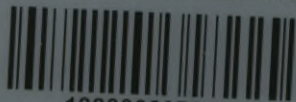


Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000297839

WSRÓD
FIZYKÓW
POLSKICH

JÓZEF SZPECHT

WŚRÓD
FIZYKÓW
POLSKICH



W Ś R Ó D
FIZYKÓW
POLSKICH

J Ó Z E F S Z P E C H T

WŚRÓD FIZYKÓW
POLSKICH

Seria 1



PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO
KSIĄZEK SZKOLNYCH WE LWOWIE



W swej części pierwszej książka poświęcona jest pamięci uczonych nie żyjących. Zabrakło tu wizerunku śp. profesora Władysława Natansona, którego śmierć przypadła wówczas, gdy tekst był już wydrukowany.

Część druga poświęcona jest współczesnym uczonym i warsztatom pracy naukowej, związanym z Uniwersytem im. Józefa Piłsudskiego, Politechniką i Wolną Wszechnicą Polską w Warszawie.

Ośrodkom pracy naukowej w Krakowie, Lwowie, Poznaniu i Wilnie poświęcona będzie seria II wydawnictwa.



39 005



ODBITO W DRUKARNI
B. POŁONIECKIEGO WE LWOWIE
1939

Alb. Nr. 12 3511/07

Fizyka nie była w dawnych wiekach odrębnym działem nauki. Łączono ją bowiem zwykle z matematyką, a po części z astronomią. Toteż w pracach uczonych z tych dziedzin szukać należy przedstawicieli dawnej fizyki.

Z tego stanowiska rzecz ujmując, należy do fizyków polskich zaliczyć jednego z najwybitniejszych uczonych średniowiecza, Vitella, czyli Vitelliona. Zwykło się go Ciołkiem nazywać w mniemaniu, że swoje polskie nazwisko przełożył sobie — wedle średniowiecznego obyczaju — na język łaciński.

Ciołek żył w trzynastym wieku. Urodził się około 1230 roku, a zatem na 150 lat blisko przed założeniem Akademii Krakowskiej. Miejsce urodzenia Ciołka w Polsce nie jest znane. Wiemy tylko dokładnie, że leżało pod 50 stopniem szerokości geograficznej. Pisząc bowiem o tym w księdze dziesiątej swego dzieła, Ciołek nadmienia: „In nostra terra scilicet poloniae, habitabili, qua circe 50 graduum latitudinis posita“.

Ciołek napisał znakomite w swoim czasie dzieło o o p t y c e, które zyskało szeroki rozgłos wśród uczonych europejskich.

Dzieło Ciołka wielkiej zażywało sławy aż do początku XVII stulecia, dopóki nie przekonano się, sięgając do źródeł arabskich, że uczony obficie z nich korzystał. Odtąd, nie bacząc na zasługi oddane nauce optyki, wyhodowanej za sprawą Ciołka, zaczęto szarpać dobrą jego sławę.

¹ Oparte w znacznej mierze na historii fizyki w Polsce, podanej przez M. Smoluchowskiego w „Poradniku dla samouków“ (Tom II, 1917).

Zamierzeniem Ciolka było zebranie wszystkich szczegółów stanowiących ówczesną wiedzę w dziedzinie optyki, czyli perspektywy (nauki o widokach), jak ją nazywa — i uporządkowanie tego zasobu wiadomości według pojęć ówczesnych.

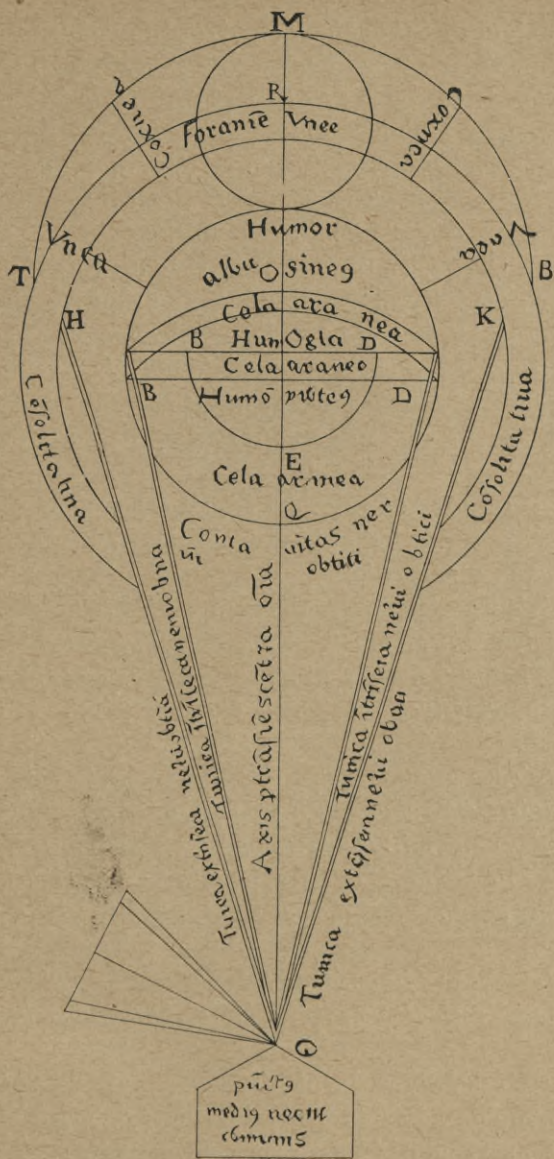
Jak podaje dr Szokalski w swej interesującej rozprawce pt. „Stanowisko naukowe Ciolka w średniowiecznej optyce” — nie chodziło o oryginalne dzieło, lecz o podręcznik

Objaśnienie do ryciny obok: Oko według Ciolka jest kulą, której skorupa zewnętrzna składa się od przodu (T M B) z błony rogowej (cornea), a z boków z błony utrzymującej (consolidativa). Owa skorupa wysłana jest od wewnątrz błoną naczyniową (H H), czyli jagodówką (vinca), a ta od przodu przedziurawiona jest otworem źrenicy (R).

W środku kuli oka znajdują się trzy przezroczyste twory: z przodu płyn wodnisty (humor albuginens), w środku ciało lodowate (humor glaciallis) a z tyłu ciało szkliste (humor vitreus). Od tyłu kula jest szeroko otwarta i łączy się z nerwem wzrokowym (nervus opticus), nerw zaś ten wszedłszy do oczodołu od mózgu odziany jest dwoma powłokami — zewnętrzną i wewnętrzną, z których pierwsza zespaja się z błoną kuli oka utrzymującą, a druga z błoną naczyniową. Nerw, idąc ku gałce ocznej, rozszerza się i obejmuje jej tył w kształcie narzędzia, przez które się wino do beczek nalewa, to jest lejka (instrumentum ponendi vinum in dolcis) i wewnątrz opatrzony jest kanałem, który do mózgu dochodzi.

Przez ów kanał przepływa „*duch wzrokowy*“ do oka (spiritus visibilis), wytwarzający się w przedniej części mózgu. Wnętrze lejki wysłane jest błoną pajęczą (cella aranea) B D O, ta zaś — doszedłszy do wnętrza kuli oka nie tylko w niej cały jej tył zajmuje E, ale zarazem i całe ciało lodowate — a więc przenika doń. Ciało to jest narządem bezpośrednio czującym światło (organum virtutis visuae); widzimy zaś za pośrednictwem piramidy świetlnej, której wierzchołek sięga oka. Piramida taka z pojedynczych promieni słońca złożona (pyramis radialis) padając na soczewkę tworzy w niej obrazek. Obrazek zaś ten *duch wzrokowy* chwyta i do mózgu przenosi.

(Cyt. z pracy Szokalskiego).



optyki, który by był dokładnym obrazem osiągniętej wiedzy i mógł posłużyć za podstawę dalszego jej rozwoju.

Dzielo Ciolka *de perspectiva* oparte jest w znacznej części na arabskiej optyce Alhazena, ale zawiera też liczne, własne przyczynki autora. Wielką zasługą Ciolka było stworzenie naukowej całości: szczegóły czerpał, skąd mógł, lecz w całość tchnął swego ducha.

Dzielo Ciolka, które w druku ukazało się w r. 1572 pt. „*Opticae libri decem*“ — składa się z dziesięciu ksiąg.

Pierwsza księga podaje wstępne wiadomości z dziedziny geometrii, niezbędne do objaśnienia optyki.

Księga druga wykłada wstępne wiadomości z dziedziny optyki, np. o tym, że światło rozchodzi się po liniach prostych.

Trzecia księga opisuje oko i jego czynności.

Czwarta księga jest dalszym ciągiem poprzedniej i mówi o warunkach widzenia.

W księdze piątej rozważane są skutki światła odbitego od powierzchni gładkich, odzwierciedlających.

Księgi szósta, siódma, ósma i dziewiąta traktują o zwierciadłach wklęsłych, walcowatych, wypukłych i parabolicznych.

W księdze ostatniej, dziesiątej, mowa jest o widzeniu za pośrednictwem załamanych promieni.

Między innymi Ciołek tłumaczy zjawisko tęczy, jako skutek załamania i odbicia światła w kropelkach wody; porównywa to zjawisko z załamaniem światła w pryzmacie.

Ciołek był wybitnym teoretykiem i systematykiem. Uporządkował rozległą wiedzę, z której korzystano przez trzy wieki.

Nauka polska wywarła największy wpływ na rozwój fizyki pośrednio, gdy Kopernik położył podwaliny pod systemat mechaniki nieba i tym samym stworzył podstawy

późniejszego rozwoju dynamiki ogólnej, który zawdzięczamy Galileuszowi, Keplerowi i Newtonowi.

W ten sposób łączą się ogólne dzieje fizyki z rozkwitem astronomii w Akademii Krakowskiej pod koniec XV stulecia.

Po tym okresie świetnego rozwoju nauka polska zaczyna chylić się ku upadkowi. Przez długi czas przytłoczona astrologią i brzemieniem średniowiecznego scholastycyzmu, przestaje odgrywać rolę i wywierać wpływ na rozwój fizyki europejskiej.

Do Polski docierają odgłosy tylko obcej nauki. W r. 1612 Galileusz przesłał królowi Zygmuntowi mikroskop, wykonany pod swoim nadzorem. Za panowania Władysława IV przybywa do Polski kapucyn Walerian Magni. W r. 1647 wykonywa on w Warszawie doświadczenie Torricelliego — w zupełnej podobno niezależności od tego uczonego — dla udowodnienia możliwości próżni. Potem Walerian Magni prowadzi polemikę z Pascalem o pierwszeństwo sformułowania praw ciśnienia barometrycznego (o zmianie wysokości słupa rtęci pod wpływem ciśnienia atmosferycznego).

W drugiej połowie XVIII wieku stworzył sobie poważne imię wśród ówczesnych uczonych Polak — matematyk, którego działalność w znacznej mierze wchodzi w zakres fizyki. Był nim Adam Amandy Kochański, profesor matematyki kolejno w Moguncji, Florencji, Pradze, Ołomuńcu, Wrocławiu, mianowany potem nadwornym matematykiem i bibliotekarzem króla Jana III Sobieskiego.

Prace Kochańskiego z dziedziny statyki zyskały rozgłos i uznanie obcych: świadczy o tym długa korespondencja naukowa Kochańskiego z niemieckim filozofem Leibnizem.

Wykładając matematykę w Moguncji, napisał Kochański pierwszy swój traktat łaciński „O naturze głównych machin, o nowej i jedynej zasadzie ich ruchów oraz o moż-

ności ruchu wiecznego“. Końcowa część tytułu jest znamienna. Kochański wierzył, iż ruch wieczny mechanizmu jest możliwy. Poszukiwania odpowiedniego mechanizmu wpłynęły bodaj na gruntowne zaznajomienie się z wszelkimi możliwymi konstrukcjami zegarów. W rozprawie pt. „*Mirabilia Chronometrica*“ Kochański podaje własny pomysł zastosowania dwu wahadel do starych mechanizmów zegarowych dla stworzenia większej regularności ruchu. Dalej proponuje Kochański zawieszanie ciężarów do naciągania zegarów przy pomocy dwu bloków — tak, jak to dziś widzimy w starych szafkowych zegarach. Ponadto Kochański ogłasza w swej rozprawie zapowiedź nowego swego wynalazku. Zapowiedź tę podaje w formie kryptogramu:

RGT. TCO. MME. RIP. NAE. INS. ATE.

Tajemniczy napis wyjaśnia Kochański po upływie 20 lat, w r. 1685, w artykule „*Nowy rodzaj wahadła dla zegarów kieszonkowych*“.

Okazuje się, że jeszcze w roku 1659 Kochański obmyślił i skonstruował wahacz magnetyczny do zegarków kieszonkowych. Zagadkowy napis miał oznaczać:

PER MAGNETIS TRACTIONEM.

Zegarek z takim wahaczem podarował Kochański w 1667 r. Ferdynandowi II, księciu Etrurii.

Kochański sam zwrócił uwagę, że zegarek taki był zbyt ciężki i że od magnesu — magnesowały się inne części zegarka. Lecz bieg zegarka był zupełnie prawidłowy.

Adam Kochański dokonał również innych ulepszeń w budowie zegarowych mechanizmów.

O skali jego zainteresowań i śmiałych pomysłach świadczy rozprawka, ogłoszona w 1687 r. pt. „*Miary powszechne wielkości i czasu*“. Jako jednostkę miary proponuje zastosować odległość między włoskami ptasiego pióra. Może to wydać się śmieszne. Wskazuje jednak, że uczony zajmujący się mechaniką precyzyjną odczuwał potrzebę małych jed-

nostek, które dziś są bez trudu wymierzalne i którymi posługujemy się, jako setnymi lub tysięcznymi częściami milimetra. Kochański wspomina o niedogodności posługiwania się miarami rysowanymi na papierze z uwagi na jego kurczenie się lub wydłużanie pod wpływem zmian wilgotności powietrza.

Pod koniec siedemnastego stulecia pojawia się pierwszy polski podręcznik mechaniki. Jego autorem jest Stanisław Solski, urodzony w 1623, za panowania Zygmunta III.

Solski napisał oprócz podręcznika mechaniki inne również dzieła. Jego pióra jest „Geometra Polski — to jest nauka rysowania, podziału, przemieniania i rozmierzania linii, angułów, figur i brył pełnych“.

Na sto lat przed Solskim żyjący za Zygmunta Augusta profesor Akademii Krakowskiej, Stanisław Grzepecki (1526—1572) był pierwszym autorem dzieła o geometrii, napisanego w polskim języku pt. „Geometria to jest miernicka nauka po polsku krótko napisana z greckich i łacińskich ksiąg. Najdziesz też tu jako nasi miernicy zwykli mierzyć imienie (włości) na włoki albo na lany. Item, jugerum Romanum jako wiele ma w sobie. Item, jako wieżę albo co inszego wysokiego zmierzyć albo dalekość jaką; na przykład kiedybyś chciał wiedzieć jak daleko do zamku przez błota albo przez wodę“.

Po Grzepeckim — Stanisław Solski przywrócił naukom matematycznym język polski.

Dzieło „Geometra Polski“ obejmuje teorię i praktykę geometrii. Np. księga pierwsza ma sześć głównych działów, nazwanych „Zabawami“. Zabawa I zawiera definicje geometryczne. Kąt prosty nazywa się tu krzyżowym, prostopadła — krzyżową, romb — czwartakiem, bok — ścianą, linia nieograniczona — linią w bród. Księga druga obejmuje geometrię praktyczną (np. o mierzeniu pól). Księga

trzecia rozprawia o bryłach, o zegarach słonecznych i o arytmetyce. Osobliwie pisze Solski o arytmetyce, mianowicie... wierszem¹.

Solski upowszechnił terminologię geometryczną.

Podręcznik mechaniki, w którym Solski traktuje przedmiot wyłącznie ze stanowiska praktycznego, nosi tytuł: „Architekt Polski — to jest nauka ulżenia wszelkich ciężarów, używania potrzebnych machin ziemnych i wodnych, stawiania ozdobnych kościołów małym kosztem, o proporcji rzeczy wysoko stojących, o schodach i pawimentach, czego się chronić i trzymać w budynkach od fundamentów aż do dachu, o fortyfikacji i inszych trudnościach“ — w księgach trzech, z których jedna tylko wyszła w Krakowie, r. 1690.

„Architekt Polski“, którego część tylko, to jest właściwą mechanikę Solski napisał, jest pierwszą — jak wspomnieliśmy — mechaniką w języku polskim. Księga podzielona jest na trzy „Zabawy“:

I — o zmniejszeniu ciężarów za pomocą machin

II — o machinach w społeczności ludzkiej najużyteczniejszych, jako to młynach, piłach, zegarach

III — o wodzie.

Solski interesował się też „perpetuum mobile“. W łacińskiej rozprawie² mówi o wynalazku maszyny do utrzymania biegu wieczystego. Solski zamierzał dokazać, aby wiadro ciecżą napelniane i wypróżniane z kolei, przeważa-

¹ Np. o „Regule trzech prostej i odwrotnej“:

— Liczba złota albo trzech wtenczas się nazywa,
Gdy czwarta z trzech wiadomych znalezioną bywa.
Wiem na przykład, że grosz dać za bułeczkę chleba,
Pytam, za sześć bułeczek wiele groszy trzeba?
I to się zowie prostą; lecz odwrotną taka...

itd.

² pt. „Machina exhibende motui perpetue artificiali idonea, mathematicis ad examinandum et perficiendum proposita“ (1663).

jące pewien ciężar i nawzajem przezeń przeważane — wiecznie opadało i wiecznie się wznosiło. Opadałoby, nabywszy przewagi przez naciekłą wodę, wznosiłoby się — pozbywszy się wody, przez co staje się lżejsze od ciężaru. Bieg byłby wywołany wielkim kołem pionowym, które w ciągu swego obrotu poruszałoby tłok pompy, dodającej regularnie wody wiaderkom.

Z nierozwiązalnym problemem „perpetuum mobile“ igrał tedy Solski w sposób — trzeba to przyznać — bardzo dowcipny.

W owych latach na przełomie XVII i XVIII stulecia nauki przyrodnicze nie miały sprzyjających rozwojowi warunków.

Sławna niegdyś Akademia Krakowska chyli się ku głębokiemu upadkowi w pierwszej połowie XVIII stulecia. Tym godniejsza jest tedy zasługa tych uczonych, którzy rozwinęli przynajmniej szerszą działalność dydaktyczną, nie pozostając gnuśnymi maruderami w pochodzie nauki zachodniej. Od połowy XVIII wieku powstaje żywszy ruch w zakresie literatury podręcznikowej. Czynione są starania o urządzenie pracowni doświadczalnych.

Książd Józef Rogaliński (1728—1802) — po studiach nauk ścisłych w Paryżu — wykładał fizykę w poznańskim kolegium jezuickim. Obok zajęć urzędowych organizował popularne wykłady fizyki doświadczalnej. Wykłady takie były w Polsce nowością.

Uczęszczał na nie kto chciał, a więc prócz uczniów — urzędnicy, ziemianie, a nawet rzemieślnicy.

Józef Rogaliński wydał obszerne pięciotomowe dzieło: „Doświadczenia skutków rzeczy pod zmysły podpadających“ (1764).

Inne podręczniki wydają: pijar X. Samuel Chróścikowski, X. Józef Lisikiewicz oraz pijar Józef Herman Osiński.

Osiński był wielkim miłośnikiem fizyki. Urządzał w Warszawie publiczne prelekcje, połączone z doświadczeniami.

Wobec epokowych postępów, jakie dokonały się wówczas — zwłaszcza w dziedzinie chemii, Osiński porzuca i wyrzeka się uprzednio głoszonych przez siebie zasad. Przystępuje do zupełnej przeróbki swego podręcznika, wydanego w r. 1777. Pierwszą część nowego wydania, obejmującą doświadczenia z zakresu chemii, ciepła i ogólnych właściwości materii — ogłosił w Warszawie w r. 1801. Druga część, poświęcona mechanice, optyce, elektryczności i magnetyzmowi, ukazała się w rok po śmierci Osińskiego, w 1803.

Wzbierał tymczasem ruch, zmierzający do odrodzenia wyższego i niższego szkolnictwa. Działalność Komisji Edukacyjnej zaważyła dobroczynnie na losach nauczania. Zreformowano Uniwersytety Krakowski i Wileński.

Podupadłą materialnie i tkwiącą jeszcze w scholastycyzmie Akademię Krakowską, w której dopiero w r. 1765 zerwano stanowczo z astrologią, pobudził do nowego życia w 1780 K o ł ł ą t a j. W uczelni tej, która odtąd aż do chwili objęcia przez rząd austriacki nosiła miano Szkoły Głównej, Kołłątaj stworzył katedrę mechaniki, na którą powołał w 1780 Feliksa Radwańskiego, oraz katedrę fizyki, którą powierzono w 1783 X. D. Andrzejowi Trzcieńskiemu.

Pierwszy okazał się godnym reprezentantem swego zawodu w przeciwieństwie do drugiego, któremu w 1789 r. koledzy uniwersyteccy (Jan Śniadecki i inni) otwarcie zarzucali nieuctwo. Zaważyło to niekorzystnie, rzecz jasna, na losie katedry. Jednak dzięki opiece możliwych protektorów Trzcieński pozostał na swym stanowisku do 1804 r. W owym roku rząd austriacki, który już od r. 1796 zajmował Kraków, postanowił uzgodnić ustrój Szkoły Głównej z uniwersytetami austriackimi. Nastąpił tedy przejściowy okres profesorów niemieckich aż do r. 1809, gdy Kraków powrócił do Księstwa Warszawskiego.

W r. 1813 objął katedrę fizyki Roman Markiewicz,

po nim zaś — Stefan Ludwik Kuczyński. Choć nie można ich zaliczyć do wybitniejszych uczonych, obaj byli dobrymi pedagogami, dbali o rozwój pracowni fizycznej i ogłosili kilka cennych przyczynków naukowych.

Drugim ogniskiem była Szkoła Główna Wileńska, odnowiona w tym samym czasie, co Akademia Krakowska przez Komisję Edukacyjną.

Przed reformą uczono w Wilnie różnych działów fizyki (optyki, mechaniki itd.) w ramach ogólnego kursu — wraz z matematyką i astronomią. Wszystkie te przedmioty wykładane były przez jednego profesora. W wyniku przeprowadzonej reformy stworzono osobną katedrę fizyki. Objął ją Józef Mickiewicz. Odrębną zaś katedrę mechaniki powierzono T. Kundziczowi, bardzo miernemu niestety uczonemu. Mickiewicz popularyzował przedmiot, który wykładał w sposób eksperymentalny. Wybitniejszym uczonym był Stefan Stubielewicz. Po otrzymaniu w 1797 r. katedry fizyki wyjechał na kilkuletnie studia za granicę. Objąwszy zaś profesurę, po przekształceniu Szkoły Głównej na Uniwersytet cesarski w 1805 r., wykładał przedmiot w zgodzie z najnowszą wiedzą. Wzbogacił zasoby gabinetu fizycznego. Pozostawił w rękopisie liczne dzieła z różnych działów fizyki.

Następcami Stubielewicza byli Kajetan Krassowski i Feliks Drzewiecki. Byli oni znacznie skromniejszej miary przedstawicielami nauki. Drzewiecki ogłosił przynajmniej kilka podręczników. Jego „Kurs roczny fizyki eksperymentalnej“ (1823) przez długi czas był najważniejszym polskim podręcznikiem fizyki, odgrywając tym samym pewną rolę w dziejach ojczyściej nauki.

