellońskim, aż do r. 1933/1934. Prowadził je w cztero–sześćioletnich cyklach, obejmujących mechanikę teoretyczną, hydrodynamikę i teorię sprężystości, termodynamikę i elektrodynamikę, dodając do nich w niektórych latach wykłady z teorii elektronów, optyki, teorii kinetycznej gazów i teorii promieniowania.

Wykłady Natansona tak wspominał Leopold Infeld²⁵:

Profesor Natanson wykladał pięknie, tak pięknie, że znikwały trudności, że wydawało się wszystko już załatwione, rozwiązane, wyjaśnione, i to raz na zawsze... Profesor Natanson wykladał pięć godzin tygodniowo, od poniedziałku do piątku, zawsze między 11 a 12. Zaczynał dokładnie dwadzieścia minut po 11, tak punktualnie, że można było nastawiać zegarki z chwilą jego wejścia na salę; kończył również punktualnie, przy czym każdy wykład był planowaną całością, komponowaną dokładnie z góry, jak dzieło sztuki. Nie posługiwał się nigdy notatkami... Słyszałem w życiu wiele pięknych wykładów, ale nigdy tak doskonałych technicznie jak wykłady profesora Natansona.

Sam Natanson tak pisał o roli nauczyciela²⁶:

Nauczanie ma tylko jednego wroga, nudę, ale ów jest nielitościwy. Ktokolwiek uczy, winien o tym pamiętać, że zachęca albo zniechęca, że zraża albo pociąga; że podnieca ciekawość i pozostawia zdziwienie, albo też, kładąc grubą rękę na budzącej się duszy, tłumi jej brzmienie, dusi jej porwy. Odpowiedzialność nauczyciela jest więc bezgraniczna.

Działalność organizacyjna w Uniwersytecie Jagiellońskim i Akademii Umiejętności

Chociaż Natanson w pracy naukowej był samotnikiem, opinia o nim jako o uczonym pochłoniętym wyłącznie sprawami nauki, jak przedstawiają go autorzy wspomnień, domaga się skorygowania.

Natanson poświęcał dużo czasu i energii sprawom publicznym²⁷. Pisał podręczniki fizyki do szkół wydziałowych i średnich. W roku akademickim 1907/1908 pełnił funkcję dziekana Wydziału Filozoficznego UJ. Gdy po odzyskaniu przez Polskę niepodległości w 1918 r. stanęły przed nauką i szkolnictwem wyższym nowe zadania wymagające wielkiego wysiłku organizacyjnego, Natanson wziął żywy udział w różnorodnych pracach przy organizowaniu nauki polskiej.

W 1919 r. napisał wraz z profesorem Stanisławem Kutrzebą memoriał do władz centralnych o potrzebach naukowych Uniwersytetu. W tymże roku wszedł w skład komisji opracowującej projekt Studium Pedagogicznego w Uniwersytecie

²⁵ L. Infeld, op. cit., s. 7.

²⁶ Ibidem, s. 9.

²⁷ T. Piech, J. Hulewicz, op. cit.

(studium to działało do wybuchu II wojny światowej). W roku akademickim 1922/1923 Natanson piastował godność rektora. Największym sukcesem jego kadencji było zakupienie dla Uniwersytetu trzech rozległych terenów budowlanych pomiędzy aleją Mickiewicza a parkiem Jordana na potrzeby Wydziału Filozoficznego (na tym terenie znajduje się między innymi obecny Instytut Fizyki z Instytutem Matematyki UJ) i terenów między ulicami Kopernika i Grzegórzeczką na potrzeby Wydziału Lekarskiego. Za jego rektoratu zakupiono także grunty pod budowę domów profesorskich i studenckich. W czasie trwania kadencji Natansona wydzielono z Uniwersytetu Studium Rolnicze. Wiosną 1933 r. wystąpił przeciwko wprowadzeniu „*numerus clausus*” dla młodzieży żydowskiej na Wydziale Filozoficznym.

Natanson nie brał udziału w życiu politycznym. Jednak gdy w 1932 r. pojawił się wniesiony do Sejmu RP przez ministra Janusza Jędrzejewicza projekt ustawy o szkołach akademickich, ograniczający wolność nauki i autonomię szkół wyższych, Natanson wraz z innymi profesorami wystąpił z energicznym protestem.

Działał również intensywnie w Akademii Umiejętności. W 1893 r. został członkiem korespondentem a w 1900 r. — członkiem czynnym Wydziału Matematyczno-Przyrodniczego Akademii. Pełnił w niej różne funkcje; reprezentował też Akademię w organizacjach naukowych zagranicznych. Był jednym z założycieli Polskiego Towarzystwa Fizycznego. W 1920 r. został wybrany na pierwszego prezesa Towarzystwa, a w 1930 r. na jego członka honorowego. W 1926 r. wybrano go wiceprezydentem Międzynarodowej Unii Fizycznej na jedną kadencję.

Władysław Natanson przeszedł na emeryturę w kwietniu 1934 r. W grudniu tegoż roku otrzymał dekret nominacyjny nadający mu godność profesora honorowego Uniwersytetu Jagiellońskiego. Zmarł 26 lutego 1937 r.

Bronisław Średniawa