Katedrę mechaniki powierzono po ustąpieniu Kundzicza w r. 1803 wybitnemu znawcy przedmiotu, Niemcowi, K. Chr. Langsdorfowi. Przebywał w Wilnie trzy lata. Później mechanikę wykładali Zachariasz Niemczew-

ski i Michał Pełka Poliński, obaj raczej matematycy. W roku 1822 utworzono nadto katedrę mechaniki praktycznej, nauczanej przez Waleriana Górskiego do chwili zamknięcia Uniwersytetu w r. 1832. Na tym urywa się działalność uczelni. Wileńskie ognisko naukowe gaśnie.

W Warszawie działał za czasów Komisji Edukacyjnej Jan Michał Hube, który wykładał fizykę i wyższą matematykę w Korpusie Kadetów. Hube napisał kilka podręczników szkolnych fizyki, m. in. „Wstęp do fizyki dla szkół narodowych“ (1783). Za czasów Uniwersytetu „Aleksandryjskiego“, założonego w r. 1818, wybitną działalność pedagogiczną rozwiniął profesor fizyki Józef Karol Skrodzki.

Upadek ogólnego życia umysłowego po zamknięciu Uniwersytetu przejawia się także w dziedzinie fizyki. Ruch naukowy zamiera. Ukazuje się tylko kilka podręczników fizyki, m. in. pióra Jędrzeja Radwańskiego.

Dopiero utworzenie Szkoły Głównej Warszawskiej w r. 1862 dało nowy impuls naukom matematyczno-przyrodniczym. Na przestrzeni siedmiu lat istnienia uczelni wykładali różne działy fizyki: Tytus Babczyński, Nikodem Pęczarski, Adam Prażmowski, Stanisław Przysański, Władysław Zajączkowski, Władysław Kwietniewski. Nie osiągnięto co prawda w fizyce zdobyczy naukowych. Jednak dydaktyczna działalność Szkoły Głównej miała doniosłe znaczenie. Zasób wiedzy i zachęta do nauki, wyniesione przez wychowanków Szkoły, musiały starczyć na późniejsze lata, które fizyka przetrwała w Warszawie bez pomocy uniwersyteckiej, opierając się tylko na pracy nauczycieli prywatnych i zamilowaniu naukowym jednostek.

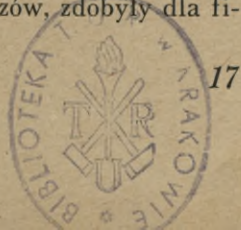
W owym czasie działa w innym środowisku G. H. Niwęgłowski, wywierając jednak wpływ i na polską naukę, jako autor gruntownego podręcznika mechaniki analitycznej (Paryż, 1873). Najwybitniejszą postacią naukową

w dziedzinie fizyki jest w owym czasie w Warszawie Władysław Gosiewski, autor wielu prac z zakresu rachunku prawdopodobieństwa, mechaniki i fizyki molekularnej. Należy też wymienić nazwisko E. Dziewulskiego oraz świętego popularyzatora, Stanisława Kramsztyka.

Fizyka wymaga specjalnych pracowni uniwersyteckich. Jest tedy zrozumiałe, że punkt ciężkości pracy naukowej przeniósł się do zaboru austriackiego. Oprócz prastarej Wszechnicy Jagiellońskiej działa tam od 1873 r. Uniwersytet Lwowski. Założony jeszcze przez Jana Kazimierza w r. 1661, nie zdołał zrazu osiągnąć poziomu prawdziwie uniwersyteckiego. Wskrzyszony na nowo (1784) po zajęciu Galicji przez rząd austriacki, różnie przechodził koleje, aż w r. 1817 odnowiony został w dzisiejszej postaci, pozostając jednak uniwersytetem niemieckim. Nie brakło tam wybitnych profesorów fizyki, jak Kunzek i Pierre; lecz ich działalność nie znajdowała ze zrozumiałych powodów oddźwięku w społeczeństwie. Katedrę fizyki obejmowali kolejno: Ignacy Martinovics, Antoni Hiltenbrand, Jan Zemantsek, Antoni Gleissner, August Kunzek, Aleksander Zawadzki (zastępca), Wiktor Pierre, Wojciech Urbanski, Aloizy Handl.

Po spolszczeniu uniwersytetu powołano w 1883 r. na katedrę fizyki doświadczalnej Tomasza Stanckiego, uczonego skromnego pokroju. Nadto powstała katedra fizyki teoretycznej, którą zajmował do r. 1899 Oskar Fabian, autor krótkiego zarysu mechaniki analitycznej oraz kilku rozprawek naukowych.

Tymczasem katedrę fizyki doświadczalnej w Uniwersytecie Jagiellońskim objął po ustąpieniu Kuczyńskiego w r. 1882 Zygmunt Wróblewski. Jemu zawdzięcza nauka polska, że po raz pierwszy od wielu wieków zajęła wybitne miejsce w dziejach fizyki. Prace, podjęte wraz z Karolem Olszewskim nad skraplaniem gazów, zdobyły dla fi-



zyki polskiej przodujące miejsce w pochodzie nauki europejskiej.

Po tragicznej, przedwczesnej śmierci Wróblewskiego, katedrę fizyki objął August Witkowski, wybitny uczyony i doskonały pedagog, autor świetnego trzytomowego dzieła „Zasady fizyki“.

Osiemdziesiąte lata XIX wieku, związane ze zdobyczami Olszewskiego i Wróblewskiego, otwierają nową epokę fizyki w Polsce. Obok imienia tych, którzy skropili tlen i azot, za jaśniały wkrótce pełnym blaskiem na horyzoncie europejskiej nauki nazwiska Marii Skłodowskiej - Curie i Mariana Smoluchowskiego.





ZYGMUNT WRÓBLEWSKI I KAROL OLSZEWSKI

Z Y G M U N T W R Ó B L E W S K I K A R O L O L S Z E W S K I

Z y g m u n t W r ó b l e w s k i urodził się dnia 28 października 1845 r. w Grodnie. W siedemnastym roku życia ukończył naukę gimnazjalną i zapisał się w 1862 r. do Uniwersytetu Kijowskiego. Burzliwe wydarzenia dziejowe przerwały jednak studia po niespełna roku. Wróblewski wziął czynny udział w powstaniu styczniowym 1863 r.

W lipcu tego roku został aresztowany i w końcu 1864 r. zesłany na Sybir, do Tomsku. Ułaskawiony w 1867 r., przeniósł się na wyznaczone mu miejsce pobytu w Kazaniu.

Uwolniony po pięcioletnim zesłaniu, Wróblewski przybył w 1869 do Warszawy. Ciężkie i tragiczne przeżycia w tak młodym wieku nadważyły jego siły fizyczne. Najdotkliwsza i najboleśniejza dla spragnionego wiedzy młodzieńca była choroba oczu. Postępowała i groziła ślepotą.

Po trzymiesięcznym pobycie w Warszawie musiał Zygmunt Wróblewski przenieść się na czas dłuższy do Berlina, aby tam u lekarzy-specjalistów zasięgnąć rady i odbyć kurację. Przebył dwie operacje oczu. Jedną w jesieni 1869 r., a drugą — na wiosnę 1870. Obie były nieudane, a podobno i niepotrzebne.

W miarę możliwości Wróblewski kontynuował w Berlinie swe studia. Uczęszczał na wykłady fizyki. Choroba pozwalała mu być biernym tylko słuchaczem, przeszkadzała w pracy laboratoryjnej.

Wróblewski przeżywa ciężkie chwile. Oczy, w najgorszym stanie i bez nadziei poprawy, rokowały co najwyżej rzemieślnicze stanowisko w obranym zawodzie. Niezasobna rodzina i lekarze radzili obrać zawód praktyczny, któryby mniej wzroku wymagał.

Wróblewski stoczyć musi z samym sobą walkę, w której rozstrzygały się losy jego przyszłości. Wbrew słabości fizycznej i mimo braku pomocy materialnej, Wróblewski postanawia nie zbaczać z obranej drogi studiów fizycznych. Po rocznym pobycie w Berlinie przeniósł się w 1870 do Heidelbergu. W owym okresie zrodziły się plany obszernych prac naukowych, opartych na nowej zupełnie teorii. Jaka to była teoria — dokładnie nie wiemy. Wiadomo tylko, że Wróblewski wspominał o niej wybitnemu uczonemu, Clausiusowi. Ten doradził sprawdzić doświadczalnie możliwości nowej teorii. Taką samą radę otrzymał Wróblewski od innego wybitnego fizyka, Helmholtza.

Rady były bezwzględnie słuszne, ale dla Wróblewskiego prawie niewykonalne. Niedostatek dawał mu się dotkliwie we znaki. Musiał zarabiać pisywaniem korespondencji do gazet. Na opłacenie miejsca w laboratorium nie miał pieniędzy.

Zdobył się wówczas na niepowszednią decyzję. Do wszystkich niemal profesorów uniwersytetów niemieckich napisał listy, ofiarowując swe usługi w charakterze asystenta wzamian za możliwość pracy w laboratorium. Nadeszła odpowiedź od profesora Jolly'ego z Monachium, który zaproponował Wróblewskiemu bezpłatne korzystanie z laboratorium.

W 1870 r. jedzie tedy Wróblewski do Monachium. W profesorze Jollym znajduje nie tylko nauczyciela, lecz najlepszego również przyjaciela.

W stanie zdrowia Wróblewskiego następuje znaczna poprawa. Zaważyły tu wiele wędrowki wakacyjne po Alpach. Mimo że wzrok nie dozwalał mu jeszcze czytać, Wróblewski składa w 1875 r. egzamin doktorski. Ogłasza pierwszą swą pracę p. t. „Badania nad wzbudzaniem elektryczności środkami mechanicznymi“.

W lecie tegoż roku mianowany został asystentem przy katedrze fizyki. W listopadzie przenosi się do Strassburga,

gdzie otrzymał stanowisko asystenta przy profesorze Kundcie. Wówczas to Wróblewski zajął się badaniem własności gazów. Rozprawa habilitacyjna o dyfuzji gazów przez ciała pochłaniające zapewniła mu docenturę w Uniwersytecie Strassburskim.

Prace Wróblewskiego z zakresu fizyki molekularnej zwracają uwagę świata naukowego. Dzięki zasiłkowi Krakowskiej Akademii Umiejętności, Wróblewski odbywa w lecie 1880 podróż naukową do Paryża, Londynu, Oxfordu i Cambridge. Na wiosnę 1881 r. znów wybrał się do Londynu, a potem do Paryża. Tu zajmuje się w instytucie Deville'a zagadnieniem pochłaniania kwasu węglowego przez wodę. Odkrywa przy tej sposobności wodan dwutlenku węgla, który był przepowiadany przez chemików, ale dotąd nie odkryty.

W Paryżu poznał też Wróblewski prace Cailleteta, związane ze skraplaniem gazów.

W r. 1882 Wróblewski obejmuje katedrę fizyki na Uniwersytecie Jagiellońskim. Już w pierwszych miesiącach następnego roku dokonywa epokowej pracy, skraplając tlen i azot wespół z Karolem Olszewskim.

Karol Olszewski urodził się 29 stycznia 1846 r. w Broniszowie, w dawnym obwodzie tarnowskim. Na niemowlęctwo jego rzuciły tragiczny cień krwawe wydarzenia 1846 r. Groza i śmiertelne niebezpieczeństwo zawisły nad pierwszymi dniami życia Karola Olszewskiego, choć niczego nie mógł jeszcze pojąć, ani też odczuć klęsk. W lutym 1846 r. padł ofiarą rozruchów chłopskich i pamiętnej rzezi jego ojciec, Jan. Z trudem największym zdołała tylko uratować się matka z córeczką i kilkotygodniowym Karolem.

Karol wychowywał się już nie w rodzinnym Broniszowie, lecz w mieście. Najpierw w Nowym Sączu, a potem w Tarnowie, gdzie też uczęszczał do gimnazjum.

Naukę gimnazjalną przerwał rok 1863. Siedemnastoletni

chłopiec zaciągnął się w szeregi ochotników w Krakowie. Wraz z towarzyszami przejść miał przeszkolenie. Zanim dobiegło ono końca i zanim Olszewski wyruszył do walki powstańczej, został zaarrestowany przez władze austriackie w obozie ćwiczbym na Prądniku. Osadzono go w krakowskim więzieniu św. Mikołaja. Opuścił je dopiero wówczas, gdy dalsze uczestnictwo w powstaniu było już niemożliwe.

Powrócił tedy na ławę szkolną. W 1866 r. złożył egzamin dojrzałości w gimnazjum tarnowskim. W październiku tegoż roku wstąpił na wydział filozoficzny Uniwersytetu Jagiellońskiego.

Młody student odrazu obrał kierunek, któremu pozostał wierny przez cały czas nauki uniwersyteckiej. Z zamiłowaniem studiował chemię i fizykę. Uczęszczał jednak poza tym na wykłady przyrodnicze, językoznawstwa polskiego, literatury polskiej, filozofii.

Poświęcając się szczególnie studiom chemicznym, Karol Olszewski zwrócił na siebie uwagę dyrektora uniwersyteckiego Zakładu Chemicznego, profesora Czyrniańskiego, który w r. 1869 uczynił go demonstratorem, upatrując w nim przyszłego asystenta.

Już wtedy — nie przeczuwając bynajmniej swej przyszłej specjalności — Olszewski zaczął zajmować się sprawą dotyczącą skraplania gazów. Naprawił popsuty kompresor, znajdujący się w Zakładzie i z jego pomocą skroplił bezwodnik węglowy. Osiągnąć można dzięki niemu dość niską temperaturę około -80° . Dziś nie wydaje się to niczym nadzwyczajnym, lecz wówczas był to kres niemal doświadczalnych możliwości.

Skroplenie gazu nie było co prawda nowym, ani trudnym sukcesem. Dokonał go już w 1823 r. Faraday, a na wielką skalę Thilorier w 1834 r. Po raz pierwszy wkroczył jednak wówczas Olszewski w dziedzinę wysokich ciśnień i niskich

temperatur, dziedzinę, w której nazwisko jego obok Zygmunta Wróblewskiego zyskało po kilkunastu latach światowy rozgłos.

Prace w Zakładzie Chemicznym nosiły przeważnie charakter analityczny. Dokonywano analiz wód mineralnych dla celów sądowych i sanitarnych — i tym zajmował się też Olszewski. W r. 1871 ogłasza obszerną pracę p. t. „Rozbiór chemiczny wód studziennych i rzecznych krakowskich“.

W tymże czasie zostaje asystentem przy katedrze chemii. Stanowisko to zajmował jednak nie długo. W styczniu 1872 r. otrzymuje absolutorium z ukończonych czteroletnich studiów uniwersyteckich. Dzięki stypendium udaje się do Heidelbergu. Z zamiłowaniem odbywa tu studia pod kierownictwem sławnych uczonych: Bunsena — w dziedzinie chemii, Kirchhoffa — w dziedzinie fizyki. Tegoż roku Olszewski uzyskał stopień doktorski, przy czym za rozprawę doktorską posłużyła, zdaje się, wspomniana praca z analizą wód krakowskich.

Pobyt w Heidelbergu trwał krótko: zaledwie trzy i pół miesiąca. W drodze powrotnej do kraju Olszewski zwiedził najwybitniejsze pracownie chemiczne w Niemczech i Austrii.

W roku następnym, 1873, Olszewski habilituje się jako docent chemii. Stanowisko było honorowe, nie dawało żadnych dochodów. Chleb powszedni zdobywał Olszewski pisywaniem artykułów naukowych do pism fachowych bądź też dokonywaniem analiz chemicznych dla zdrojowisk itp.

Ogłasza w tym okresie prace z dziedziny chemii i z pogranicza chemii i fizyki (np. o nowych konstrukcjach baterij galwanicznych). W r. 1876 otrzymuje nominację na profesora chemii Uniwersytetu Jagiellońskiego.

Praca naukowa Karola Olszewskiego odbywała się w skromnych, nie rzadko nawet dokuczliwych warunkach materialnych — aż do chwili objęcia przez uczonego kierownictwa Zakładu Chemicznego (w 1888). Na rok 1883 przy-

pada współpraca z Wróblewskim, uwieńczona świetnym triumfem.

* * *

Zanim przedstawimy wspaniałe osiągnięcie naukowe Karola Olszewskiego i Zygmunta Wróblewskiego, odtworzymy w zarysie historię skraplania gazów. Dopiero bowiem w perspektywie dziejowej ukaże się wyraziście i w pełnej doniołości to, czego dokonali dwaj polscy uczeni w pierwszej połowie 1883 r.

Jest rzeczą ciekawą, że sprawa skraplania gazów¹ poruszona została po raz pierwszy nie w dziele naukowym, lecz... literackim. Potraktowana została przy tym w sposób humorystyczny. Oto Lukian ze Samosaty, znany satyryk z drugiego wieku po Chrystusie, posiada wśród swych utworów opis osobliwej podróży. Lukian skarży się we wstępie na różnych podróżników, którzy bezkarnie i bezczelnie kłamią. Korzystają z tego, że nie można skontrolować ich opowieści i dowieść kłamstwa. Lukian sam tedy postanowił opisać podróż, której... nie odbył. Z góry oświadcza, że wszystko w jego opisie jest kłamstwem i niedorzecznością. Godzi się wspomnieć, że utwór Lukiana żywcem został wcielony do sławnych opowiadań barona Münchhausena.

Otóż zawadziwszy o księżyc, przekonał się podróżnik, że mieszkańcy za napój używają... powietrza skroplonego:

— „Za napój służy im powietrze, wtłoczone do kubka, tworzące ciecz podobną do rosy“.

W świetle zapowiedzi, iż cały opis podróży mija się z prawdą i kłóci się z rozsądkiem — skroplenie powietrza potrak-

¹ Dane historyczne o skraplaniu gazów oraz biograficzne o Olszewskim zaczerpnięte z pięknej rozprawki profesora T. Estreichera p. t. Karol Olszewski. W dziesięciolecie śmierci. („Przegląd Współczesny“, 1925).

towane jest tedy w księżycowej fantazji Lukiana, jako rzecz niemożliwa i niedorzeczna.

A jednak...

Minęło półtora tysiąca lat. Nauka poznała już gazy o rozmaitej naturze i różnych własnościach. Wiedziała już o tym, iż niektóre ciała ogrzane zamieniają się w lotną parę, dającą się z powrotem przeistoczyć w ciecz.

Na początku XVIII stulecia uczony *Boerhaave* zajmuje się kwestią skroplenia powietrza. Rozważania jego kończą się wnioskiem, że ciało to nie jest zdolne do zmiany stanu skupienia ani pod wpływem największego zimna, ani też najwyższego ciśnienia.

W osiemnastym wieku nauka rozporządzała bardzo skromnymi środkami zarówno w osiągnięciu ciśnień, jak niskich temperatur. Tym godniejsza podziwu jest tedy przenikliwość umysłu *Lavoisiera*: w 1784 r. oznajmia on w swym podręczniku chemii, że w odpowiednich warunkach obniżenia temperatury każde ciało musi — choćby było gazem — przejść w stan ciekły, a wreszcie stały:

— „Przypuśćmy na przykład, że ziemia znalazła się nagle w okolicy niesłychanie zimnej, np. w pobliżu Jowisza lub Saturna; wtedy woda... zamieniłaby się w góry i skały niezmiernie twarde. Powietrze w takich warunkach... bezwątpienia przestałoby istnieć w postaci płynu niewidzialnego wobec braku dostatecznego ciepła; powróciłoby ono do stanu ciekłego, a ta zmiana dałaby początek nowym ciecjom, o jakich obecnie nie mamy wcale pojęcia“.

Potrzeba jednak było całego stulecia wyteżonej pracy i odkrywczego trudu najwybitniejszych umysłów, aby poprzez doświadczeniem pogląd *Lavoisiera* w daleką wybiegający przyszłość.

Wprawdzie od drugiej połowy XVIII stulecia coraz liczniejsze są eksperymenty, które naprowadzały na skroplenie powietrza. *Van Marum* skrapla amoniak (1792). *Monge*

i Clouet skraplają dwutlenek siarki. Lord Northmore osiąga ten sam sukces z chlorem, chlorowodorem i dwutlenkiem siarki, Stromeyer — z arsenowodorem. Były to gazy łatwe do skroplenia. Wystarczało słabe oziębienie, np. za pomocą mieszaniny lodu i soli (-21°) lub lodu i chlorku wapniowego (-55°) albo też zastosowanie ciśnienia kilku czy kilkunastu atmosfer.

Przełomową rolę odegrały prace genialnego uczonego Faradaya, rozpoczęte w 1823 r. Przypadkowo — rzecz można — skroplił chlor, badając w zalutowanej rurce szklanej własności jego związku z wodą, tzw. wodnika chloru. Faraday podjął wówczas dalsze próby. W rezultacie skroplił różne gazy, m. in. siarkowodór, dwutlenek chloru, a przede wszystkim dwutlenek węgla. To ciało doniosłą miało odegrać rolę w dalszym rozwoju badań. Uzyskiwany w większej ilości skroplony dwutlenek węgla posłużył do ziębienia innych gazów. Uzyskano wielkie na owe czasy obniżenie temperatury (do -110°), dzięki czemu Faraday skroplił w 1845 wszystkie znane wtedy gazy z wyjątkiem wodoru, tlenu, azotu, tlenku azotu, tlenku węgla i metanu oraz — rozumie się — powietrza. Faraday nie stosował w swych doświadczeniach zbyt wysokich ciśnień. Nacisk kładł na obniżanie temperatury.

Podjęto potem bezskuteczne próby skroplenia owych sześciu gazów, które obdarzono mianem trwałych lub doskonałych. Wiedeński fizyk, Natterer, udoskonalił techniczną stronę doświadczeń. Skonstruował dogodnie i silnie działające pompy. Ułatwiały one otrzymanie znacznych ilości środka ziębiącego, jakim był przede wszystkim dwutlenek węgla. Jednocześnie pozwalały one poddać badany gaz ogromnym ciśnieniom, sięgającym 3.600 atmosfer.

Mimo to nie osiągnięto pożądaných wyników. Ani jeden spośród gazów zwanych trwałymi nie dał się skroplić.

W roku 1869 angielski uczoney Andrews, badając za-

chowanie się dwutlenku węgla w zależności od ciśnienia i temperatury, doszedł do wniosku, że dla każdej substancji istnieje pewien stan, w którym znajduje się ona na pograniczu między postacią gazową a ciekłą. Zmiana warunków, choćby nieznaczna, sprawia, iż substancja przechodzi całkowicie albo w ciecz albo w gaz. Kryteriami tego stanu są: ciśnienie, temperatura i zależna od nich gęstość.

Ustaloną przez Andrewsa zależność najlepiej jest obserwować, zmieniając temperaturę. Poniżej temperatury, zwanej krytyczną, gaz może zamienić się w ciecz, jeśli użyjemy odpowiedniego ciśnienia. Powyżej zaś tej temperatury żadne ciśnienie nie spowoduje skroplenia! (To tłumaczy niepowodzenie Natterera, który mało dbał o oziębienie gazu, lecz wagę przywiązywał przede wszystkim do wielkich ciśnień).

W dalszych badaniach nie uwzględniono w pełni pracy Andrewsa, choć miała ona podstawowe i zasadnicze znaczenie dla prób skraplania gazów.

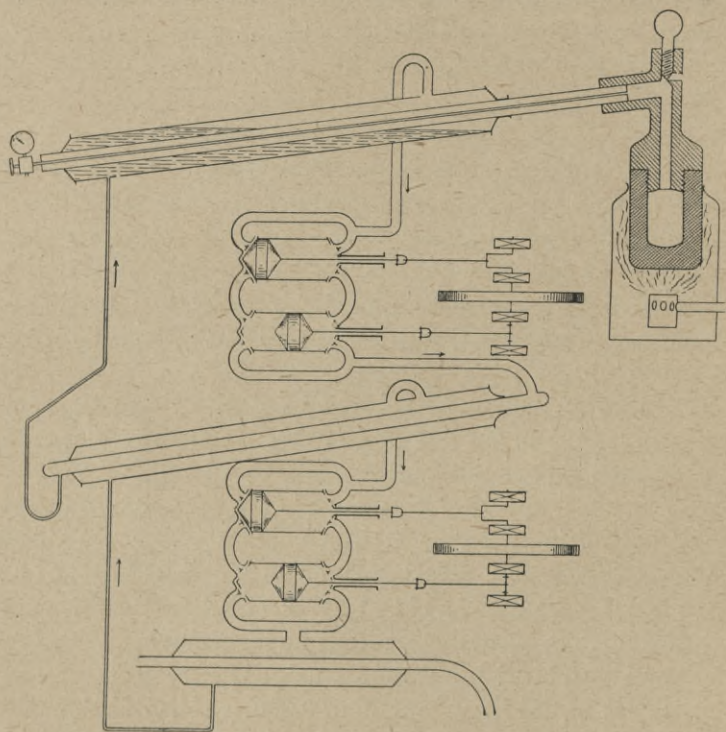
W końcu grudnia 1877 r. Akademia Nauk w Paryżu otrzymała niespodzianie z dwóch stron wieść o skropleniu tlenu. Dokonać tego mieli niezależnie od siebie Raoul Pictet w Genewie i Louis Cailletet w Châtillon-sur-Seine.

Prace Picteta wykonane zostały z ogromnym nakładem kosztów i instalacji i zyskały szeroki, acz przedwczesny rozgłos. Pictet wydał na urządzenia 50.000 fr. Używał skomplikowanych pomp, kompresorów, ciśnień ponad 650 atmosfer i temperatury początkowej pono -140° . Miał skroplić i zestalić tlen oraz wodór i oznaczyć gęstość ciekłego tlenu.

Późniejsze badania wykazały, niestety, bezwartościowość pracy Picteta. Rzekome sukcesy polegały na błędnej obserwacji i interpretacji zjawisk.

Mniej głośnie i mniej efektowne były prace Cailleteta, lecz stanowiły one istotny krok naprzód.

Aparat, użyty w jego doświadczeniu, stał się klasycznym przyrządem. Składa się z dwóch odrębnych części: pompy hydraulicznej, pozwalającej wyrzeć na badany gaz ciśnienie kilkuset a nawet tysiąca atmosfer oraz umożliwiającej



Aparat do skraplania gazów metodą kaskadową Picteta.

przez otwarcie odpowiedniego kurka nagłe obniżenie ciśnienia, przez co gaz ulega raptownemu rozprężeniu; gaz zaś znajduje się w drugiej części przyrządu, w szklanym zbiorniku, zakończonym wąską rurką włoskową. W miarę zwiększania ciśnienia za pomocą pompy rtęć otaczająca zbiornik

wchodzi doń od spodu i stopniowo wtłacza gaz do rurki włoskowatej, którą można z zewnątrz ziębić.

Cailletet poddawał w takim przyrządzie ciśnieniu około 300 atmosfer i temperaturze około -30° tlen, azot, tlenek węgla, tlenek azotu, metan i wodór. W tych warunkach żaden gaz nie uległ skropleniu, nawet po użyciu do oziębienia ciekłego etylenu o temperaturze około -105° .

Gdy jednak przez otwarcie kurka u pompy Cailletet pozwolił gazowi na gwałtowne rozprężenie, dawało się dostrzec w rurce włoskowatej zjawisko, świadczące o skropleniu gazu, co prawda przemijającym. Wnętrze rurki napełniało się mgłą. Równie szybko znikiała, jak się tworzyła. Zjawisko trwało zaledwie około sekundy, wskazując jednak, iż gaz może przyjąć postać ciekłą i że chwilowo ją przyjmuje.

Istotne jest tedy pytanie: dlaczego gaz, który nie skroplił się pod wysokim ciśnieniem, przechodzi w stan ciekły, gdy ciśnienie spada? Zjawisko związane jest z rozstrzygającą rolą temperatury krytycznej.

Ciśnienie, które stosował Cailletet w swych doświadczeniach, było kilkakrotnie wyższe, niż prawdopodobne ciśnienie krytyczne badanych gazów; podobnie i temperatura przewyższała znacznie krytyczną. Dlatego więc пониżenie ciśnienia, nawet znaczne, nie było szkodliwe dla skropleniu. Owszem, nawet mu sprzyjało. Albowiem spadkowi ciśnienia towarzyszy tu znaczne obniżenie temperatury. Dlaczego? Rozprężenie się gazu, więc znaczne zwiększenie się jego objętości, jest związane z wykonaniem dużej pracy. Gaz musi bowiem rozszerzyć się wbrew naciskowi zewnętrznemu ze strony powietrza atmosferycznego, musi przezwyciężyć ciśnienie jednej atmosfery na przestrzeni pewnej ilości litrów, o które się rozszerzył. Skąd czerpie energię potrzebną na wykonanie tej pracy? Wszystko dzieje się tak szybko, że otoczenie nie ma po prostu czasu dostarczyć energii np. przez przewodnictwo cieplne. Gaz oddaje

więc własne ciepło, aby je na pracę zamienić. Przejawia się to w znacznym spadku temperatury.

Spadek ten przekraczał w doświadczeniu Cailleteta 200°. To tłumaczy przemijające skroplenie gazu. Wskutek oziębienia temperatura spadła poniżej krytycznej, powodując wytworzenie się mgły z mikroskopijnych kropelek gazu skroplonego. Ponieważ jednak mgła ta stykała się z grubymi, a stosunkowo ciepłymi ściankami włoskowatej rurki — przeto następowało od razu ponowne ogrzanie mgły do temperatury powodującej powrót do stanu gazowego.

Tak więc nie udało się skroplić wspomnianych gazów w formie statycznej, lecz tylko w postaci dynamicznej — jak określił to Berthelot. Przemijające błyskawicznie zjawisko skroplenia nie pozwalało badać własności ciekłego tlenu, jego gęstości, barwy, temperatury wrzenia i zestalenia. Doświadczenie Cailleteta miało wartość raczej teoretyczną.

Bezskutecznie trzymał się Cailletet i inni badacze, aby móc tlen rzeczywiście przeistoczyć w widzialną ciecz. Od r. 1877 do 1883 nie odniesiono żadnego sukcesu. I oto na widownię występują polscy uczeni.

Aparaty Cailleteta znajdowały się w wielkiej ilości w handlu. Uczony nie ograniczał się do prób w zaciszu pracowni. Wielokrotnie demonstrował publicznie swe eksperymenty.

W owym czasie przebywał w Paryżu na studiach docent Uniwersytetu Strassburskiego, Zygmunt Wróblewski. Był świadkiem doświadczeń Cailleteta. Miał sposobność poznać ich technikę, z której Cailletet nie robił zresztą tajemnicy podczas publicznych pokazów.

W 1882 r. powołano Wróblewskiego na katedrę fizyki w Uniwersytecie Jagiellońskim. Opuszczając Paryż, nabył aparat Cailleteta. Przywiózł go do Krakowa. Tu nastąpiło spotkanie z Olszewskim i w lutym 1883 zrodziła się współpraca, już po dwóch miesiącach uwieńczona epokowym wynikiem.

Polscy uczeni wprowadzili zmiany w aparaturze, które na pierwszy rzut oka mogą wydawać się drobne. Zważmy, że w ciągu sześciu lat, od 1877 do 1883, dziesiątki najtęższych umysłów, Cailletet i inni uczeni używali tego samego aparatu do tych samych celów, a nikomu nie przyszło na myśl wprowadzenie pewnych zasadniczych zmian, które pozwoliłyby dopiąć celu.

Olszewski i Wróblewski zdążali przede wszystkim do jak najdalej sięgającego oziębienia gazu, który miał być skroplony.

W oryginalnym aparacie Cailleteta gaz znajdował się w pionowej rurce, zamkniętej powierzchnią rtęci, która zmieniała położenie wraz ze zmianą ciśnienia. W tych warunkach rtęć mogła łatwo zetknąć się z częścią rurki, oziębioną aż do stu przeszło stopni poniżej zera. Gdyby nawet przez ostrożne postępowanie powiodło się uniknąć tego zetknięcia i skroplić tlen, to ciecz spłynęłaby ku dołowi na powierzchnię rtęci. W jednym i drugim wypadku wynikiem byłoby zmarznięcie tego metalu, zatkanie rurki, co musiałoby uniemożliwić swobodne rozszerzanie się gazu, a w rezultacie spowodowałoby — eksplozję.

Inną trudność stanowiło otrzymanie dostatecznie niskiej temperatury. Cailletet stosował ciekły etylen, łatwy do otrzymania: daje się skroplić pod ciśnieniem już w temperaturze topnienia lodu, albowiem jego temperatura krytyczna wynosi -10° . Jednak ciekły etylen posiada przy wrzeniu temperaturę zaledwie nieco niższą od -100° .

Karol Olszewski i Zygmunt Wróblewski przewyciężyli obie trudności w prosty sposób.

Przede wszystkim rurce włoskowatej Cailleteta nadano odmienny kształt. Taki, że wykluczał niebezpieczne zetknięcie rtęci z silnie ziębionymi częściami przyrządu i uniemożliwiał też spłynięcie skroplonego gazu na zamykającą go rtęć. W aparacie Cailleteta rurka była prosta. Olszewski

i Wróblewski zgięli ją dwa razy. Dzięki tej bardzo ważnej, acz zadziwiająco prostej inowacji, usunięto groźbę eksplozji.

Druga inowacja miała na celu obniżenie temperatury. Zastosowano środek, znany choćby z prac Faradaya z 1845 r., mianowicie obniżenie ciśnienia nad parującym etylenem. Okazało się, że etylen — w miarę zmniejszania nad nim ciśnienia — przyjmuje coraz niższe temperatury, długo zachowując postać cieczy bezbarwnej. Dzięki swej przezroczystości nie przeszkadza przy tym w obserwowaniu zjawisk wewnątrz rurki. Temperatura zaś spada aż do -160° .

To znaczne obniżenie temperatury rozstrzygnęło o powodzeniu. Osiągalna temperatura była bowiem — jak ustaliły następne pomiary — niższa znacznie, niż temperatury krytyczne któregośkolwiek z nie skroplonych przez Faradaya gazów z wyjątkiem wodoru.

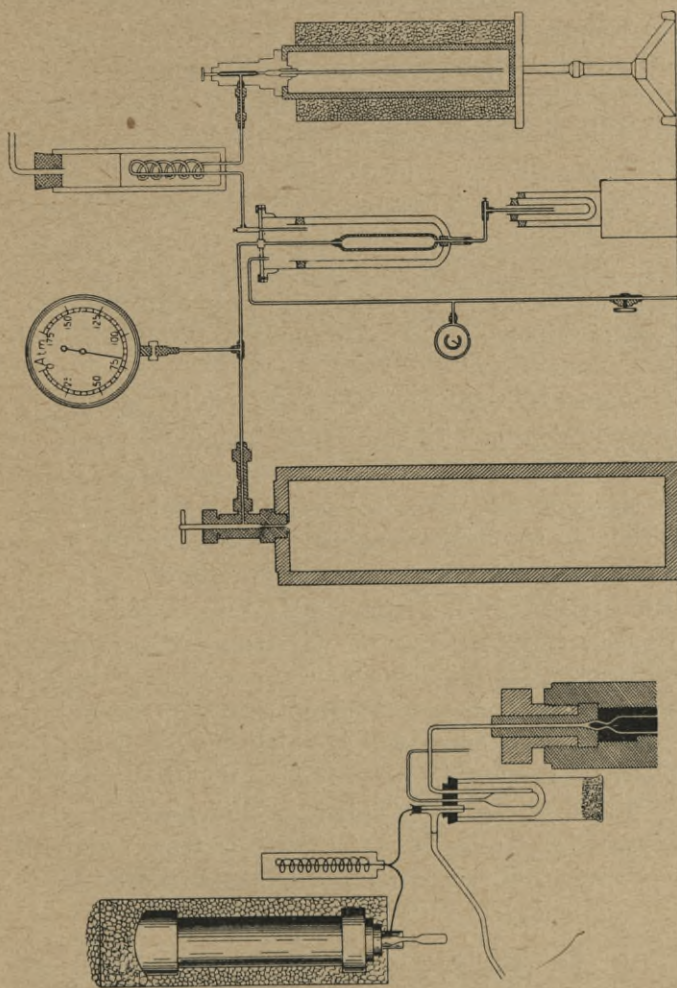
Po zmianie urządzenia wynik nie dał na siebie czekać. Był od razu pomyślny.

Po obniżeniu temperatury kąpieli etylenowej do około -130° i równoczesnym poddaniu tlenu ciśnieniu ponad 20 atmosfer, dostrzec dał się wyraźny menisk, to jest wyraźna powierzchnia wygięta, rozgraniczająca tlen gazowy od tlenu ciekłego w rurce włoskowatej.

— „Obaj poważni mężowie na ten widok porzucili manometry, kurki, wentyle, pompy i ustrojeni w szare chałaty laboratoryjne, objąwszy się, zatańczyli walca dokoła laboratorium“. (Charakterystyczny ten szczegół zawierał Olszewski ustnie profesorowi T. Estreicherowi).

Cel, do którego zdążali najwybitniejsi uczeni, został osiągnięty przez Polaków. Zamierzenie, podejmowane przez naukę od stu lat, spełniło się.

Jako daty skroplenia tlenu i azotu przez Wróblewskiego i Olszewskiego zwykło się uważać dni 9 i 16 kwietnia. Jest



Urządzenia do skraplania gazów. Z lewej strony — aparat Wróblewskiego i Olszewskiego.

to — jak wskazuje na podstawie autentycznych dokumentów profesor Konstanty Zakrzewski¹ — błędne mniemanie.

Oto na historycznym posiedzeniu Akademii Krakowskiej² „Sekretarz przedstawił Wydziałowi dwa listy, które opieczątowane zostały złożone przez pp. Dra Zygmunta Wróblewskiego i Dra Karola Olszewskiego, z prośbą o otworzenie ich i odczytanie na najbliższym posiedzeniu Wydziału matematyczno-przyrodniczego. Koperty obydwu listów zapieczątowane były pieczętą z literami Z. W. Pierwszy złożony został 5 kwietnia br., drugi dnia 13 kwietnia br. Po obejrzeniu kopert i przekonaniu się, że pieczęcie nie zostały naruszone, otworzył je Sekretarz i odczytał. Oto treść listu pierwszego:

„Kwestia skroplenia tlenu zajmowała fizykę doświadczalną przeszło od lat 50...³

„Pozostawiając sobie na później opisanie szczegółowe użytej przez nas metody i komunikując tu otrzymany rezultat li tylko dla zastrzeżenia sobie pierwszeństwa odkrycia, ograniczymy się wzmianką, że po należytym ściśnieniu poddaliśmy tlen działaniu temperatury, którą otrzymuje się, gdy etylen skroplony przyprowadza się do wrzenia w próżni. Temperatura ta jest tak niska, że termometr z dwusiarczku węgla, który może służyć jeszcze do mierzenia temperatur koło -110° C, przestaje już funkcjonować.

„Tlen przy tej temperaturze skrapla się z wielką łatwością, napełnia rurkę szklaną i wygląda jak bezwodnik węglowy skroplony. Jest zupełnie przezroczysty, tworzy bardzo wyraźny menisk, wre przy zmniejszeniu ciśnienia.

„Pozostawiając sobie bliższe określenie temperatur i odnośnych ciśnień do dalszych zakomunikowań, podajemy do historii tego odkrycia następujące daty:

¹ „Historia skroplenia składników powietrza“ Warszawa, 1933.

² Według sprawozdania Akademii, przytoczonego przez prof. Zakrzewskiego.

³ Opuuszczamy część listu, traktującą o historii skraplania tlenu.

„Tlen był skroplony po raz pierwszy i widziany jako ciecz przez jednego z nas (Wróblewskiego) dnia 29 marca. Gdy w przyrządzie została zrobiona mała zmiana, ułatwiająca obserwację, zjawisko mogło być obserwowane po raz drugi dnia 4 kwietnia w całej swej wspaniałości, jak przez obu nas, tak też pp. Nowaka i Kościńskiego, obecnych przy tym doświadczeniu.

„Kraków, laboratorium Prof. Wróblewskiego, dn. 5 kwietnia 1883 r.“

List drugi:

„Niżej podpisani oświadczają, że im się udało dzisiaj widzieć azot, jako ciecz zupełnie bezbarwną w chwilach, gdy po oziębieniu tego azotu do temperatury, dochodzącej blisko do -130° C, robiona była ekspansja. Meniscus był widziany bardzo wyraźnie.

„W Krakowie, dnia 13 kwietnia 1883

Zygmunt Wróblewski, Karol Olszewski.

„Po odczytaniu tych listów Dr Zygmunt Wróblewski ustnie zawiadomił Wydział, że w dalszym toku tych doświadczeń wraz z Drem Karolem Olszewskim udało mu się także tlenek węgla skroplić dnia 19 bm...“

Komunikat Krakowski ustala w niewątpliwy sposób datę skroplenia tlenu: 29 marca 1883 roku. Rozpowszechniona, a mylna data 9 kwietnia odnosi się do wykonania pomiarów temperatury, w których skrapla się tlen oraz odpowiednich ciśnień. Podobnie datą skroplenia azotu nie jest 16 kwietnia, lecz 13 kwietnia, a dla tlenku węgla — 19 kwietnia, a nie 21 kwietnia.

Telegramy do Akademii Wiedeńskiej oraz do kilku wybitnych przedstawicieli świata naukowego, donoszące o skropleniu tlenu, zostały wysłane przed 9 kwietnia. Świadczą o tym daty na listach, potwierdzających odbiór tych telegramów. Np. odpowiedź profesora Stefana nosi datę 6. IV. a profesora Jolly'ego — 7. IV.

Dnia 9 kwietnia nadszedł telegram Wróblewskiego do sekretarza Akademii Paryskiej, Debraya.

„Tlen skroplony zupełnie ciekły bezbarwny jak kwas węglowy za kilka dni otrzyma pan komunikat“.

Telegram zaś z dnia 16 kwietnia brzmiał:

„A z o t ochłodzony skroplony przez rozprężanie. Menisk widoczny ciecz bezbarwna“.

* * *

Mimo świetnych sukcesów, współpraca Wróblewskiego i Olszewskiego rychło została zerwana. Już w kilka miesięcy po pierwszych wspaniałych osiągnięciach rozchwiała się i rozpadła spółka naukowa, która dziełem swym dała początek chlubnemu okresowi fizyki polskiej. Głównym powodem rozstania była niewątpliwie wybitna indywidualność obu uczonych. Każdy pragnął pracować w tym samym kierunku, ale na inny sposób.

Każdy z uczonych prowadził dalej badania na własną rękę.

Mając na uwadze doniosłe a nie rozwiązane jeszcze zadanie skroplenia wodoru, Wróblewski podjął wielką, wspaniałe zakresloną pracę. Zmierzała ona do określenia warunków skraplania się wodoru na podstawie pomiarów jego ściśliwości w temperaturach możliwie niskich (osiągnięto -182^0).

Wróblewski nie zdążył ukończyć tej pracy. Przerwała ją tragiczna, przedwczesna śmierć uczonego w 1888 r. Pochylony nad rysownicą, na której kreślił krzywą ściśliwości wodoru, Wróblewski przewrócił lampę. Oblany płonąca naftą, zmarł w męczarniach 16 kwietnia 1888 r.

Olszewskiemu zaś dane było przez lat z górą trzydzieści od chwili skroplenia tlenu i azotu pracować w dziedzinie niskich temperatur, którą ukochał. Zmarł już w gwarze i zamęcie lat wielkiej wojny.

Jesienią 1883 roku Olszewski zaczął samodzielną pracę ze specjalnie nabytym dla Zakładu Chemicznego przyrządem Cailleteta. Uzupełniona nowymi urządzeniami, pracownia Olszewskiego nie ustępowała już w roku 1887 laboratorium Wróblewskiego.

Olszewski ogłasza szereg przyczynków z dziedziny skraplania gazów i niskich temperatur. Oznacza gęstość i współczynnik rozszerzalności ciekłego tlenu i punkty krytyczne azotu, powietrza, tlenku węgla. Otrzymuje przez parowanie zestalonego azotu w próżni temperaturę -225° , najniższą ze znanych przez długie jeszcze lata temperatur.

Dzięki udoskonaleniu aparatu Cailleteta skraplał Olszewski — zamiast kilku milimetrów sześciennych gazów — ilości naraz tysiąckrotnie większe, po kilka, a nawet kilkanaście i kilkadziesiąt centymetrów sześciennych. Ulepszenia te datują się od pierwszych miesięcy po rozstaniu z Wróblewskim. Już we wrześniu 1883 roku udoskonalił przyrząd, za pomocą którego demonstrował skroplenia gazów, zwanych trwałymi, podczas wykładów uniwersyteckich.

Przyrząd oparty był na tak zwanym systemie kaskadowym¹: pierwszym środkiem ziębiącym był lód, dający w mieszaninie z solą -21° ; za jej pomocą oziębiało się flaszkę ze zgęszczonym dwutlenkiem węgla, który dawał temperaturę -78° , a po znizeniu ciśnienia około -110° ; pozwalało to skroplić etylen o temperaturze -103° , a w próżni około -160° .

Nowy przyrząd Olszewskiego upraszczał doświadczalne prace. Gazy, które miały być skraplane, nie były poddawane ciśnieniu dopiero w trakcie doświadczenia, lecz były zagęszczone w silnych, zaśrubowanych flaszkach żelaznych; można było naprzód przygotować dowolny ich zapas, a po wyczerpaniu jednej zastąpić ją nową, co pozwalało na skraplanie dużych ilości gazu.

¹ Metoda Picteta.

Nie przypominając już niemal w niczym aparatu Cailleteta, przyrząd umożliwiał dokładne badanie własności nowych cieczy. Stanowił wybitny postęp w badaniach skroplonych gazów i niskich temperatur.

W roku 1888 obejmuje Olszewski po nagłej śmierci profesora Czyrniańskiego kierownictwo uniwersyteckiego Zakładu Chemicznego. Dla dalszej pracy badawczej samodzielne stanowisko miało duże znaczenie.

Olszewski uzupełnia swe wcześniejsze badania nad widmem absorbcyjnym ciekłego tlenu. Wykazuje, że ciecz ta ma barwę niebieskawą. Pracę tę wykonywa częściowo wspólnie z następcą Wróblewskiego na katedrze fizyki, Augustem Witkowskim.

Olszewski bada warunki skroplenia wodoru. Dochodzi do wniosku, że ciśnienie krytyczne tego ciała wynosi około 20 atmosfer.

W r. 1894 odkrywa profesor Ramsay wspólnie z Rayleighem nowy gaz w powietrzu: a r g o n. Bańkę szklaną z zawartością około 300 centymetrów sześciennych gazu przesyła Ramsay Olszewskiemu z propozycją zbadania argonu w niskich temperaturach. Wyniki, przedstawione na posiedzeniu „Royal Society“, rozślawiły w Anglii nazwisko Olszewskiego.

Poszukując argonu w mineralie kleweicie, Ramsay odkrywa nieoczekiwanie w następnym roku nowy gaz. Okazał się on identyczny z dawno ujawnionym na słońcu h e l e m. Dnia 3 lipca 1895 r. Ramsay przesyła Olszewskiemu 140 centymetrów sześciennych helu dla prób skroplenia.

Olszewski tymczasem ukończył pracę o wodorze: oznaczył ponownie jego ciśnienie krytyczne oraz temperaturę krytyczną i wrzenia.

Doświadczenia z helem nie powiodły się. Okazało się, że hel jest bez porównania odporniejszy od wodoru. Silne oziębianie i rozszerzanie nie dały nawet śladów mgły.

Tymczasem technika skraplania powietrza postąpiła o ol-

brzymi krok. W Londynie i Monachium, Hampson i Linde zgłaszają patenty na aparaty, pozwalające skraplać powietrze w sposób ciągły, w nieograniczonej ilości.

Dla pracowni Olszewskiego niezbędne tedy były nowe urządzenia. Nie było jednak na ten cel środków.

Upośledzoną w ten sposób pracownię Olszewskiego zdołały wyprzedzić inne laboratoria, lepiej wyposażone, a przede wszystkim pracownie Dewara w Londynie i Kamerlingh Onnesa w Lejdzie. W roku 1898 udało się Dewarowi skroplić wodór.

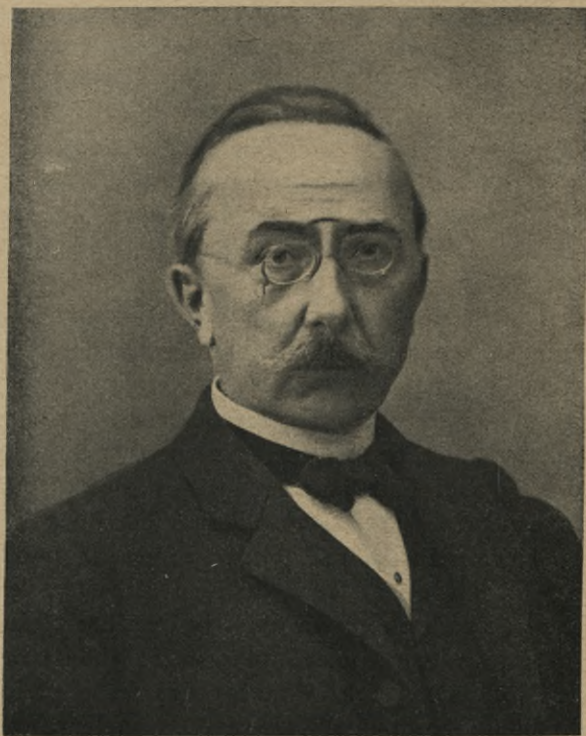
Olszewski tymczasem zabiega o dotację. Otrzymuje ją w końcu, skromną co prawda i... rozłożoną na sześć rocznych rat po tysiąc koron. W latach 1899—1900 zakupuje nowe przyrządy.

Problem skroplenia wodoru był już rozwiązany. Nie były jednak znane warunki, w których skroplenie to jest zasadniczo możliwe. W 1901 r. Olszewski ma zbudowany przyrząd do skraplania wodoru (nieco później niż współpracownik Ramsaya, Travers, lecz niezależnie od niego). Olszewski ustala określone warunki skroplenia wodoru. Potem wykonywa prace nad punktem krytycznym wodoru i nad skropleniem helu (lipiec 1905). Druga praca znów nie dała pomyslnych wyników.

Triumf nad odpornym helem odniósł w 1908 r. Kamerlingh Onnes, który dokonał skroplenia.

Olszewski udoskonala swój skraplacz wodorowy. Praca, opisująca ulepszony aparat, otrzymała w maju 1913 r. nagrodę im. ks. Lubomirskich od Akademii Umiejętności.

Wybuch wojny zastał Olszewskiego ze zdrowiem silnie już podkopanym przez chorobę, nękającą go od wielu lat. 25 marca 1915 r. Karol Olszewski zakończył życie. Majątek swój przeznaczył na cele naukowe.



AUGUST WITKOWSKI

W kwietniu 1888 r. zakończył życie Zygmunt Wróblewski. Katedrę po świetnym uczonym objął August Witkowski.

Urodzony w 1854 roku w Brodach, Witkowski odbył studia na Politechnice Lwowskiej, kontynuując je potem w uniwersytetach Krakowa, Berlina i Glasgow. W 1881 r. został docentem w Politechnice Lwowskiej i objął również wykłady fizyki w Szkole Rolniczej w Dublanach.

Katedrę fizyki doświadczalnej w Uniwersytecie Jagiellońskim obejmował Witkowski w momencie dla nauki polskiej szczególnie doniosłym. Prace Olszewskiego i Wróblewskiego wyprowadziły ją bowiem na forum międzynarodowe, przysparzając jej świetności i chwały epokowymi odkryciami w dziedzinie niskich temperatur.

Witkowski okazał się godnym spadkobiercą dziedzictwa, przekazanego przez jego poprzednika na katedrze, Zygmunta Wróblewskiego. Badania nad gazami podwójnie nęciły Witkowskiego. Wiązały się z jego ulubioną dziedziną, termodynamiką, do której należą najcelniejsze jego prace. Po wtóre, w owym okresie teoria gazów przeżywała chwile szybkiego rozwoju i rozkwitu. Obok świetnej działalności pedagogicznej Witkowski postanowił rozszerzyć i pogłębić tę naukę, której horyzonty rozwarły się dzięki sukcesom polskich uczonych w murach uczelni krakowskiej. „Krainę, którą zastał otwartą, postanowił przemierzyć; po eksploratorach, on był jej kartografem“ — pisze profesor Władysław Natanson we wspomnieniu, poświęconym Witkowskiemu.

Prace swe, które posiadały doniosłe dla nauki znaczenie,

rozpoczął rozprawą, ogłoszoną w 1891 r. pt. „Rozszerzalność i ściśliwość powietrza atmosferycznego“.

W ostatniej pracy, przerwanej tragiczną śmiercią, Wróblewski postawił sobie trudne zadanie: zbadania ściśliwości wodoru w niskich temperaturach. Witkowski spełnił to zadanie dla powietrza. Badania swe wykonywał w rozległym zakresie ciśnień i temperatur. Ciśnienia sięgały 130 atmosfer, temperatury były zawarte między 100°C i -145°C .

Zamierzony cel osiąga Witkowski w sposób wyczerpujący i ścisły. Pomiary jego były dziełem wytrawnego badacza. W wielkim wydawnictwie Towarzystwa Fizycznego Francuskiego „Recueil de Constantes Physiques“ (Zbiór stałych fizycznych), w rozdziale o ściśliwości gazów — widniały na jednym z pierwszych miejsc liczby i krzywe Witkowskiego.

Osiągnięte dane posłużyły Witkowskiemu do wyznaczenia ciepła właściwego powietrza pod stałym ciśnieniem, ciepła właściwego w stałej objętości oraz ich stosunku. Badania te są treścią pracy, ogłoszonej w 1895 r. pt. „Własności termodynamiczne powietrza atmosferycznego“.

W licznym szeregu doświadczeń zbadał Witkowski ciepło właściwe powietrza pod stałym ciśnieniem — w różnych temperaturach (od 20° do -17°C) i pod różnymi ciśnieniami. Stwierdził, że dla ciśnień od 15 do 130 atmosfer, w zakresie temperatur od -144° do 0°C owe ciepło właściwe powiększa się ze wzrostem ciśnienia tym gwałtowniej, im niższa staje się temperatura. Powiększając się, osiąga przy tym pewne maksimum, a następnie zmniejsza się.

Dla obliczenia ciepła właściwego w stałej objętości należy znać zmiany ciśnienia w zależności od temperatury, gdy gaz jest stale w tej samej objętości.

Mając te dwie wartości ciepła właściwego, Witkowski wyznaczył z kolei ich stosunek.

Badania te znalazły wkrótce techniczne zastosowanie: po-

zwoliły udoskonalić maszynę do skraplania powietrza (Claude).

W roku 1906 pojawia się rozprawa „O rozszerzalności wodoru“. Witkowski zdążył niestety ogłosić tylko pierwszą część tej pracy. Badania nad rozszerzalnością wodoru przeprowadzał w szerokich granicach temperatur, od 100° do -212° C.

Dla badań własności gazów w niskich temperaturach obmyślił Witkowski w 1896 r. *termometr platynowy*, bardzo czuły i dokładny, a służący głównie do pomiaru takich temperatur, przy których termometr wodorowy może okazać się zawodny.

Spśród innych prac wymienimy jeszcze wykonaną wspólnie z Karolem Olszewskim w 1893 r. „O własnościach optycznych ciekłego tlenu“ oraz pracę z roku 1902 „O prędkości głosu w powietrzu zgęszczonym“.

Obok owocnej działalności naukowej rozwija chlubną działalność pedagogiczną. Przez ćwierć wieku bez mała zajmował Witkowski katedrę w Uniwersytecie Jagiellońskim. Świetność wykładów urzekała słuchaczy. Mistrzowskie były też odczyty publiczne dzięki swej jasności i prostocie. Witkowski myślał i wykladał konkretnymi obrazami:

— „W artykułach i wykładach Witkowskiego, w jego rozmowach, a zapewne i w myślach roilo się od haków, od sznurków, od ciężarków, sprężynek, klawiszów. Wydawało się nieraz, że o prawdzie, którą dostrzegał, chciał nie tylko umyśł, ale niejako zmysły, wzrok i mięśnie przekonać. Ale naiwną byłoby rzeczą, gdybyśmy przypuszczali, że Witkowski troszczy się o gwoździe, o nici, o młotki, o dzwonki. Jak jego ongi przewodnik, lord Kelvin, on dbał tylko o pojmowanie“ — pisze profesor W. Natanson.

Witkowski rozwija pracownię fizyczną, objętą po Zygmuncie Wróblewskim. Na pierwszy plan nauczania wysuwa

ćwiczenia praktyczne. Bierze w nich żywy udział na równi z asystentami.

Nieznudzony w swej podziwu godnej aktywności, wyklada jeszcze w godzinach popołudniowych fizykę teoretyczną. Mówił z uśmiechem, że przedpołudniowe prelekcje wygłasza dla uczniów, a wieczorne — dla siebie.

Niemal od chwili objęcia katedry nosi się z myślą o budowie nowego Zakładu. Jesienią 1900 r. miał już gotowe szczegółowe plany budynku, które własnoręcznie wykonał. Jednak budowę rozpoczęto dopiero w 1908 r., ukończono ją zaś w końcu 1911. Nowy gmach Zakładu fizycznego, stworzony z inicjatywy i wysiłkiem organizacyjnym Witkowskiego, otrzymał mocą uchwały Senatu Uniwersyteckiego właściwe miano: Collegium Witkowskiego.

Pomnikowym dziełem, dziełem życia Witkowskiego są „Zasady fizyki“.

Trzy tomy tego dzieła są poświęcone wykładowi z a s a d fizyki. Termin ten użyty został w tytule rozmyślnie. Witkowski życzył sobie, aby rozumiano, iż w dziele swym chce przedstawić istotne zasady, ogólne podstawowe prawdy w dziedzinie fizyki. Przedstawia je w sposób przystępny. Wyrzeka się pomocy metod wyższego rachunku, utrudniając sobie zadanie gwoli dostępności dzieła.

„...Ale w tym elementarnym wykładzie jakże głęboko dociera, jak mądrze pojmuje owe zasady i jak je swobodnie tłumaczy.

Witkowski pomija wszystko w tym dziele, co nie prowadzi bezpośrednio do celu; zrywając z ówczesnym zwyczajem... opuszcza wszystko, co jest podrzędne lub błahe; nie bawi czytelnika, nie zasypuje go gradem szczegółów luźnych i sypkich. W otaczającej nas bezbrzeżnej zawilości wydarzeń uczy rozpoznawać niektóre proste związki, które są trwałe i które są powszechne. Więc rzeczywiście kładzie fundamenta nauki,

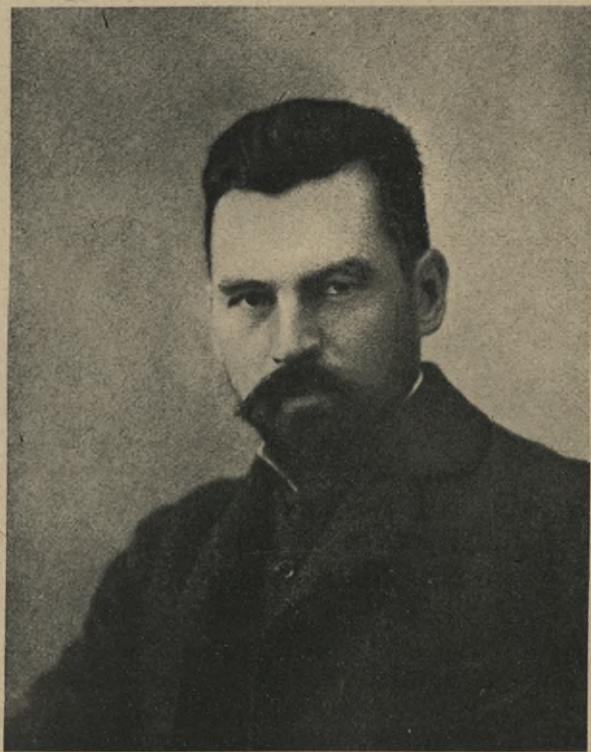
fundamenta spójne i mocne“ — pisze o „Zasadach fizyki“ profesor W. Natanson¹.

Trzytomowe „Zasady fizyki“ wywarły silny wpływ na umysłowość polską w dziedzinie fizyki. Pokolenia uczyły się z nich wiadomości o zjawiskach w naturze, uczyły się sposobów ścisłego o nich myślenia i czystej, jędrnej mowy naukowej.

Witkowski cenił i kochał naukę. Cichy i nieśmiały w powszednim życiu, przeistaczał się podczas dyskusyj o problemach nauki. Stawał się naraz strzelisty, pełen szlachetnego entuzjazmu i polotu. „Niespodziewany ten kontrast stanowił jeden z jego subtelnych uroków“ — wspomina profesor Natanson.

21 stycznia 1913 August Witkowski zakończył życie. Jeszcze na cztery dni przed śmiercią próbował kończyć ostatkiem niknących sił dawno rozpoczęte badania nad wodorem.

¹ „Kilka słów wspomnienia o ś. p. Auguste Witkowskim“.



MARIAN SMOLUCHOWSKI

W pierwszych latach XX wieku zabłysły na horyzoncie nauki europejskiej dwa nazwiska polskich badaczy, świecąc nieporównanym blaskiem swej genialności i przynosząc sławę międzynarodową imieniu polskiej fizyki. Były to nazwiska Marii Skłodowskiej-Curie i Mariana Smoluchowskiego. Tytuły do sławy odkrywczyni radu są powszechnie znane. Dzieło i życie wielkiej Polki zdają się wspaniałą opowieścią o triumfie zdobywczej myśli ludzkiej, a zarazem — o bohaterskiej walce, samozaparciu i najszlachetniejszym wyrzeczeniu w imię nauki i dobra ludzkości. Życie Marii Skłodowskiej-Curie było doskonałą, idealną i skończoną w sobie całością. Było walką i zwycięstwem. Życie Mariana Smoluchowskiego odmiennym potoczyło się torem. Zostało brutalnie przerwane w chwili, gdy geniusz wielkiego fizyka płonąć zaczynał pełnym blaskiem, gdy zewsząd, z całego świata przychodziły wyrazy uznania i hołdu dla naukowych jego osiągnięć. Nie było danem Smoluchowskiemu ujawnić i zużyć w pełni sił swego talentu. Przedwczesna śmierć przecięła jego żywot i triumfalny pochód jego myśli w świecie nauki. Umarł, mając lat czterdzieści pięć. To, czego zdążył jednak dokonać, jest świadectwem niewątpliwym jego g e n i u s z u. Wielkie to słowo dźwięczy pełnią swego szlachetnego tonu i olśniewa cudownym bogactwem i potęgą treści, gdy pada nań blask imienia i prac Mariana Smoluchowskiego.

* * *

Marian Smoluchowski urodził się dnia 28 maja 1872 r. w Vor-der-Brühl pod Wiedniem. Atmosfera domu rodzicielskiego nie mogła pozostać bez wpływu na ukształtowanie

i rozwój młodego umysłu, od najwcześniejszego dzieciństwa przejawiającego ambitne i daleko sięgające zainteresowania. Ojciec Mariana, Wilhelm Smoluchowski, z wykształcenia prawnik, był wysokim urzędnikiem kancelarii cesarskiej w Wiedniu. Był człowiekiem surowych, spartańskich niemal zwyczajów, niezwykle przy tym pracowity. Interesował się — na marginesie swej pracy zawodowej — naukami przyrodniczymi i należał do wiedeńskiego „Klubu wiedzy“.

Matka Mariana, Teofila ze Szczepanowskich, była siostrą Stanisława Szczepanowskiego, wybitnego działacza politycznego, pisarza i pioniera polskiego przemysłu naftowego. Z domu rodzinnego wyniosła matka Mariana Smoluchowskiego wysoką kulturę umysłową. Zarówno tedy po ojcu, jak po matce objąć mógł Marian Smoluchowski dziedzictwo kultury i zainteresowań intelektualnych.

Z niezwykłą wytrwałością gromadził Marian Smoluchowski, jako młody chłopiec, różne kolekcje. Zbierał kamienie, minerały, owady. Hodował gąsienice. Dokonywał przy tym równie osobliwych, jak śmiałych doświadczeń. Stosując różne sposoby odżywiania, usiłował chłopiec wymusić na owadach szybsze lub powolniejsze przepoczwarczenie się lub też — co za śmiały pomysł! — zmianę rysunku skrzydeł. Ambitnym tym zamierzeniom sądzona była naturalnie klęska. Doświadczalna ta zoologia z okresu najwcześniejszej młodości oraz zbiory przyrodnicze były jednak niewątpliwą zapowiedzią późniejszych zainteresowań badawczych.

Wychowanie, jakie odebrał Marian Smoluchowski, było bardzo staranne. Oddany został wraz ze starszym bratem, Tadeuszem, do najlepszego gimnazjum w Wiedniu, do „Theresianum“. Szkoła ta uchodziła za najbardziej postępową. Miała doskonałych nauczycieli. Pierwsza w Wiedniu posiadała dla użytku wychowanków ślizgawkę i pływalnię.

W niższych klasach celował Marian Smoluchowski w wypracowaniach literackich. Dopiero w wyższych obudziły się

silniejsze zainteresowania przedmiotami przyrodniczymi. Była w tym pewna zasługa świetnego nauczyciela fizyki, Höfflera, którego wspominał potem Marian Smoluchowski z największą serdecznością.

We wszystkich klasach był Smoluchowski celującym uczniem. Po ojcu odziedziczył niepowszednią pracowitość i sumienność. O młodym Marianie utarło się w rodzinie powiedzenie, że jest „wiecznie przyklepiony do biurka“. Jeśli nie odrabiał szkolnych zadań, to konstruował przyrządy do doświadczeń fizycznych, zachłannie wprost czytał książki z zakresu nauk przyrodniczych, interesując się głównie *a s t r o n o m i ą*. Urzekoło go piękno nauki, sięgającej w bezkresne przestrzenie wszechświata. W młodzieńczym umyśle wylęgał się już zachwyty dla wielkich problemów natury, który w latach późniejszych przeistoczył się miał w entuzjizm badawczy.

Marian był przy tym muzykalny. Umiłowanie muzyki przetrwało w nim przez całe życie. W siódmej klasie narodziły się zaś i odtąd rozwijały i pogłębiały zamiłowania alpinistyczne. Starszy brat zabrał go na wycieczkę górską. Od pierwszej tej, uczniowskiej wyprawy alpinistycznej poczęła się wielka pasja Smoluchowskiego: miłość do gór.

W roku 1890 otrzymuje Marian Smoluchowski maturę. Egzamin zdaje z odznaczeniem. Wstępuje na Uniwersytet Wiedeński, na wydział matematyczno-fizyczny. Dwoma nurtami biegło w okresie uniwersyteckim życie Mariana Smoluchowskiego. Jednym nurtem była nauka, której oddawał się z radością, drugim — alpinistyka. Było w nim rzadko spotykane ukochanie alpinistyki dla jej walorów moralnych, dla hartu ducha, jaki dawało zmaganie się z przeciwnościami. Przede wszystkim jednak znajdował w górach najcenniejsze dlań „sam na sam“ — obcowanie z przyrodą.

W owych czasach, przed pięćdziesięciu laty, alpinistyka nie była tym, czym jest dzisiaj. Rodziła się dopiero i rozwi-

jała. Była walką z tysiącem nieznanymi dziś trudnościami. Chodziło wówczas o rozwiązywanie po raz pierwszy problemów górskich, o zdobywanie po raz pierwszy przejść, ścian i szczytów. Bracia, Marian i Tadeusz Smoluchowscy, byli członkami klubu alpejskiego i twórcami — obok innych — alpinistyki w Dolomitach. W przewodnikach z owych czasów mowa jest o „sławnych braciach Smoluchowskich“, a w katalogach sprzętu alpinistycznego wspomniane są „okulary odśnieżne pomysłu Mariana Smoluchowskiego“. Alpinistyka nie była wówczas sportem powszechnie uprawianym. Dostępna była dla nielicznych pionierów. Była — nie sportem, lecz zdobywczym i odkrywczym życiem. Szlaków nie było, schroniska dopiero powstawały, przejścia górskie zdobywali alpiniści, jako pierwsi.

Z okresu uniwersyteckich wypraw alpejskich wyniósł Marian Smoluchowski pamiątkę na całe życie: wpadł w szczelinę lodowcową i odtąd widniała na głowie blizna, trwały ślad niebezpiecznej wyprawy.

W roku 1894 kończy Marian Smoluchowski studia uniwersyteckie. W 1895 otrzymuje tytuł doktorski. Po odbyciu służby wojskowej wyjeżdża na dalsze studia za granicę. Rok spędza w Paryżu. W laboratorium profesora Lippmanna na Sorbonie wykonywa pracę nad zależnością promieniowania cieplnego od natury ośrodka, w którym ciało jest zanurzone. Z laboratorium paryskiego nie był Smoluchowski zadowolony. Żalił się na niski jego poziom.

Następny rok spędza 24-letni Marian Smoluchowski w Anglii. Język angielski znał dzięki ciotce (siostrze matki), stale mieszkającej we Włoszech, w Fiesole. Znała doskonale języki angielski, francuski i włoski. Kochała siostrzeńca, Mariana, jako naturę artystyczno-intelektualną. Podczas wielokrotnych pobytów w Fiesole Marian Smoluchowski wydoskonalił swą znajomość francuskiego i nauczył się gruntownie angielskiego. W Fiesole pogłębiła się też jego wiedza mu-

zyczna. Rozwinęły się wrodzone zdolności. Smoluchowski wiele grywał na fortepianie. Ulubionymi jego utworami były symfonie Beethovena.

Władając angielskim dzięki pobytom w Fiesole, Smoluchowski wyjechał w 1896 r. do Anglii. Przybywa do Glasgow, do laboratorium najwybitniejszego fizyka ówczesnego, lorda Kelvina. Wraz z nim opracowuje w szeregu prac doświadczalnych problem przewodnictwa elektrycznego, wzbudzanego w gazach za pomocą promieni Roentgena, promieni uranu i ultrafioletowych. Z pobytu w Glasgow wynosi głęboki kult dla lorda Kelvina. Laboratorium było co prawda ubogie. „Choć umieszczone we wspaniałym gotyckim pałacu uniwersyteckim, na szczycie pagórka, co do urządzenia wewnętrznego było to raczej muzeum zabytków instrumentalnych, już wycofanych przyrządów, aniżeli nowoczesny instytut fizyczny. Pamiętam ciągle kłopoty z akumulatorami, z przeciążoną dynamomaszyną, której zbroje rozlatywały się, tak że musieliśmy je sznurkiem wiązać i lepić klejem; pamiętam opornicę, złożoną z zardzewiałych powykręcanych drutów, umocowanych na jednej ze ścian sali“ — takie wspomnienia snuł Smoluchowski po jedenastu latach, w roku 1907 — z okazji śmierci lorda Kelvina. A jednak wśród klekotów i staroświeckich urządzeń, w ubogo wyposażonym laboratorium rodziły się epokowe odkrycia i wynalazki. W Glasgow znalazł Smoluchowski to, czego nie znalazłby w niektórych bogatszych instytucjach fizycznych: iskrę ludzkiego talentu, odkrywczego talentu lorda Kelvina.

Z Glasgow udaje się Smoluchowski do Berlina. Dla wrażeń i trochę... dla oszczędności odbywa podróż na statku węglowym. W berlińskim laboratorium profesora Warburga rodzą się zainteresowania Smoluchowskiego dla fizyki teoretycznej — dotąd uprawiał raczej doświadczalną. Tu przypada początek wspaniałych późniejszych badań z zakresu teorii kinetycznej materii. Badania te wy-

niosły Smoluchowskiego na szczyt nauki europejskiej, postawiły go w szeregu najwybitniejszych fizyków współczesnych

Z Berlina powraca Smoluchowski do Wiednia. W r. 1898 habilituje się i wykłada na Uniwersytecie Wiedeńskim przez jedno półrocze, poczym przenosi się na Uniwersytet Lwowski, gdzie powierzono mu wykłady fizyki i matematyki. W r. 1900 mianowany zostaje profesorem fizyki teoretycznej. Liczył wówczas 28 lat i był najmłodszym profesorem.

Obok działalności pedagogicznej Smoluchowski nie przerywa ani na chwilę pracy naukowo-badawczej. Umysł jego nabrzmiewał wciąż nowymi zagadnieniami i pomysłami. Zdarzały się nawet chwile, w których Smoluchowski narzekał, że zbyt wiele problemów interesuje go na raz. Z szczególnym talentem wykonywał prace laboratoryjne. Przedstawiał sobą typ uczonego-teoretyka a zarazem — eksperymentatora. W doświadczeniach nie znosił wielkich maszyn, ani zawiłych aparatów. To, co inni osiągalni niepospolitą precyzją skomplikowanych i kosztownych aparatów, Smoluchowski zdobywał prostotą pomysłu. Dla wyświetlenia zagadki tworzenia się gór — gdyż i takie problemy go interesowały — Smoluchowski wykonywał doświadczenia jakże proste: użył naczynia z rtęcią, na której rozpostarta była żelatyna; „fałdowanie się“ żelatyny posłużyło uczonemu za wzór procesu górotwórczego.

Zajmowała go też na przykład zagadka błękitu nieba. Problem jakże znamienny dla jego umiłowania przyrody. Otóż Smoluchowskiemu powiodło się osiągnąć w laboratorium efekt wspaniałego błękitu nieba. Posłuchajmy, jakich użył przy tym pięknym i trudnym doświadczeniu przyrządów. Nawiedzony niepokojącym go problemem, Smoluchowski zwrócił się pewnego dnia do żony:

— Potrzebuję jakiejś rury... Niewielkiej...

Żona uczonego, pomna najrozmaitszych, równie niespodziewanych, jak dziwnych próśb męża o jakieś deseczki, wa-

nienki, rurki — zbierała wszelkie tego rodzaju przedmioty. I tym razem udała się tedy do „graciarni“. Znalazła „rurę“, w której — jako opakowaniu — przysłano swego czasu mężowi potrzebne mu mapy, zwinięte w rulon. Prymitywna rura w zupełności zadowoliła uczonego. Okazało się nawet, że właśnie takiej, w sam raz takiej — mu potrzeba. I oto w takiej rurze, od wewnątrz poczernionej, otrzymał Smoluchowski niezwykły efekt świetlny, efekt błękitu niebios.

Zaciekawiające Smoluchowskiego problemy niepokoiły go bezustannie dopóki nie zostały rozwiązane. Gnębiły go i nurtowały bez przerwy i wszędzie: w domu, na wykładach, na spacerze. Zdarzało się, że na przechadzce, odbywanej z żoną, zatrzymywał się nagle, mówiąc:

— Nareszcie! wyjaśnia mi się kwestia, o której myślę od tygodni...

W powszednich zjawiskach interesowała Smoluchowskiego naukowa strona. Pewnego razu przystanął podczas przechadzki przed kupką piasku, który się usuwał. Zainteresował się mechanizmem usuwania się ziaren. To, co dla innych było zwykłe i niegodne uwagi, dla niego było p r o b l e m e m. Smoluchowski był bowiem fizykiem nie tylko w laboratorium, lecz — wszędzie.

Słynny był jeden z jego wykładów lwowskich, w trakcie którego wpadł na pewien pomysł eksperymentalny. Smoluchowski wypisywał wzór na tablicy. Nagle — zamilkł. Stał nieporuszony przy tablicy. Nikt spośród słuchaczy nie zakłócił zaległej nieoczekiwanej ciszy. W ciągu kwadransa Smoluchowski nie wyrzekł ani jednego słowa. Stał milczący, zamyślony. Studenci pojęli, że coś się rodzi i tworzy. Rozległ się dzwonek na przerwę. Nikt na sali nie wstał, nie poruszył się z miejsca. W dostojęństwie tej sceny jest zarazem świadectwo niezwykłej miłości i szacunku, jaki młodzież uniwersytecka żywiła dla Mariana Smoluchowskiego.

O rozległości zainteresowań naukowych Smoluchowskiego

zaświadczyć mogą wakacje spędzone latem 1903 r. w Kosowie. Sprowadził sobie wówczas mapy geologiczne. Odbywał wyprawy w okolice z młotkiem i workiem i zbierał kamienie. Owocem wakacyjnych zainteresowań było pismo, wysłane do Akademii Umiejętności, a prostujące błędy ówczesnych map geologicznych.

W latach 1912 i 1913 przychodzi istna fala zaszczytnych wyróżnień. Smoluchowski otrzymuje — obok najwybitniejszych fizyków współczesnych, Lorenza, Sommerfelda, Debye'a — zaproszenie na wykłady w Getyndze. Akademia Umiejętności powołuje go na członka. Uniwersytet Jagielloński ofiaruje mu po śmierci profesora Augusta Witkowskiego katedrę fizyki. W roku akademickim 1916—17 Smoluchowski zostaje dziekanem wydziału filozoficznego, a na rok 1917—18 obrano go rektorem Uniwersytetu Jagiellońskiego. Nim zdążył objąć stanowisko rektora, przyszyła śmierć. Wojenna, epidemiczna choroba dyzenterii przecięła pasmo życia Mariana Smoluchowskiego. Liczył zaledwie 45 lat. Wspaniale rozkwitająca twórczość naukowa została brutalnie i tragicznie przerwana.

* * *

„W naszych czasach drobiazgowej specjalizacji sława naukowa płynie zazwyczaj bardzo wąskim korytem; znaczenie powag naukowych zrozumiane i doceniane bywa zazwyczaj tylko przez szczupłe grono adeptów danej nauki; osobistość Kelvina natomiast przedstawia się jako wyjątkowo zajmująca postać, zarówno dla fachowych uczonych, jak dla szerokiego ogółu...“

Tak pisał Marian Smoluchowski we wspomnieniu pośmiertnym, poświęconym lordowi Kelvinowi, jednemu z najwybitniejszych fizyków nowych czasów.

Trudno o celniejszą i trafniejszą charakterystykę, gdy chodzi zarazem o autora przytoczonych słów. Twórczość naukowa Smoluchowskiego była najżywszym zaprzeczeniem

wąskiej i ciasnej specjalizacji, życie jego było przeciwieństwem wszelkiej jednostronności. Bogactwo i różnorodność niepokojących go problemów, wszechstronność zainteresowań, a zarazem bujność natury, głód piękna i przeżyć — stworzyły typ uczonego, jakże daleki i wrogi ciasnej specjalności. Będąc uczonym, Smoluchowski nie zapominał o innych dziedzinach życia. „Nauka była pierwszym motorem jego życia“ — pisze w pięknym wspomnieniu o Marianie Smoluchowskim profesor Walery Goetel.

— „Od dawna już właściwie zrzekłem się zajęć społecznych, politycznych i narodowych: od czasu, gdy postanowiłem po maturze naukę obrać za gwiazdę przewodnią mego życia. To jest główna zasada, której zawsze pozostanę wierny i wobec której wszelkie inne względy muszą się usunąć na bok“.

Słowa te pisał Smoluchowski w 1915 roku. Było to wyznanie wiary.

Rozstańmy się jednak na chwilę z uczonym, dla którego wiedza była jedyną gwiazdą przewodnią. Ukażmy człowieka, ukażmy tę treść, która — poza nauką, a raczej obok niej — wypełniała bogate i bujne życie Smoluchowskiego. Taką właśnie charakterystykę podaje wspomniane przemówienie profesora Walerego Goetla, wygłoszone po śmierci Smoluchowskiego na uroczystym posiedzeniu Polskiego Towarzystwa Przyrodniczego imienia Kopernika. Cytaty, niżej przytoczone, wyjęte są z tego przemówienia, ukazującego niewysłowione piękno i wielkość żywota Mariana Smoluchowskiego.

„Nieskazitelna prawość charakteru, niezwykła szlachetność, prostota, szczerłość, ujmująca skromność — składały się u niego na obraz, któremu trudno było znaleźć równy. Wystarczyło widzieć tego człowieka, zamienić z nim kilka zdań, żeby odczuć potęgę jego wartości moralnej, żeby czuć się nią porwanym i podniesionym“.

Smoluchowski uznawał jedynie wielką linię w życiu. Nie znosił małości charakteru. To też nierzadko, gdy wzbierała wokół niego fala przeciętności i pospolitości, odwracał się od ludzi, zamykał się w sobie i uciekał do wiernej pocieszycielki: przyrody. Wśród zieleni czy bieli ośnieżonych gór dusza jego odżywała. W obcowaniu z przyrodą znajdował spokój i najwyższą wewnętrzną radość. W wątej łódeczce na falach Adriatyku, podczas beztroskiej włóczęgi po wzgórzach podkrakowskich, na szczytach Matterhornu lub Jungfrau, na wędrowkach po fiordach Norwegii — wszędzie szukał i znajdował nieskażone piękno przyrody. W rozlicznych podróżach Smoluchowski przemierzył Hiszpanię, Włochy, Francję, Anglię, Holandię, Danię, Szwecję, Norwegię, Niemcy, Austrię i całe ziemie polskie. Wszędzie szukał przede wszystkim miejsc, leżących zdala od zgiełku szlaków turystycznych.

„Dwa były zjawiska przyrody, które ze szczególną siłą działały na duszę Smoluchowskiego: góry i morze“ — pisze profesor Goetel.

Zarówno góry jak rozfalowany ogrom wód pociągały go przede wszystkim mocą, potęgą, manifestacją wielkości natury, a zarazem swą pierwotnością, której nie tknęła cywilizacja.

Smoluchowski był pierwszorzędnym pływakiem i nieporównanym alpinistą i taternikiem. „Mistrzostwo jego w przeprowadzaniu wypraw górskich nie miało granic... Doświadczenie we wszystkich rodzajach wycieczek letnich i zimowych, nabrane na mnóstwie wypraw alpejskich, karpackich i tatrzańskich, głęboki, płomienny zapał do wędrowek górskich i rozwiązywania najtrudniejszych problemów turystycznych, niezrównana harmonia i spokój ducha, zupełne opanowanie w każdej sytuacji, umiejętne zespolenie wszystkich sił dla osiągnięcia celu, szybkość decyzji i nieustrasżoność — składały się u niego na niezwykłą, nieporównaną całość“. Umiał przy tym cofnąć się w porę, gdy trudności piętrzyły

się zbyt i zagrażały życiu. Nie zawstydził się tedy, gdy jako słynny już alpinista cofnął się ze ściany Langkofla w Dolomitach z powodu zagrodzenia drogi przez spadły blok. Nie zawahał się też w obliczu niebezpieczeństwa wstrzymać towarzyszy wyprawy od szturmowania w straszną burzę śnieżną na szczyt Howerli w Karpatach Wschodnich.

O wyprawie na Farcaul i Michailecul w Karpatach Rodniańskich pisze sam Smoluchowski w „Taterniku“¹:

— „Pociągała nas właśnie tajemniczość owych trudno dostępnych, nigdy jeszcze przez narciarzy nie zwiedzanych stron. Nęciły nas owe szczyty należące do najwyższych wzniesień galicyjsko-węgierskich, którym nigdy, nawet w lecie, nie mieliśmy jeszcze sposobności z bliska się przyrzeć. Cieszyliśmy się przewidywaną, jakkolwiek skromną domieszką romantycznej awanturniczności naszej wyprawy“.

Góry pociągały Smoluchowskiego niedostępnością, która zmuszała do walki i zmagania się z przeciwnościami; pociągały go tajemniczością, z której bił majestat natury. Toteż był wrogiem wszelkich, zbyt daleko sięgających udogodnień w górach. Ochrona Alp i Tatr miała w nim gorącego zwolennika. Hotele górskie, kolejki, szerokie drogi — raziły go boleśnie, jako profanacja piękna i ciszy gór. Był żarliwym miłośnikiem ich pierwotności i dzikości.

Obok turystyki, narciarstwa, pływania Smoluchowski uprawiał wioślarstwo, jazdę konną, szermierkę, łyżwiarstwo. Najbardziej lubiane były dlań sporty połączone z pokonywaniem przestrzeni i obcowaniem z przyrodą. Idealem jego był helleński typ człowieka wszechstronnie rozwiniętego. Obcy był mu książkowy mól, odcięty od wolnej przestrzeni czterema ścianami pracowni i żywiący pogardę dla sportu. Smoluchowski uznawał sport za ważny czynnik w osiągnięciu harmonii ży-

¹ „Taternik“ — Kraków (1913), zeszyt 6.

ciowej. Brzydził się jednak wszelką niezdrową konkurencją w sporcie i pokazowym cyrkowiczostwem.

„Miłując piękno ciała ludzkiego, był sam równocześnie tego piękna obrazem. Jego szczupła, ale harmonijnie zbudowana postać, na której osadzona była wspaniała, o klasycznych rysach głowa — działała na wszystkich, jak żywe wcielenie harmonii fizycznej“ — pisze profesor Goetel.

W poszukiwaniu piękna uprawiał też Smoluchowski muzykę. Był wielbicielem Beethovena, Bacha, Wagnera i Karłowicza. W ich kompozycjach znajdował to, czego zawsze i wszędzie poszukiwał: potęgę i głębię uczucia. Obok wzruszeń, jakich doznawał, interesował się tu — jak zawsze i wszędzie — problemem. Mając pewne teoretyczne wykształcenie muzyczne, Smoluchowski starał się rozwiązać zagadkę kompozycji dzieł muzycznych, wyświetlić tajniki ich powstawania.

Obok muzyki interesował się żywo malarstwem. I tu nie chciał zadowolić się rolą widza. Z jego szkiców pejzażowych, akwarel z okolic karpackich i Krakowa przemawia umiłowanie słońca i zieleni. Podczas podróży zagranicznych zwiedzał muzea, poznawał dokładnie galerie i pomniki sztuki. Wielbicielela miała też w nim literatura piękna, której poznanie ułatwiała Smoluchowskiemu znajomość języków. Władał biegle angielskim, francuskim i niemieckim. Znał też włoski, rosyjski i szwedzki. Z obcych literatur najbardziej lubił angielską. Rozczytywał się w utworach Byrona, Shelleya i Kiplinga.

Charakterystyka Smoluchowskiego nie byłaby pełna, gdyby pominąć jego stosunek do młodości. Entuzjazm dla bujności i rozmachu młodości, życzliwość i unikanie wszelkiego moralizatorstwa — zjednały mu niepospolity szacunek i miłość młodości. Smoluchowski sam był zawsze młody.

„Nigdy nie zapomnę pewnego epizodu jednej z wypraw tatrzańskich — pisze profesor Walery Goetel. — Smolu-

chowski udał się w gronie naszym, samej młodzieży, na wycieczkę narciarską w Tatry Zachodnie. Szereg zimowych, mroźnych nocy spędzaliśmy w schronisku narciarskim w Dolinie Starorobociańskiej i stamtąd przedsiębioraliśmy wycieczki na okoliczne szczyty. Wieczorem, jak to zwykle w życiu schroniskowym bywa, wyznaczaliśmy kolejno spośród siebie jednego, którego obowiązkiem było zajmowanie się kuchnią, przynoszenie wody z pobliskiego potoku itd. Profesor — w myśl cichej umowy — był oczywiście wyłączony z tej kolei. Ale oto pewnego wieczoru, kiedy na mnie kolej przypadła iść po wodę, Smoluchowski gdzieś znikł. Gdy właśnie zabierałem się do pracy i począłem szukać wiader, jakiś wesóły głos zawołał na mnie od potoku. Wybiegłem przez drzwi schroniska i w pomroce zobaczyłem postać profesora, objuczoną pełnymi wiadrami wody i brnącą z nimi w głębokim śniegu w kierunku schroniska. Kiedy chcieliśmy wiadra odebrać, wylał nas, przypominając, że nie po to jest na wycieczce, żeby wylać się spod jej prawideł. I takim ukazywał się wszędzie. Nie zawahał się, już jako dziekan i rektor Uniwersytetu Jagiellońskiego, przywdziać na Wiśle czerwonej czapeczki i stroju akademików-wioślarzy i razem ze studentami zasiąść na łodzi do wiosła“.

W równy, szczęśliwy i harmonijny nurt życia Smoluchowskiego wtargnęły lata wojny, jak brutalny i tragiczny zgrzyt. Całą swą istotą cierpiał Smoluchowski nad wojennym dziełem zniszczenia i śmierci. Coraz częściej nawiedzały go chwile pesymizmu. Coraz częściej wrywały mu się słowa: ach, żeby to raz się już skończyło, żeby już było po wojnie...

Nie było mu danem doczekać upragnionej chwili. Znieckała przyszła wojenna choroba, a z nią śmierć w pełni sił i u szczytu twórczości naukowej.

Smoluchowski nie lękał się śmierci. Tak o niej pisał:

— „Wznies się ponad marnostki ludzkie i przypatrz się życiu ze stanowiska wiecznej Przyrody. Wszak my wszyscy

idziemy tą drogą, którą szły biliony przed nami, a będą szły biliony po nas. Czy o chwilę krócej czy dłużej zabawimy na tym przystanku, cóż to znaczy!”

Były to słowa człowieka, który szedł przez życie bez lęku i bez lęku spojrzął w oblicze wieczności. Gdy w innej jednak chwili wstał w jego wyobraźni obraz piękna, uroku i wzruszeń, jakie dało mu życie, wyrwały mu się inne, przedśmiertne już słowa:

— A przecież życie warte jest życia!

Czy najwierniejszym obrazem i świadectwem prawdy, zawartej w tym przedgonnym okrzyku, nie jest piękne, pełne i bujne życie Mariana Smoluchowskiego?

* * *

Pozostaje do rozważenia sprawa najtrudniejsza: twórczość naukowa Mariana Smoluchowskiego. Nieosiągalnym marzeniem i nierealnym zamiarem byłaby próba opisu tej twórczości w ramach krótkiej, ogólnej charakterystyki. Zbyt piękne i nabrzmiałe bujną treścią były odkrywcze prace Smoluchowskiego, by pozwoliły się uwięzić w ramach pobieżnej charakterystyki. Zbyt wiele było też tych prac; pozostało po Smoluchowskim ponad sto rozpraw, ogłoszonych w czterech językach, a z których każda jest dziełem, kojarzącym głęboką treść z wykwintną formą.

Siłą rzeczy ograniczyć się musimy do wskazania głównej linii, głównego nurtu naukowej twórczości Smoluchowskiego. Linia ta wiąże się z losami atomistyki i teorii kinetycznej, jako podstawowych koncepcyj o budowie materii. Gdy Smoluchowski rozpoczynał swą świetną działalność naukową, toczyła się walka pomiędzy dwiema teoriami (termodynamiczną i atomistyczną). Pracami swymi ugruntował Smoluchowski niewzruszone podstawy pod rozwój atomistyki współczesnej, dziedziny, na której sku-

pia się dziś uwaga uczonych całego świata i która jest najbardziej odkrywczą i płodną teorią naukową.

Epokowe znaczenie twórczości Mariana Smoluchowskiego polega przede wszystkim na tym, że był on odnowicielem kinetycznej teorii materii, utrwalając jej nieodwołalne zwycięstwo w walce z wrogą teorią.

Jaka to była walka? Odpowiedź na to pytanie wprowadzi nas w świat twórczości Smoluchowskiego, urzekający potęgą myśli, acz niedostępny dla niewtajemniczonych w rozległe i liczne problemy.

Przedstawmy „bohaterów“ walki: co reprezentuje teoria atomistyczna, a co — termodynamiczna?

Narodziny teorii atomistycznej sięgają odległych czasów. Jako jej twórcom zwykło się oddawać hołd starogreckim filozofom, zwłaszcza Leukippowi, od którego pochodzi nazwa atomu oraz Demokrytowi z Abdery, żyjącemu około 400 roku przed Chrystusem, a uchodzącemu za ojca atomistyki. Znaczący literatury indyjskiej — jak wspomina Smoluchowski w swym pięknym szkicu o „Ewolucji teorii atomistycznej“ — pouczają, że już staro-indyjski filozof Kanada twierdził, iż wszystko: ziemia, woda i ogień, a nawet czas, przestrzeń, rozum składają się z atomów, nazwanych „ansu“. Koncepcje greckich filozofów były może wtedy oddźwiękiem tylko nauki indyjskiej.

Ze studiowania dawnej, greckiej atomistyki niewiele korzyści wyniesie jednak dzisiejszy przyrodnik. Fizyka lekceważy dziś grecką atomistykę, uważając ją za fantastyczną spekulację, niczym nie dowiedzioną i niczego nie tłumaczącą.

Ścisłą teorią naukową poczęła się stawać atomistyka dopiero w XIX stuleciu. Jako teoria rozwinęła się ona na gruncie zjawisk chemicznych.

Wiemy z nauki szkolnej, że łączenie się pierwiastków zachodzi według ściśle określonych, niezmiennych praw ilości-

wych. Np. węgiel łącząc się z tlenem może dać tlenek węgla albo dwutlenek węgla. W pierwszym przypadku trzy części ciężarowe węgla łączą się z czterema częściami ciężarowymi tlenu (12 : 16), w drugim — na trzy części ciężarowe węgla przypada osiem części tlenu (12 : 32), to jest dwa razy więcej niż poprzednio.

Części ciężarowe, w jakich łączy się jeden pierwiastek z drugim, dając kilka związków — wyrażają się zawsze stosunkiem prostym liczb całkowitych: 1, 2, 3... — nie zdarzają się tu natomiast ułamki. Ten fakt tłumaczy się najprościej, gdy założyć, że pierwiastki składają się z najmniejszych, niepodzielnych cząstek, zwanych atomami. Tlenek węgla powstaje, gdy z jednym atomem węgla łączy się jeden atom tlenu (CO); w dwutlenku na jeden atom węgla przypadają dwa atomy tlenu (CO₂). Stosunek ilości ciężarowych tlenu musi się wyrażać liczbami całkowitymi, jeśli atomy są niepodzielne i mają niezmienną masę.

Potem uzupełniono teorię atomistyczną założeniem, że ciała składają się z drobiny (molekuł), powstających przez połączenie dwu lub kilku atomów.

Przeszczepiona z chemii do fizyki, teoria atomistyczna wspaniale rozwinęła się i rozkwitła. Stało się to z chwilą, gdy utrwaliło się przekonanie, że ciepło polega na ruchach ziarenek, z których składa się materia: na ruchach atomów czy ich skupień, zwanych drobinami.

Atom został ożywiony. Założono, że znajduje się w bezustannym ruchu. Hipoteza o atomistycznej budowie materii, ugruntowana przez chemię, a uzupełniona przypuszczeniem nieprzerwanego i bezładnego ruchu atomów — wprowadziła atomistykę do fizyki. Odtąd jest ona teorią atomów ruchomych, czyli teorią kinetyczną.

W dziedzinie gazów, ciał o najprostszej budowie wewnętrznej, teoria kinetyczna święci już wczesne triumfy. Na

jej podstawie zdołali uczeni (głównie Clausius i Maxwell) wyjaśnić właściwości gazów i ustalić prawa matematyczne, dotyczące ich ściślności, rozszerzalności cieplnej, przewodnictwa cieplnego.

Hipoteza atomistyczno-kinetyczna stała się tedy w osiemdziesiątych latach ubiegłego wieku silnie ugruntowaną teorią. Tłumaczyła w prosty sposób szeroki zakres zjawisk fizycznych i chemicznych. Wstąpiła w nową fazę rozwoju. I oto podniosła się przeciwko niej i zaczęła wzbierać fala reakcji i protestu. Zrodził się historyczny spór, wszczęty przez zwolenników innej teorii: *termodynamiki*.

Obok teorii kinetycznej rozwijał się bowiem drugi kierunek naukowy, termodynamika. Jako nauka o ciepłe opierała się ona na *d w u z a s a d a c h t e r m o d y n a m i c z n y c h*. Były to zasady zdobyte doświadczalnie. Znana nam jest z szkolnej nauki pierwsza zasada termodynamiki; jest to zasada *r ó w n o w a ż n o ś c i p r a c y i c i e p ł a*: z określonego zasobu energii wywiązać się może ściśle określona ilość ciepła i odwrotnie.

Pierwsza zasada termodynamiki stwierdza bardzo ważny fakt równoważności ciepła i pracy przy wszelkich przemianach jednej z tych wielkości w drugą. Zasada ta nie mówi jednak o tym, w jakich warunkach i w jakim kierunku biegą takie przemiany oraz kiedy nie mogą one następować. Mówi o tym, uzupełniając pierwszą zasadę — *d r u g a z a s a d a t e r m o d y n a m i k i*. W pierwotnym swym ujęciu zasada ta brzmiała: ciepło nie może przejść samo przez się od ciała zimniejszego do cieplejszego. Przejście ciepła nastąpić może w *j e d n y m j e d y n y m t y l k o k i e r u n k u*: od cieplejszego ciała do zimniejszego.

Druga zasada termodynamiki wskazuje na pewną kierunkowość zjawisk w przyrodzie, a mianowicie na dążenie do zrównania wszelkich napięć, wszelkich różnic, określających te napięcia. W połączonych ze sobą zbiornikach gazu wy-

równywuja się ciśnienia; w pozostających w połączeniu cieplnym ciałach o różnych temperaturach następuje zrównanie temperatur. Nie spotykamy natomiast samorzutnego przebiegu zjawiska w kierunku wręcz odwrotnym.

Oto przykłady pewnych procesów:¹

1. Kulę ogrzaną do czerwoności umieszczamy w otoczeniu ciał zimnych. Z czasem kula traci ciepło, otoczenie je zyskuje. Wymiana ciepła trwa do chwili wyrównania temperatur. Na tym proces się kończy. Ogrzanie się powrotne kuli na koszt ciepła, pobranego z otoczenia, jest niemożliwe.

2. Wyobraźmy sobie pustą komorę, w której znajduje się naczynie z tlenem pod ciśnieniem kilku atmosfer. Gdy otworzymy to naczynie, gaz wypłynie. Prężność gazu w naczyniu i komorze wyrówna się. Cofnięcie się gazu do naczynia jest wykluczone.

3. Dwa naczynia A i B przedzielone są ścianą, w której znajduje się szczelna zasuwa. Jedno naczynie napełniamy tlenem, drugie — azotem. Ciśnienia obu gazów niech będą jednakowe. Otwórzmy zasuwę. Tlen przechodzi z A do B, azot z B do A. W obu naczyniach znajduje się po pewnym czasie mieszanina obu gazów. Po samorzutnym zmieszaniu proces jest skończony. Niemożliwe jest samorzutne rozdzielenie się tych gazów na tlen i azot.

4. Do szklanki wody wpuszczamy kroplę czerwonego wina. Rozpływa się, barwiąc wodę. Niemożliwe jest, by rozcieńczone wino skupiło się z powrotem w kroplę.

Przebiegi procesów, przytoczonych dla przykładu, są tedy jednokierunkowe i nieodwracalne.

¹ Przytoczone za artykułem T. Malarskiego w „Kosmosie“: „W X rocznicę zgonu Mariana Smoluchowskiego“.

Otóż między termodynamiką a atomistyką istniał — jak wspomnieliśmy — spór zasadniczej natury.

Wrogowie atomistyki z niemieckim uczonym Ostwaldem na czele sprzeciwiali się przede wszystkim wprowadzeniu do fizyki hipotez, nie dających się udowodnić. Za taką zaś hipotezę uważali teorię atomistyczną. Dojrzeć atomów, oczywiście, nie można, tym mniej — dostrzec ich ruchów. Nauka powinna być ścisła — wołali przeciwnicy atomistyki — wyrzucmy zatem z niej wszystko, co jest wątpliwe i problematyczne. Atomistykę obdarowano mianem naiwnej, dziecinnej, a co najmniej zbędnej hipotezy. Wspomniany uczony Ostwald wołał o naukę „wolną od hipotez“. Dokonał on też nie lada sztuki w swym podręczniku, wykładając zarys chemii nowoczesnej bez używania w ogóle nazwy atomu i cząsteczki.

Takie były sprzeciwy ogólnej natury. Spór sięgał jednak głębiej. Chodziło mianowicie o to, iż teoria kinetyczno-atomistyczna dopuszczała pewne zjawiska, które według termodynamiki były wręcz niemożliwe i które każdy eksperymentator uważał wówczas za absurdalne ze stanowiska doświadczalnego. Jednocześnie teoria kinetyczno-atomistyczna godziła w jeden z fundamentów termodynamiki: w drugą jej zasadę.

Na czterech przytoczonych przykładach zilustrowaliśmy ową zasadę, głoszącą, iż wszelkie procesy w przyrodzie przebiegają w jednym tylko kierunku i są nieodwracalne. Tymczasem teoria kinetyczna twierdzi, że wszelkie zjawiska są w zasadzie o d w r a c a l n e.

Teoria kinetyczna mówi bowiem: ciała składają się z poruszających się atomów i cząsteczek; prawa przyrody należy uważać za rezultat tego, co się dzieje z pojedynczymi atomami, a więc za wynik niezmiernie wielkiej liczby zdarzeń, z których każde podlega przypadkowym wpływom. W świetle obliczeń opartych na teorii kinetycznej zawiera na przy-

kład jeden centymetr sześcienny powietrza około 30 trylionów cząsteczek (co wyraża się liczbowo: trójką i dwudziestoma zerami). Cząsteczki te pędzą z szybkością kilkuset metrów na sekundę. Wynika stąd, że w sześciannie o krawędzi 0,01 mm — objętość łebka szpilki jest znacznie większa! — tłoczyłaby się ilość cząsteczek stokrotnie przewyższająca zaludnienie całej kuli ziemskiej. W tak niewyobrażalnym tłoku cząsteczki pędzą bez przerwy, obijają się o siebie; liczba uderzeń pojedynczej drobiny wynosi kilka miliardów na sekundę! Jest to istny chaos molekularny.

Losy każdego pojedynczego atomu czy cząsteczki są naturalnie nieobliczalne. Do chaosu molekularnego zastosować można jedynie statystyczną metodę rozumowania, by ustalić pewne prawidłowości rządzące chaosem wydarzeń indywidualnych. „Tak samo jak socjolog obliczający przyrost liczby ludności, jak matematyk zajęty w towarzystwie aseku-racyjnym, jak bankier domu gry w Monte Carlo, fizyk-atomista opiera swe kalkulacje na ocenie prawdopodobieństw” — pisze Marian Smoluchowski w pięknej rozprawce o „Ewolucji teorii atomistycznej“.

Skoro jednak właściwości ciał są wynikiem statystycznego prawa wielkich liczb — to oprócz zdarzeń zwykłych muszą przecież przytrafiać się także przypadki wyjątkowe, a nawet nieprawdopodobne. Tak samo, jak zdarza się niekiedy, że ktoś wbrew tablicom śmiertelności dożyje wyjątkowego wieku albo że graczowi hazardowemu sprzyja wyjątkowe szczęście.

Rozważmy pewien przykład. Mówimy, że ciepło polega na przypadkowych, nieregularnych ruchach cząsteczek. Przypadek może tedy zrządzić, że wszystkie cząsteczki ciepłego ciała skierują swe prędkości w jednym, tym samym kierunku. Co wówczas nastąpi? Owo ciało samodzielnie poruszy się z miejsca!

A l b o: w naczyniu znajduje się gaz; gdy przypadek

sprawi, że wszystkie cząsteczki — miast bezładnego ruchu — skierują się w jedną stronę, wówczas gaz samorzutnie cofnie się w jedną część naczynia, pozostawiając resztę próżną!

Albo: w naczyniu znajduje się mieszanina azotu i tlenu; jeśli zdarzy się, że wszystkie cząsteczki tlenu skierują się w jedną stronę, a wszystkie cząsteczki azotu w przeciwną — wówczas mieszanina automatycznie rozdzieli się na czysty tlen i czysty azot!

Albo: „Ciepło nie może samo przez się przejść z ciała zimniejszego do cieplejszego“ — mówi druga zasada termodynamiki. Temperatura pręta żelaznego, z jednego końca ogrzanego, wyrównywa się z czasem, ciepło z części cieplejszej przepływa ku zimniejszej; tymczasem w świetle teorii kinetycznej nie jest w zasadzie wykluczony przypadek, żeby pręt, mający początkowo jednakową temperaturę sam przez się, bez zewnętrznego powodu, z jednego końca się ogrzał, a z drugiego oziębił!

Albo: Gdy wlejemy wino do wody, ciecze zmieszają się; wytworzy się jednorodna mieszanina. Przypadek może jednak sprawić, że owa mieszanina samodzielnie rozdzieli się z powrotem na wodę i wino!

W świetle teorii kinetycznej zjawiska mogą być odwracalne. Godziło to oczywiście w drugą zasadę termodynamiki, głoszącą nieodwracalność procesów w przyrodzie.

Przeciw teorii kinetycznej podniosła się tedy fala reakcji. Przeciwnicy jej wołali:

— Pokażcie nam doświadczenia, realizujące te wasze fantazje i ową odwracalność zjawisk! Pokażcie nam ów samorzutny ruch ciała! Owo samorzutne powstawanie różnicy temperatur! owo rozdzielanie się powrotne mieszaniny na składniki!

Kinetycy byli bezsilni wobec takich żądań. Nie mogli dostarczyć dowodów eksperymentalnych. Czy widział ktokolwiek, by np. gaz cofnął się w jedną część naczynia? by wodniste wino rozdzieliło się na wodę i wino?

Wielu uczonych dało się odstraszyć zarzutami i argumentacją wrogów teorii kinetycznej. Wielki jej propagator, Boltzmann, na próżno starał się wyjaśnić sprawę. Udowadniał matematycznie, że wobec niewyobrażalnie wielkiej liczby atomów — a normalne zjawiska nie będą w praktyce dostrzegalne; że bardzo nikłe jest prawdopodobieństwo, by naprzykład wszystkie atomy skierowały się w jednym kierunku. W zasadzie możliwe jest przejście ciepła z ciała zimniejszego do cieplejszego (wbrew drugiej zasadzie termodynamiki). Wyrazimy prawdopodobieństwo takiego przypadku stosunkiem $1 : N$. To znaczy, że jeden raz na N wypadków dana ilość ciepła ma przejść samorzutnie od ciała zimniejszego do cieplejszego. Liczbę N można oszacować na podstawie pewnych danych. Otóż posiada ona tak wielką wartość, że chcąc napisać wszystkie jej cyfry — nie można byłoby zadowolić się pasem papieru o długości równej obwodowi kuli ziemskiej!

Gdyby miliony fizyków w ciągu milionów lat co minutę wykonywały doświadczenie, polegające na zetknięciu ze sobą w temperaturze pokojowej dwóch ciał, których temperatury różnią się o jeden stopień — to mieliby niesłychanie nikłe szanse na to, by móc choćby jeden raz zaobserwować przejście ciepła w ilości przynajmniej jednego erga od ciała zimniejszego do cieplejszego, zamiast odwrotnie.

Tak samo możliwa jest w zasadzie odwracalność procesu, gdy chodzi np. o wodniste wino. Prawdopodobieństwo jest jednak niewyobrażalnie małe: na podstawie teorii prawdopodobieństwa możemy twierdzić, że automatycznego rozdzielania się kieliszka wodnistego wina na czyste wino i czystą

wodę nie zauważono by zapewne ani razu na przestrzeni 100 milionów lat. Zbyt olbrzymia liczba molekuł wchodzi bowiem w grę. Jeśli gracze całe życie poświęcą grze w karty, przytrafić im się może niewątpliwie przypadek, że jeden dostanie same „coeur“, drugi — „carreau“, trzeci — „trèfle“, czwarty — same „pique“. Im większa będzie liczba kart, tym mniejsze prawdopodobieństwo takiego anormalnego zdarzenia.

W zasadzie zjawiska są tedy odwracalne, choć w praktyce dostrzec się daje przebieg procesów w jednym tylko kierunku. Prawdopodobieństwo anormalnego zjawiska jest bowiem niewyobrażalnie nikłe.

Argumenty te nie trafiły jednak przeciwnikom do przekonania. Żarliwy wyznawca teorii kinetycznej, Boltzmann, mówi ze smutkiem w przedmowie do podręcznika, wydanego w latach 1895—1898, że teoria kinetyczna „wyszła z mody“; jako cel swego podręcznika podaje: uratowanie od zapomnienia tego, co już jest znane, aby nie potrzeba było tego kiedyś powtórnie odkrywać.

Spór zdawał się przesądzony. Teoria kinetyczna była pokonana.

I oto wkrótce odmieniają się losy. Teoria kinetyczna, bez nadziejnie przegrawszy walkę — jak wielu mniemało — odniosła w pierwszych latach XX wieku pełne i wielkie zwycięstwo. Przeciwnicy musieli zamilknąć i przyznać się do porażki. Teoria kinetyczno-atomistyczna święci wspaniałe triumfy. Że tak się stało, jest w tym wielka i niezapomniana zasługa Mariana Smoluchowskiego¹. Swymi epokowymi pracami odrodził on idącą już w niepamięć teorię kinetyczną i utrwalił jej zwycięstwo. Ograniczyć się musimy do wskazania jednej tylko spośród licznych prac genialnego uczonego, które umocniły i powołały do bujnego życia teorię ki-

¹ Smoluchowski zyskał miano duchowego następcy Boltzmann.

netyczną. Jest to praca, poświęcona tzw. ruchom Browna.

Małe ziarenka stałej zawiesiny w cieczy wykonują szybkie, bezładne ruchy zygzakowate. Ruchy te zauważył po raz pierwszy botanik Brown w r. 1827 — na drobnutkich ziarenkach pyłku roślinnego, unoszących się w wodzie (wymiaru liniowe takich ziarenek wynoszą około 1/200 milimetra). Zjawisko można łatwo zauważyć przy pomocy mikroskopu, obserwując zawiesinę drobnych cząstek w cieczy. Najlepiej nadaje się do tego gumiguta, żółta farba akwarelowa, której odrobinę w wodnym roztworze umieścimy między szkiełkami mikroskopu. Dostrzegamy — przy dostatecznym powiększeniu — zadziwiający, pełen uroku obraz: cząstki gumiguty, drobnutkie kuleczki, wykonują bezustanne ruchy, jak mrówki krążące się koło mrowiska; gdy powiększenie jest słabsze, przedstawia się to, jak rój tańczących komarów.

Te ruchy, nazwane imieniem odkrywcy — Browna, były w swej naturze niewyjaśnioną zagadką, choć spotykano się z nimi powszechnie.

Smoluchowski rozwiązuje tę zagadkę. Oddaje tym nieocenioną usługę teorii kinetyczno-atomistycznej. Na jej bowiem podstawie wyświeśla tajemnicę ruchów Browna. Podaje dla tych ruchów ogólną teorię, którą następnie pogłębia i rozwija w szeregu wspomniałych prac.

Smoluchowski od razu stwierdza, że ruch Browna nie jest spowodowany żadną energią zewnętrzną, ani prądami konwekcyjnymi. Mikroskopijne drobne cząstki zawiesiny — oznajmia Smoluchowski — wprawiane są w ruch wskutek uderzeń, jakich doznają od poruszających się bezładnie cząstek cieczy. Ruchy Browna są bezpośrednią ilustracją ruchów cieplnych molekuł. Same niewidoczne, cząsteczki cieczy dają o sobie znać i zdradzają swe istnienie ruchami Browna. W ten sposób Smoluchowski dojrzał w tajemniczych ruchach brownow-

skich bezpośredni i naoczny dowód istnienia atomów i molekuł pędzących bezładnie. Tym samym był to nieodparty dowód na korzyść teorii kinetyczno-atomistycznej.

Ruch Browna — oznajmił Smoluchowski — to efekt bombardowania ciała zawieszzonego w cieczy przez molekuly tejże cieczy. W ruchu tym, jak w zwierciadle, odbija się chaos molekularny. To, co uważano za naiwną fantazję, jest niezaprzeczoną rzeczywistością.

Wyłania się jednak zarzut: skoro bombardowanie odbywa się ze wszystkich stron, to dlaczego cząstka zawiesiny się porusza? Uderzenia winny wzajemnie się znosić.

Smoluchowski odpowiada:

Każde uderzenie molekuly cieczy o zawiesinę — a uderzenia te są przypadkowe — powoduje przesunięcie się środka masy zawiesiny w pewnym kierunku. Jest to przesunięcie o odcinek bardzo mały, bez porównania mniejszy aniżeli rozmiar zawiesiny. Lecz te przesunięcia cząstki, co chwilę w innym następujące kierunku i dające dla środka masy drogę zygzakowatą, złożoną z odcinków prostych — mogą sprawić i wywołać taki efekt: suma geometryczna przesunięć da taką wartość, iż po pewnym czasie cząstka oddali się od swego położenia początkowego. Dzieje się to na zasadzie tych samych prawideł, które rządzą w grze hazardowej. Przy takiej grze powodzenie i niepowodzenie nie równoważą się zupełnie; im dłużej trwa gra, tym większa jest przeciętna suma przegrana lub wygrana.

Smoluchowski oblicza w piękny sposób wartość przesunięcia drobnych cząstek, bombardowanych przez molekuly otaczającej cieczy. (Do podobnych zupełnie wzorów doszedł odtajnioną drogą Einstein).

Dzięki pracom Smoluchowskiego ruch Browna okazał się tedy bezpośrednim dowodem na rzecz teorii kinetycznej; dowodem, że materia zbudowana jest z molekuł, znajdujących się w bezustannym, bezładnym ruchu.

Teoria ruchu Browna pozwoliła też dokonać jednego z najpiękniejszych i najdonioślejszych obliczeń nowoczesnej fizyki; pozwoliła mianowicie oznaczyć z nieporównaną dokładnością jedną z najważniejszych w fizyce i chemii stałych, tzw. stałą Avogadry (tj. liczbę drobin w 1 cm³ gazu).

Poza utrwaleniem zwycięstwa teorii kinetycznej badania Smoluchowskiego miały jeszcze głębsze i ogólne znaczenie dla poglądów na zjawiska fizyczne. Ruch Browna jest w swej istocie zjawiskiem sprzecznym ze wspomnianą drugą zasadą termodynamiki: ruch ten utrzymuje się przecież w danym ośrodku t r w a l e na koszt ciepła czerpanego z tegoż ośrodka o j e d n o s t a j n e j t e m p e r a t u r z e.

Z kwestią tą wiąże się ściśle pogląd na nieodwracalność i odwracalność zjawisk. Teoria kinetyczna głosi — jak już wiemy — odwracalność wszelkich procesów, na przekór termodynamice. Przejście ciepła z ciała zimniejszego do cieplejszego, samorzutny ruch ciała, samorzutne i powrotne rozdzielanie się mieszaniny na składniki — wszystko to jest w z a s a d z i e możliwe. Lecz w p r a k t y c e przypadki takie są niedostrzegalne, gdyż ich prawdopodobieństwo jest niewyobrażalnie małe. Im większa liczba drobin uczestniczy w zjawisku, tym mniejsze jest prawdopodobieństwo anormalnego stanu. Dlatego w praktyce obserwujemy tylko procesy nieodwracalne. Każdy z nas widział mieszanie się gazów, nikt jeszcze nie widział, by samorzutnie się „odmieszały“. Życie nasze jest za krótkie, byśmy zdołali uchwycić tak rzadki przypadek.

Jesteśmy — mówi Smoluchowski — w naszej krótkowzroczności podobni do owych kwiatów, które na wiosnę się budzą pod wpływem wzrastającego ciepła słonecznego i podczas swego krótkiego życia zapewne i to uważają za dogmat, że klimat wszechświata ze stanu zimniejszego przechodzi w stan cieplejszy. O tym, że kiedyś powróci jesień i zima — nigdy się nie dowiedzą.

A więc w gruncie rzeczy wszystkie zjawiska są odwracalne. Obserwowana przez nas nieodwracalność jest tylko pozorna, uwarunkowana zbyt krótką obserwacją.

Aby należycie oświetlić znaczenie epokowych zdobyczy Smoluchowskiego, a w szczególności — wykrycie granic stosowalności drugiej zasady termodynamicznej, winno się pokrótce choćby wspomnieć o jego badaniach nad tzw. zjawiskami fluktuacji w ośrodkach materialnych.

Na czym polegają owe zjawiska fluktuacji?

Przytoczymy pewien przykład z wspomnianej powyżej broszury profesora Malarskiego. Wyobraźmy sobie naczynie z gazem, podzielone na pewną ilość komórek małych rozmiarów (np. 1 mm^3). Ujmując rzecz doświadczalnie w znaczeniu makroskopowym, w każdej z komórek znajdować się będzie ta sama liczba cząstek gazu, jeśli już założyć ziarnistość jego struktury. Zgadza się to z twierdzeniem, iż gaz posiada w całej zajmowanej objętości — tę samą wszędzie gęstość. W każdej komórce musi też panować ta sama temperatura.

A jak zapatruje się na tę sprawę kinetyk? Mówi on: przeciętnie rzeczy ujmując, będzie istotnie tak, że w każdej komórce znajdować się będzie ta sama liczba cząstek. Jednak jest tak tylko przeciętnie. W rzeczywistości natomiast, w odniesieniu do nader drobnych elementów przestrzennych ośrodka — będą zachodziły odstępstwa od tego makroskopowego obrazu na skutek przypadkowości w ruchach cząstek gazu. W danej chwili będą zatem w różnych komórkach różne zagęszczenia cząstek i różne też ich prędkości.

Uwzględniając tedy rozmiary komórek bardzo małe, ale jeszcze dostatecznie duże, by w każdej z nich znajdowała się wielka liczba cząstek — dochodzimy do wniosku, że w pewnej chwili w masie gazu panują w różnych jego miejscach różne temperatury i ciśnienia. W gazie powstają automatycznie różnice temperatur.

Takie wnioski, płynące z założeń teorii kinetycznej gazów, nie mogły oczywiście trafić do przekonania termodynamikom.

W rozprawie, ogłoszonej w roku 1904, Smoluchowski zajmuje się wahaniem gęstości w gazie idealnym, których — jak zaznacza — nie uwzględniano dotychczas. Chodzi mu o rzecz, którą zilustrowaliśmy wyżej przytoczonym przykładem. W rozprawie swej podkreśla Smoluchowski, że w elementach przestrzennych gazu o mikroskopijnych rozmiarach zachodzi sprzeczność z idealną termodynamiką, żądającą zupełnej równomierności gęstości gazu w stanie równowagi. Gdy wyobrazimy sobie przestrzeń wypełnioną gazem i w myśli podzielimy ją na małe komórki o objętościach \mathcal{U} , to według makroskopowego ujmowania rzeczy — w każdej z komórek ma się znajdować r cząstek. Smoluchowski wskazuje, że tak jest tylko przeciętnie. W rzeczywistości liczba cząstek w poszczególnych komórkach musi ulec z biegiem czasu wahaniom, musi być w każdej komórce — raz większa, raz mniejsza. Jeśli zatem w pewnej chwili znajduje się w komórce liczba cząstek n różna od r , to różnica $n - r$ daje odstępstwo od przeciętnej liczby cząstek. (Smoluchowski operuje w obliczeniach odstępstwem stosunkowym $\frac{n - r}{r} = \delta$). Smoluchowski podaje też wzór na prawdopodobieństwo występowania tego odstępstwa.

Dalszym niejako ciągiem tej pracy jest ogłoszona w dwa lata po teorii ruchów Browna teoria opalescencji gazów w stanie krytycznym oraz innych zjawisk pokrewnych.

Chodzi tu Smoluchowskiemu o dostarczenie dowodu doświadczalnego na to, że wahania gęstości gazu, których teorię podał, są czymś realnym, że istnieją zjawiska, które przy zwykłej obserwacji zdradzają nierównomierności w rozkładzie gęstości gazów.

Jako zjawisko tego rodzaju wskazuje Smoluchowski opalescencję gazu w pobliżu stanu krytycznego.

Co to jest opalescencja?

Od dawna znane było zjawisko, szczegółowiej badane przez Tyndalla, iż wiązka światła, wpuszczona do ośrodka mętnego — na przykład do cieczy lub gazu, w którym unoszą się drobniutkie zawiesiny ciał obcych — rozprasza się na tych zawiesinach i na skutek tego staje się w dalszym biegu coraz słabsza.

Teorię rozpraszania się światła przy przejściu przez ośrodki mętne opracował lord Rayleigh. Ustalił on, iż osłabienie światła odbywa się w stosunku zależnym od pewnego współczynnika (zwanego pozornym współczynnikiem absorbcji). Współczynnik ten określa się wzorem, w skład którego wchodzi: pewien stały współczynnik liczbowy, liczba zawiesin w jednostce objętości cieczy lub gazu, objętość zawiesiny, oznaczony stosunek współczynników załamania światła dla zawiesiny oraz ośrodka i d ł u g o ś ć f a l i ś w i a t ł a.

Wzór Rayleigha ważny jest dla przypadków, w których rozmiary zawiesin są znacznie mniejsze od długości fali światła.

Otóż z wzoru tego wynika, że gdy przepuści się światło b i a ł e przez dany ośrodek mętny, to osłabienie wiązki światła na jej drodze przez ten ośrodek wystąpi najsilniej w tych b a r w a c h, k t ó r y c h d ł u g o ś ć f a l i j e s t n a j k r ó t s z a, to jest w barwach, leżących od fioletowej strony widma. Wiązka światła białego, przepuszczona przez ośrodek mętny i obserwowana z boku, wyda się zatem niebieska. Podobne zjawisko obserwuje się na minerale opalu i stąd nazwa opalescencji.

Zjawisko opalescencji zostało też zaobserwowane przy skraplaniu gazów, wówczas mianowicie, gdy gaz znajduje się w pobliżu stanu krytycznego. Zjawisko to było zagadką. Smoluchowski pierwszy je wyjaśnił na podstawie swej teorii nierównomierności gęstości w gazie.

Drogą skomplikowanych obliczeń, których przytoczyć tu nie możemy, udowadnia Smoluchowski, że w okolicy stanu krytycznego występują w gazie odstępstwa od stanu normalnego już tak wyraźne, że różne elementy objętościowe gazu wykazują prawie półtoraprocentowe różnice gęstości. Taka struktura gazu w pobliżu stanu krytycznego jest przyczyną opalescencji gazu w tym stanie. Dokonywując obliczeń dla pary eteru w stanie krytycznym, wskazuje Smoluchowski, że natężenie promienia świetlnego, przepuszczonego przez warstwę pary eteru o grubości 0,26 cm, zmniejszyłoby się już o połowę.

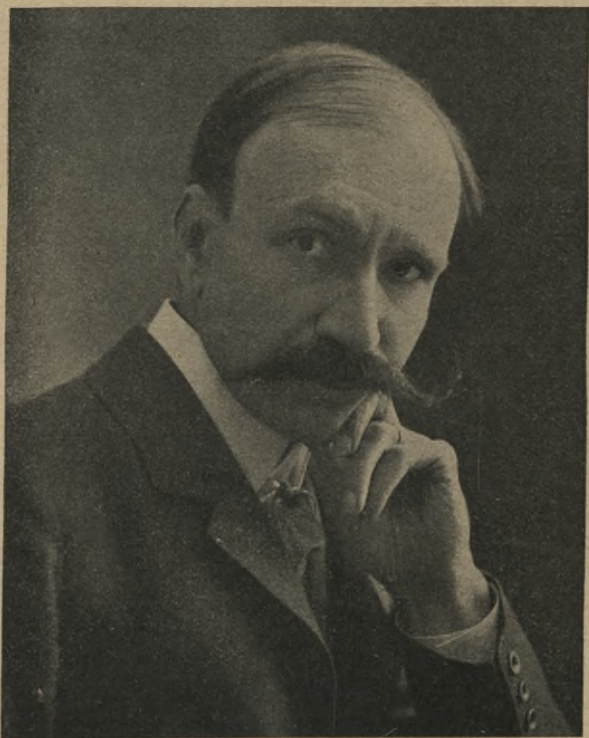
Swą teorię wahań gęstości gazu łączy też z teorią błękitu nieba, opracowaną przez lorda Rayleigha, a w której uczony ten tłumaczy zjawisko rozproszeniem światła słonecznego na powierzchniach drobin gazów wchodzących w skład powietrza. Smoluchowski modyfikuje teorię i dochodzi do wniosku, że ziarnistość struktury powietrza, jaka powstaje na skutek wahań gęstości w drobnych elementach przestrzennych, powinna wystarczyć do wystąpienia zjawiska błękitu nieba. Wykonywa doświadczenie, które potwierdza jego teoretyczne rozważania. Doświadczeniem tym, o którym już wyżej wspomnieliśmy, zrealizował Smoluchowski błękit nieba w pracowni. Środki, jakimi posłużył się w tym wspólnym doświadczeniu, to rura, starannie wewnątrz poczer-niona, kilka soczewek, nikole i źródło silnego światła. Silna wiązka światła, skupiona odpowiednio soczewkami, przepuszczona została przez gaz, znajdujący się w rurze. Wiązka światła, obserwowana z boku przez okienko, świeciła niebieskawym światłem.

* * *

Poza umiłowaną dziedziną kinetyki molekularnej, ileż oprócz tego problemów objął Smoluchowski swą twórczością! Interesował się problemem powstawania gór, erozji lodowców, zastanawiał się nad wysokością atmosfery ziemi i pla-

net, wyświecił tajemnicę błękitu nieba, odtwarzając go zarazem sztucznie w pracowni.

Smoluchowski był tedy niezwykle wszechstronnym badaczem. Interesowały go odległe nieraz od siebie dziedziny oprócz umiłowanej teorii kinetyczno-molekularnej, której triumf utrwalił i przed którą swymi epokowymi pracami rozwarł nowe horyzonty.



MAURYCY PIUS RUDZKI

— „Tęsknota za Podolem wróciła w czasie wielkiej wojny w r. 1914, prześladowała mnie zarówno w Zakopanem, jak i w Pradze. Dawniej była to tęsknota dziecka za domem rodzinnym, później tęsknota człowieka, urodzonego wśród pól i lasów, a zmuszonego żyć w mieście“.

Te słowa, wyjęte z pamiętnika Maurycego Piusa Rudzkiego, tłumaczą w pewnej mierze, dlaczego ich autor poświęcił się geofizyce czyli fizyce ziemi. Urodzony wśród pól i lasów, Maurycy Rudzki przez całe życie tęsknił za wolną, swobodną przestrzenią, za zielenią drzew i trawy, blaskiem rzecznych wód, grających srebrnymi lśnieniami w słońcu. Tęsknił za głosami pól, świergotem ptaków, cykaniem owadów, za czystym nieskażonym oddechem i wiatrem, niosącym woń kwiatów.

Gdziekolwiek był — zawsze tęsknił za pięknem Wołynia i Podola. Wychowywał się w miejscowości Czernelówce nad Słuczą. Tak pięknych dni letnich — wspomina potem z rozrzewnieniem — nigdy i nigdzie nie przeżywał. Krajobrazy i wzruszenia nadśluczańskie głęboko i na zawsze zapadły się w pamięci Rudzkiego. Rozległe, urzekające pięknem strony w okolicach Czernelówki były miejscem wypraw młodego chłopca w towarzystwie starszego brata czy przyjaznego i życzliwego rybaka Szymona. Niezapomniane były wycieczki, odbywane nocą przy świetle księżycowym. W srebrnej poświacie krajobraz nabierał tajemniczości. Nocne wyprawy tchnęły posmakiem przygody. Urzekały wyobraźnię i — na zawsze w niej przetrwały.

Umiłowanie przyrody było w Rudzkim żarliwe, fanatyczne. I ono przesądziło w znacznej mierze o dziedzinie jego nau-

kowych zainteresowań. Przyroda Wołynia i Podola wychowała niewątpliwie późniejszego badacza przyrody. Znamienne jest, że praca doktorska Rudzkiego dotyczyła geologii Podola. Europejską sławę zdobył sobie badaniami w dziedzinie geofizyki. Była to umiłowana nauka Rudzkiego. A nauka ta nasycona jest czarem przyrody, nie przyrody skarłowaciałej, tej, którą obserwujemy w laboratoriach, muzeach i ogródkach — jak pisze w wspomnieniu pośmiertnym o Rudzkim jego współczesny i wielki uczony, Smołuchowski. Nie, geofizyka tchnie urokiem tej przyrody, która przejawia swą wielkość i potęgę w najwspanialszych zjawiskach — na morzu, w górach, przy trzęsieniu ziemi, podczas burzy.

Geofizyka tai w sobie urok żywiołu i potęg naturalnych, sięgających miary kosmicznej. Zjawiska trzęsienia ziemi, powstawanie gór, budowa wnętrza ziemi, dynamika oceanów, a więc prądy, przyływy, fale — oto niektóre problemy geofizyczne.

„Przedmiotem geofizyki są stany i przemiany, ruchy i odkształcenia różnych części ziemi, jej wnętrza, skorupy, jej oceanów, mórz, jezior, rzek, atmosfery“ — tak określa Rudzki umiłowaną swą naukę (w Poradniku dla samouków).

Nie łatwo jest niespecjalistom wnikać w badania Rudzkiego, ocenić doniosłość i piękno prac, które zapewniły mu przodujące stanowisko w zakresie geofizyki. Nie roztrząsając tedy szczegółów, metod, ani wyników, przedstawimy w najogólniejszym zarysie niektóre zagadnienia, którymi zajmował się Rudzki.

Interesował go przede wszystkim zasadniczy problem geofizyki: rozmiary i kształt kuli ziemskiej. Na pozór rzecz wydaje się prosta. Systematyczne pomiary pozwalają przecież poznać kształt powierzchni ziemi i dokładnie obliczyć wzajemne odległości i wysokości różnych punktów globu. Zdawałoby się, że nie ma tu miejsca na wątpliwości i dociekania naukowe.

Cóż jednak znaczy na przykład, jeśli mówimy, że szczyt Kasprowy wznosi się 1988 metrów ponad poziom morza? Morze nie sięga przecież stóp Kasprowego. Albo tedy wyobrażamy sobie powierzchnię morza przedłużoną wśród lądów (np. w głęboko wciętych kanałach) aż pod sam Kasprowy i oznaczamy w pionowej linii odległość pomiędzy tą powierzchnią i szczytem — albo też wyobrażamy sobie, że od szczytu góry biegnie powierzchnia pozioma aż nad morze i tu obliczony zostaje odstęp¹.

Sprawa przedstawiałaby się bardzo prosto, gdyby powierzchnia morza była zupełnie płaska lub też dokładnie kulista. Tymczasem jest to powierzchnia o kształcie bardzo zawiłym, obniżona naogół na oceanach, a spiętrzona w nieregularny sposób bliżej brzegów kontynentów wskutek przyciągania przez masy lądowe. Jak tedy wyobrazić sobie przedłużenie takiej powierzchni morskiej wśród kontynentów? Trzeba dokonać obliczeń teoretycznych, przy których uwzględnić należy gęstość skał i kształt wzniesień lądowych.

Powierzchnia taka, złożona z powierzchni morza i z jej obliczonych przedłużeń wśród lądów nosi miano *geoidy*. Otóż Rudzki wymyślił udoskonaloną metodę jej obliczenia.

Innym działem badań, w którym zasłynął Rudzki jako wybitny specjalista, była *seismologia*. Jest to jeden z najciekawszych działów geofizyki. Trzęsienia ziemi są bowiem zjawiskami, które pozwalają poznać budowę wnętrza ziemi. Strukturę jakiegoś przezroczystego ciała można poznać, prześwietlając je; przesyłamy przez nie fale świetlne i obserwujemy ich przebieg. Zachodzi tu pewna analogia ze zjawiskami seismicznymi: sposób, w jaki fale trzęsienia przechodzą przez ciało ziemi, poucza nas o wewnętrznym jej stanie.

¹ Przykład zaczerpnięty z wspomnienia pośmiertnego o Rudzkim pióra M. Smoluchowskiego.

Nie można co prawda eksperymentować tu dowolnie, lecz trzeba czekać, aż nadarzy się sposobność obserwowania trzęsienia ziemi. Sposobności takich jest dosyć. Nagłe wstrząsy i drgania skorupy ziemskiej nie są bynajmniej tak rzadkim zjawiskiem, jak na ogół się wydaje. W rzeczywistości ziemia rzadko kiedy wolna jest od drgań. Są one jednak często tak słabe, że dają się wykryć jedynie przy pomocy czułych przyrządów. Kilkadziesiąt tysięcy trzęsień ziemi rocznie uchodzi naszej uwagi. Silniejsze wstrząsy również nie są rzadkością. Także uchodzą jednak uwagi, jeśli — jak to często bywa — zdarzają się w miejscowościach nie zamieszkanym lub na dnie oceanów. Dopiero wówczas wiemy o nich, gdy zdarzają się w zaludnionych okolicach, siejąc śmierć, zagładę i spustoszenie.

Na rok przypada kilkadziesiąt tysięcy trzęsień, rejestrowanych przez liczne stacje seismograficzne na całym świecie; nie brak tedy materiału doświadczalnego dla wysnucia wniosków o budowie wnętrza ziemi.

Kamień, rzucony do stawu, wytwarza fale, rozchodzące się po powierzchni wody. Podobnie trzęsienie ziemi wywołuje powstanie fal w ziemi. Są one trzech rodzajów:

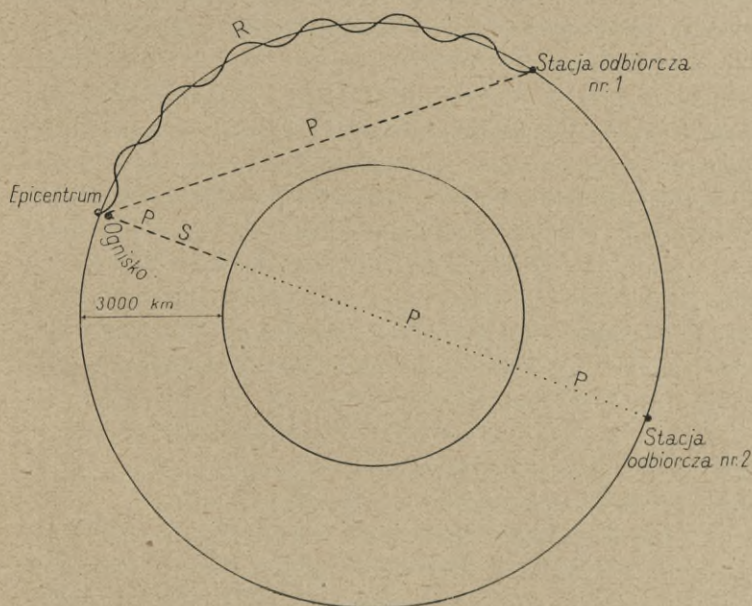
1. tak zwane fale pierwotne (P), docierające przede wszystkim do miejsca obserwacji,
2. fale wtórne (S) i
3. fale, rozchodzące się po powierzchni (R).

Wszystkie fale wychodzą z ogniska (rys. obok), czyli centrum seismicznego. Drgania fal pierwotnych (P) odbywają się w płaszczyźnie ich kierunku rozchodzenia się. Są to fale podłużne. Są one analogiczne do fal głosowych w powietrzu.

Drgania fal wtórnych (S) odbywają się w płaszczyźnie prostopadłej do linii ich drogi. Są to fale poprzeczne. Podobne są do fali, rozchodzącej się na przykład wzdłuż wstrząsanego, długiego pręta.

Fale pierwotne są szybsze od wtórnych. Notując różnicę

czasu między przyjściem obu tych fal do miejsca obserwacji, można obliczyć odległość ogniska i określić, gdzie powstało trzęsienie. Podobnie, jak odległość pioruna ocenić można (w przybliżeniu) na podstawie czasu, jaki upływa między zabłyśnięciem a dojściem głosu do ucha.



Badanie odległych trzęsień rzuciło światło na budowę wnętrza ziemi. Zauważono, że jeśli odległość pomiędzy ogniskiem a stacją rejestrującą jest tak duża, iż fale schodzą w głąb ziemi poniżej 3.000 kilometrów, to fale S (poprzeczne) nie docierają wcale do miejsca obserwacji. Na rysunku powyżej dochodzą do stacji Nr 2 tylko fale P (podłużne).

Tłumaczy się to tym, że fale podłużne przechodzą przez ciała płynne lub plastyczne, a fale poprzeczne S przez takie ciała nie mogą przejść. Wnioskujemy tedy, że wewnątrz ziemi

na głębokości poniżej 3.000 kilometrów jest w stanie płynnym lub półpłynnym.

Trzeci typ fal wytworzony jest przez fale P dochodzące do powierzchni ziemi tuż ponad ogniskiem (na rys. str. 85 punkt E) i wywołujący tu fale powierzchniowe R rozprzestrzeniające się z szybkością około czterech kilometrów na sekundę. Przy trzęsieniach ziemi te właśnie fale są sprawcami największego zniszczenia.

Rudzki zainteresował się bliżej dwoma zagadnieniami. Zauważył przede wszystkim, że skały, z których składa się zewnętrzna skorupa ziemi — nie są ciałami równokierunkowymi, to jest takimi, których własności fizyczne są niezależne od kierunku. Posiadają natomiast, jak łupki, gnejsy, a także wiele granitów — strukturę różnokierunkową. W różnych płaszczyznach przejawiają takie ciała różne właściwości, np. różną sprężystość. Otóż Rudzki dowodzi na podstawie subtelnej analizy matematycznej, że w takich ciałach powstają na ogół nie tylko dwie różne fale, podłużna i poprzeczna, ale trzy fale o charakterze mieszanym podłużno-poprzecznym.

Ze źródła zaburzenia rozchodzą się zatem trzy wstrząśnienia, z prędkościami różnymi w różnych kierunkach.

Badania Rudzkiego stanowiłyby zupełny przewrót w poglądach na zjawiska seismiczne, gdyby istotnie całą kulę ziemską należało uważać za złożoną z materiałów różnokierunkowych, przejawiających rozmaite właściwości sprężyste w różnych płaszczyznach.

Rudzki sam jednak zwrócił uwagę na to, że chodzi zapewne o zewnętrzne tylko warstwy, aż do głębokości jakich 100—120 kilometrów. Natomiast wewnątrz ziemi tj. pozostałe 6300 kilometrów można uważać za materiał w przybliżeniu równokierunkowy. Zjawiska, rozważane przez Rudzkiego, mogą tedy odgrywać większą rolę tylko w zewnętrznych warstwach ziemi.

Źródło trzęsień ziemi leży zazwyczaj na niewielkiej sto-

sunkowo głębokości pod powierzchnią ziemi. Jest to również ważny wynik badań Rudzkiego. Podał on wzór, na podstawie którego można obliczyć głębokość ogniska wstrząsów. Obliczył na przykład tę głębokość dla trzęsienia ziemi w Kalabrii (1905) na 7 kilometrów, dla trzęsienia w San Francisco (1906) na 16—32 kilometry.

Podobnie w wielu innych wypadkach uzyskiwano z obliczeń głębokości mniejsze niż 120 kilometrów.

Oznaczałoby to, że 120 kilometrów jest głębokością, poniżej której nie sięgają już wpływy zewnętrznych ciśnień, spowodowane na przykład kurczeniem się ziemi, a zakłócające równowagę. Głębsze warstwy o wysokiej temperaturze, podlegające olbrzymim ciśnieniom, muszą odznaczać się większą znacznie plastycznością niż warstwy zewnętrzne.

Pokrewne zagadnienie, związane z budową wnętrza ziemi, rozważa Rudzki w swej rozprawie zatytułowanej „Odształcanie się ziemi pod ciężarem wielkich lodowców“.

Rudzki oparł się na fakcie, że w Szwecji i Norwegii znaleziono dowody, iż podczas epoki lodowej morze sięgało znacznie wyżej niż obecnie; w zewnętrznych częściach Skandynawii do 280 metrów ponad dzisiejszy poziom. Albo też należałoby powiedzieć, że ląd położony był wówczas o tyle metrów niżej. Przyczyną tego zjawiska mógł być ciężar powłoki lodowej. Pokrywała ona olbrzymie obszary. Musiała zgnieść i przytłoczyć warstwy skorupy ziemskiej. Otóż Rudzki wykazał, że powłoka lodowa musiałaby mieć grubość 7.000 metrów, by ciężarem swym przygnieść skorupę ziemską i wywołać różnicę poziomu, stwierdzoną w Skandynawii. Siedmiokilometrowej wysokości masa lodowcowa wyjaśnia zjawisko, gdy założymy, że ziemia ma właściwości stałego ciała sprężystego.

Inaczej przedstawia się sprawa, gdy przyjąć, że zewnętrzne warstwy unoszą się na pokładzie elastycznym, że uginają się pod ciężarem lodu, by po jego stopieniu znów

się wznieść. Przy takim założeniu obniżenie ładu skandynawskiego mogło być wywołane — jak obliczył Rudzki — naciskiem masy lodowej grubości 933 metrów. Jest to liczba znacznie prawdopodobniejsza od pierwszej.

Wspomniemy o jednym jeszcze słynnym zagadnieniu, którym zajmował się Rudzki: był to problem wieku Ziemi. Rudzki oparł swoje wyliczenia na założeniu, że Ziemia stygnie wskutek ciągłej utraty ciepła, i rozważał skurczenie powierzchni ziemi wskutek stygnięcia.

Wyobrażając sobie wyprostowane warstwy odległej epoki sylurskiej wraz z wszystkimi fałdami gór, Rudzki wyliczył, że zajmowały wówczas powierzchnię większą o osiem bez mała milionów kilometrów kwadratowych, niż dzisiejsza powierzchnia Ziemi. Aby nastąpiło takie skurczenie, musiało — według obliczeń Rudzkiego — upłynąć 139—486 milionów lat (tak znaczna rozpiętość liczb zależy od dobrania pewnych współczynników niedokładnie znanych).

Założenia, na których oparł się Rudzki, straciły podstawę z chwilą odkrycia pierwiastków promieniotwórczych. Wywiązują one bezustannie ciepło¹. Pojawiło się tedy pytanie, czy wytwarzane w łonie Ziemi ciepło nie wyrównywa, a nawet nie przewyższa strat ciepła, które ponosi Ziemia wskutek promieniowania na zewnątrz. Tym samym wyłoniła się wątpliwość, czy Ziemia w ogóle stygnie?

Rudzki sam odwołał w 1913 r. swe dawne obliczenia, wskazując natomiast na nowe metody oznaczenia wieku Ziemi, jakie wyłoniły się z badań nad przemianami pierwiastków promieniotwórczych.

Rozmiary i kształt Ziemi, budowa wnętrza globu, zjawiska trzęsień ziemi i odkształceń z epoki lodowcowej, wiek Ziemi — oto główne tematy badań Rudzkiego. Ponadto jed-

¹ Patrz rozdział o Marii Skłodowskiej-Curie, str. 108.

nak interesowały go liczne inne problemy, w mniejszej zawarte skali, lecz na których temat pozostawił szereg cennych i ciekawych przyczynków.

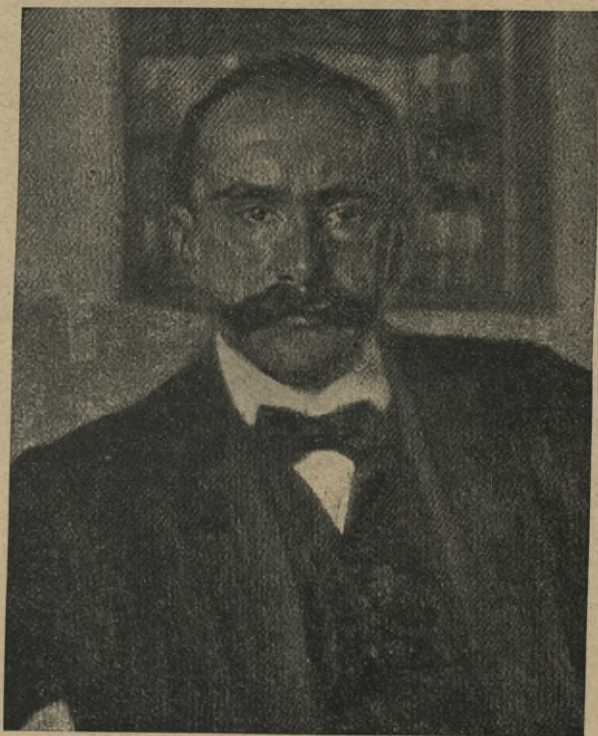
Całokształt umiłowanej swej nauki przedstawił Rudzki w pięknym dziele pt. „Fizyka Ziemi“. Jest to dzieło naukowe na wskrós oryginalne, w którym przedstawione są liczne (nie wszystkie niestety) zasadnicze problemy geofizyki, a przy tym uwzględnione są własne badania autora. „Fizyka Ziemi“ została przełożona na niemiecki.

Rudzki był nie tylko wybitnym geofizykiem. Odznaczał się też niepospolitą erudycją matematyczną, tym bardziej zadziwiającą, że zdobytą własnym wysiłkiem i pracą samouctwa. Na język matematyczny przełożył cały szereg problemów, związanych ze zjawiskami fizycznymi, zachodzącymi we wnętrzu Ziemi, czy na jej powierzchni, na lądzie i na oceanach. „Wzbogacał matematykę problemami natury“ — wyraził się ktoś o Rudzkiem.

Odrębną charakterystykę należałoby też poświęcić Rudzkiemu, jako astronomowi. Był autorem dwutomowego dzieła niepospolitej wartości pt. „Astronomia teoretyczna“ oraz pięknej, popularnej książki pt. „Gwiazdy i budowa wszechświata“.

Zajmował się tedy Rudzki geofizyką, astronomią, matematyką.

W najbardziej umiłowanej nauce — geofizyce — plon pracy Rudzkiego był równie wielki, jak problemy, które podejmował. Uniwersalny jego umysł był równie fanatyczny w umiłowaniu prawdy, jak żarliwy w umiłowaniu przyrody. W niepospolitej wielostronności swej pracy twórczej, którą wzbogacił zarówno geofizykę, jak astronomię i matematykę, wielki przyrodnik był zarazem i przede wszystkim wielkim miłośnikiem przyrody.



TADEUSZ GODLEWSKI

Tadeusz Godlewski urodził się we Lwowie dnia 4 stycznia 1878 r. Okres dzieciństwa — do dziesiątego roku życia — spędził w Dublanach pod Lwowem, gdzie ojciec jego, profesor Emil Godlewski, wykładał fizjologię roślin w Wyższej Szkole Rolniczej.

Młody Tadeusz odznaczał się od wczesnego dzieciństwa wesołym, pogodnym usposobieniem, żywą ciekawością i niepospolitą łatwością przyswajania sobie wszelkich wiadomości i wyjaśnień, o które natrętnie i uporczywie nagabywał otoczenie.

Atmosfera domu rodzinnego sprzyjała rozwojowi młodego chłopca. Tadeuszem i jego dwoma starszymi braćmi, Marianem i Emilem, opiekowała się głównie matka, Zofia Godlewska (siostra profesora prawa międzynarodowego na Uniwersytecie Jana Kazimierza). Dla rozbudzenia w dzieciach bliższego zainteresowania dla przyrody Zofia Godlewska uczy się sama zoologii i botaniki. Pomaga synom w oznaczaniu nazw owadów i roślin. Ona też, przepisując prace naukowe profesora Emila Godlewskiego, staje się łącznikiem między ojcem i dziećmi, wyjaśnia im — jak umie — zagadnienia, którymi uczony zajmował się w pracowni. Profesor Emil Godlewski dzielił się swymi zainteresowaniami z żoną. Dla dzieci był jednak na ogół nieprzystępny. Przede wszystkim tedy matce zawdzięczał młody Tadeusz znaczny jak na swój wiek zasób wiadomości przyrodniczych.

Dwaj starsi bracia Tadeusza mieli nauczyciela, który przebrał z nimi program niższego gimnazjum (dawnego typu), przygotowując ich do egzaminu wstępnego do gimnazjum wyższego. Tadeusz był za młody, by uczyć się wraz z braćmi.

Stale jednak i z własnej woli uczestniczy w lekcjach starszych braci. Zdradza niepowszednią bystrość umysłu. Nierzadko wyprzedza braci w odpowiedziach.

Z własnej woli uczęszcza też na... wykłady chemii, prowadzone dla uczniów niższej Szkoły Rolniczej. Przeważna część wykładów była naturalnie za trudna dla małego słuchacza. Zdarzało się tedy, że zasypiał na ławce, a potem opowiadał w domu, że „chemia interesująca, ale śpiąca“.

Do niższego gimnazjum uczęszcza Tadeusz Godlewski we Lwowie. Mieszka razem z braćmi na stancji. Przejawia wybitne zdolności, a przy tym wszechstronne zainteresowanie dla wszystkich przedmiotów. Chłonność młodego umysłu i łatwość uczenia się są zdumiewające. W odrabianiu domowych ćwiczeń Tadeusz wyprzedzał braci. Ponoślił go wówczas żywy, swawolny temperament. Po szybkim przygotowaniu lekcyj nalepiał sobie na czoło kartkę z napisem „Nudzę się“. Uważał to za dostateczny pretekst do przeszkadzania braciom i do różnych psot.

Godzi się przyjrzeć świadectwom szkolnym Tadeusza Godlewskiego, jako ucznia niższego gimnazjum. Są to — wszystkie bez wyjątku — świadectwa „celującego stopnia“. Jedne wydają się wiernym i ścisłym powtórzeniem drugich. We wszystkich widnieje nieodmiennie ocena „celujący“ z wszystkich przedmiotów. Ambicja i zdolności wysuwają Tadeusza Godlewskiego na stanowisko prymusa.

Wskutek przewlekłej, wielomiesięcznej choroby tyfusu powstaje w nauce szkolnej roczna przerwa. Do wyższego gimnazjum uczęszcza chłopiec w Krakowie, gdzie ojciec objął katedrę na wydziale rolniczym Uniwersytetu Jagiellońskiego.

Nauka fizyki i matematyki przychodzi Tadeuszowi Godlewskiemu z łatwością. Jednak w wyższym gimnazjum interesuje się raczej naukami humanistycznymi. Uczy się na pamięć długich ustępów z ksiąg Homera i poetów polskich, Mic-

kiewiczza, Słowackiego, a przede wszystkim ulubionego Asnyka.

Te zainteresowania i zamiłowania zdają się przesądzać, jaki kierunek studiów wybierze po ukończeniu gimnazjum Tadeusz Godlewski. Otoczenie rodzinne widzi w nim przyszłego uczonego-humanistę.

Świadectwa szkolne z gimnazjum krakowskiego to znów — wszystkie bez wyjątku — „świadectwa pierwszego stopnia z odznaczeniem“. Są wszystkie do siebie łądząco podobne. Zdają się kopiami. Celujący, celujący, celujący... Ze wszystkich przedmiotów ta sama nieodmiennie ocena. Na wszystkich świadectwach od klasy trzeciej do ósmej.

Tak samo powtarza się ta najlepsza ocena ze wszystkich przedmiotów na świadectwie dojrzałości. Odmienna tylko figuruje na nim ocena z języka niemieckiego i polskiego: „celujący z odznaczeniem“.

Egzamin maturalny, złożony w 1897 r., wślawił imię Tadeusza Godlewskiego wśród krakowskich nauczycieli. Tytułem do sławy była zadziwiająca obfitość cytatów z autorów polskich, klasycznych i niemieckich, recytowanych z pamięci przez Tadeusza Godlewskiego na poparcie wyrażonych poglądów i myśli.

Natychmiast po maturze realizuje Tadeusz Godlewski od dawna zamierzony projekt: podróż do Włoch. Przez cały czas nauki gimnazjalnej odkładał na tę podróż zarobek za korepetycje. Uzbierał około dwustu koron austriackich. Spędził za te oszczędności miesiąc we Włoszech, zwiedził główne miasta, śpiąc przeważnie w wagonie kolejowym i żywiąc się u końca podróży samymi pomarańczami.

Była to pierwsza z licznych podróży turystycznych, w których Tadeusz Godlewski zaspokajał swój głód wrażeń i ciekawość obcych krajów. Zwiedził w późniejszych latach Francję, Niemcy, Szwajcarię, Włochy, Szwecję, Norwegię, Anglię, Północną Amerykę, Egipt.

Wszechstronne zainteresowania sprawiły, że Tadeusz Godlewski nie był nawet po maturze zdecydowany, jaki obierze kierunek dalszych studiów.

Niezwykła łatwość, z jaką uczył się matematyki i fizyki, skłaniają go do wstąpienia na wydział matematyczno-fizyczny uniwersytetu. Decyzja ta powzięta zresztą została bez entuzjazmu. Tadeusz Godlewski studiuje bez zapału, nie wykracza poza programem przepisane obowiązki, nie czyta fachowej literatury. Natomiast interesuje się żywiej zagadnieniami filozoficznymi, szukając w nich „dziejów myśli ludzkiej“.

Dla fizyki nie zdradzał szczególnego zamiłowania. Niespodziane „nawrócenie“ i rozbudzenie głębokich zainteresowań dla fizyki następuje pod wpływem profesora Augusta Witkowskiego. Jego wykłady, pełne głębokiego umiłowania nauki, urzekły Tadeusza Godlewskiego. Skierowały go na drogę studiów fizycznych. Profesor August Witkowski był ojcem duchowym przyszłego uczonego.

Po ukończeniu studiów uniwersyteckich Tadeusz Godlewski pełni obowiązki asystenta przy katedrze fizyki profesora Witkowskiego. Potem w r. 1903 wyjeżdża do Sztokholmu, do laboratorium fizycznego wybitnego uczonego, profesora Arrheniusa.

W roku następnym udaje się do Montrealu (w Kanadzie), do laboratorium najwybitniejszego z fizyków współczesnych, profesora Rutherforda. Styka się po raz pierwszy z problemami promieniotwórczości. Nowe i rozległe horyzonty, jakie roztacza młoda wówczas nauka o promieniotwórczości, skłaniają Tadeusza Godlewskiego do pracy badawczej w tej dziedzinie. Pobyt w Montrealu przesądził tedy o kierunku pracy młodego uczonego. Do końca swego przedwcześnie zgasłego życia pozostał wierny dziedzinie badań nad promieniotwórczością.

Począwszy od r. 1905 ogłasza szereg rozpraw i przyczyn-

ków o promieniotwórczości. W Montrealu przeprowadza badania nad substancją promieniotwórczą, aktywnymi i powstającymi z niej w trakcie rozpadu¹ produktami. Z kolei ogłasza pracę o własnościach promieniotwórczych uranu, owego metalu, który pierwszy naprowadził na trop nowej, nieznanej własności materii¹. Potem ukazuje się publikacja o promieniach, wysyłanych przez aktywny i dwie piękne, przejrzyste nawet dla laika rozprawy „O budowie i rozpadaniu się atomów“ i „O ciałach promieniotwórczych“. Później pojawia się szereg prac, poświęconych specjalnie zagadnieniom z zakresu promieniotwórczości.

Badania swe podjął Tadeusz Godlewski w okresie formującej się dopiero nauki o promieniotwórczości. Nauka ta dopiero wschodziła. Uplłynęło zaledwie kilka lat od odkrycia radu. Pociągnięty nowymi nieprzeczuwanymi perspektywami, otwierającymi się przed fizyką, Tadeusz Godlewski staje się jednym z pionierów nowej wiedzy. Wykonawszy znakomitą pracę nad aktywnym w Montrealu, pracę, która zdobyła wysokie uznanie Rutherforda, Tadeusz Godlewski poświęca się po powrocie do kraju wyłącznie badaniom nad promieniotwórczością i tworzy specjalną w tym celu pracownię naukową na Politechnice Lwowskiej.

Na uczelni tej obejmuje w 1906 r. katedrę fizyki. Od r. 1908 do 1910 jest dziekanem wydziału chemicznego.

Oddając się pracy pedagogicznej i badaniom ciał promieniotwórczych, nie wyzbywa się Tadeusz Godlewski swych zamiłowań ubocznych. Interesuje się żywo zagadnieniami filozoficznymi, literaturą i sprawami politycznymi, związanymi z kwestią polską. Głęboko przywiązany do życia, umiał cenić wszystkie jego radości. Przetrwała w nim do ostatnich dni żywość usposobienia, która w dzieciństwie wyładowywała się w psotach i figlach.

¹ Patrz str. 117.

Zupełnie inny był natomiast w pracowni. Tu całą swą istotą skupiał się na pracy badawczej. „Na progu laboratorium opuszczają mnie wszystkie płóche myśli“ — zwykł był mawiać.

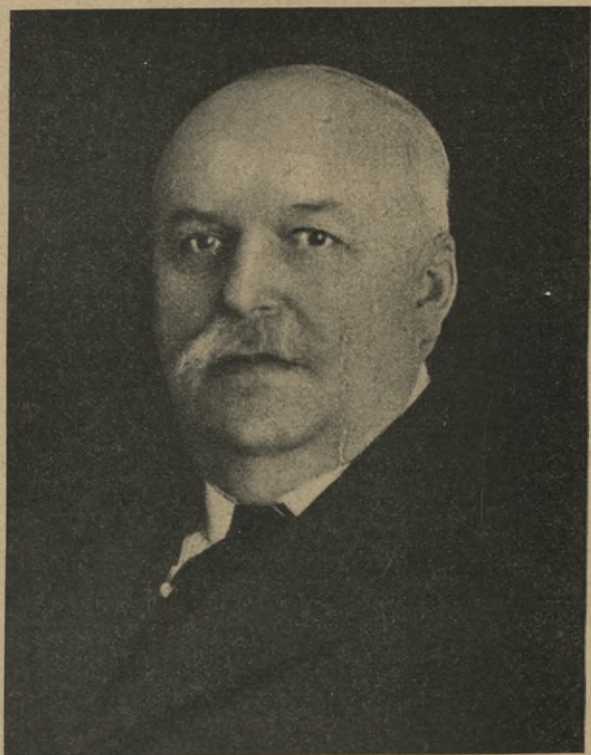
Wybuchła wojna. Politechnikę Lwowską przemieniono na wielki szpital. Szczupła pracownia w jednym pokoju była biblioteką i laboratorium Tadeusza Godlewskiego. Tu wpada na trop nowych koncepcyj w dziedzinie promieniotwórczości.

Listopad lwowski 1918 roku zastał go na stanowisku rektora Politechniki, której młodzież pierwsza zaczęła stawiać opór najazdowi.

Tadeusz Godlewski zajął się szpitalem, w którym spoczywali żołnierze wielkiej wojny obok młodzieży i ludności Lwowa, rannej w walkach ulicznych. Dostęp do Politechniki wiodł przez niebezpieczne strefy. Tadeusz Godlewski przemykał się wśród świstu kul karabinowych, aby pełnić obowiązki rektorskie w uczelni, przemienionej na szpital, aby przewodzić gronu profesorskiemu w naradach nad reorganizacją studiów, a także w obmyśleniu środków zabezpieczenia szpitala, gęsto ostrzeliwanego. Był w jednej osobie rektorem, samarytaninem, obywatelem na zagrożonej placówce. Oblężenie Lwowa przetrwał wraz z żoną i dwojgiem dzieci w mieście.

W r. 1920 powraca z dawnym zapałem do pracy naukowej. Niedługo miała już potrwać. Szczupła pracownia nie uchroniła uczonego przed szkodliwym działaniem ciał promieniotwórczych, a nadto nieszczelność gazowego przewodu w laboratorium spowodowała przewlekłe zatrucie tlenkiem węgla (czadem), zawartym w gazie świetlnym. Lekarze byli bezsilni wobec choroby zbyt późno ujawnionej. 28 lipca 1921 r. Tadeusz Godlewski schodzi z tego świata. Liczy 43 lata. Tragedia przedwczesnej śmierci przecięła pasmo twórczości naukowej, znajdującej się w pełni rozkwitu.

Przed zgonem wyraził Tadeusz Godlewski życzenie, by nie wygłaszano nad jego trumną mów pogrzebowych. Drugim swym życzeniem rozstający się z życiem uczony wystawił świadectwo wzruszającej miłości i kultu matki. Prosił przed zgonem, aby „włosy matki włożyć mu do trumny“.



JÓZEF WIERUSZ KOWALSKI

Józef Wierusz Kowalski pochodził ze sfery ziemiańskiej. Był synem dr. Tadeusza Kowalskiego, wybitnego działacza społecznego i pioniera wiedzy rolniczej w ówczesnym Królestwie Kongresowym. Józef Kowalski urodził się 16 marca 1936 r. w Puławach, gdzie ojciec jego był wówczas profesorem Wyższego Instytutu Rolniczego.

Dzieciństwo upłynęło w majątku ojcowskim w Lubelskim, Olbięcinie. Józef Kowalski wcześniej utracił matkę. Wychowaniem jego zajął się troskliwie ojciec, człowiek niepospolitej wiedzy i światłego umysłu.

Dla uniknięcia przez czas możliwie najdłuższy rosyjskiej szkoły zorganizowano dla Józefa i jego młodszego brata nauczanie domowe. Stało ono na wysokim poziomie. Do Olbięcina sprowadzono kilku doskonałych nauczycieli oraz nauczycielek. Nauka była kosztowna, jej rezultat jednak wart był najwyższej choćby ceny. Wysiłek zespołu nauczycieli, skupiony na dwóch uczniach, stworzył doskonałe i niezastąpione warunki rozwoju dla młodego umysłu. Tym bardziej, że Józef Kowalski przejawiał wybitne i wielostronne zdolności. Miał żywy umysł i wyjątkową pamięć. Opanował znakomicie we wczesnej młodości języki francuski i niemiecki. Naukę historii i znajomość literatury pogłębiał dzięki bogatej bibliotece w domu ojcowskim.

Umysł młodego chłopca i jego zdolności rozwijały się tedy w wyjątkowych, sprzyjających warunkach. Nauczanie domowe, znacznie przewyższające ówczesny system szkolny, trwało do klasy czwartej. Dalszą naukę musiał już Józef Kowalski pobierać w gimnazjum warszawskim. Szkolną wiedzę

przyswaja sobie z niezwykłą łatwością. Wyróżnia się zdolnościami matematycznymi.

Po ukończeniu gimnazjum Józef Kowalski wstępuje na wydział prawny Uniwersytetu Warszawskiego. Wybór wydziału, dokonany zresztą wyłącznie niemal pod wpływem i za namową najbliższego otoczenia, wskazuje na to, że przyszły uczoney daleki był myślą po ukończeniu szkoły od późniejszej swej specjalności i dziedziny badań naukowych: fizyki.

Wydział prawny porzuca jednak po niespełna roku. Zainteresowania matematyczno-fizyczne z okresu gimnazjalnego budzą się niespodzianie, potęgują i wzrastają. Nie tylko nie pozwalają zdusić się i odsunąć na dalszy plan przez zamierzone studia prawnicze, lecz zwyciężają i doprowadzają do zmiany kierunku studiów. Józef Kowalski przenosi się do Getyngi, której Uniwersytet oddawna słynął jako jedna z najświetniejszych uczelni w zakresie matematyki i fizyki.

Od samego niemal początku studiów w Getyndze zamiłowania fizyczne zaczynają u Józefa Kowalskiego górować nad matematycznymi. Badania i eksperymenty, do których czuł pociąg, dawały pierwszeństwo fizyce. Ona też staje się specjalnością Józefa Kowalskiego.

W r. 1899 otrzymuje on doktorat filozofii na podstawie rozprawy o wytrzymałości szkła. Badania polegały na rozrywaniu szkła, poddawanego różnego rodzaju odkształceniom.

W tymże roku, na jesieni, przybył Kowalski do Berlina na dalsze studia w słynnej podówczas pracowni profesora Kundta. Berlińskie studia silnie zaważyły na późniejszej pracy naukowo-badawczej oraz pedagogicznej Józefa Kowalskiego. Pracownia profesora Kundta nie ograniczała się do jednej, obranej za specjalność dziedziny. Przeciwnie, życzeniem kierownika było, aby każdy pracownik wnosił interesujące go zagadnienia i własne pomysły. Ponadto każda nowa doniosła zdobycz fizyki stawała się przedmiotem dalszych badań. Na tygodniowych zebraniach omawiano postępy fizyki

i bieżącą literaturę. Pracownia berlińska dawała obraz całej fizyki współczesnej. Atmosfera tej pracowni i system pracy naukowej wiele dały korzyści późniejszemu badaczowi i pedagogowi, choć pobyt jego w Berlinie trwał nie długo.

Wybitny uczony i odkrywca, profesor Roentgen z Würzburga zwraca się w owym czasie do kierownika pracowni berlińskiej, by wskazał mu kandydata na stanowisko asystenta. Spośród licznego zastępu zdolnych, młodych fizyków wybrany zostaje Józef Kowalski.

W Würzburgu przebywa rok. Zupełnie nieoczekiwanie następuje potem w życiu Kowalskiego zwrot, który zdaje się zapowiadać przejście od wiedzy czystej do praktyki. Młody uczony porzuca zagadnienia czysto badawcze. W r. 1891 przenosi się na Politechnikę do Zurychu. Obejmuje asystenturę przy katedrze elektrotechniki i uzyskuje wkrótce tytuł inżyniera. Fakt ten ważką potem odegrał rolę w życiu Józefa Kowalskiego.

Dla pogłębienia studiów w dziedzinie elektrotechniki udaje się on do Paryża. Wreszcie po tak wielostronnych i rozległych studiach zostaje w 1892 r. docentem fizyki i chemii fizycznej na uniwersytecie w Bernie.

Przełomową datą w karierze naukowej Józefa Kowalskiego był rok 1894. Kierownik wydziału oświaty kantonu fryburskiego zwraca się do niego z podwójną propozycją: utworzenia wydziału przyrodniczego na Uniwersytecie Fryburskim i objęcia katedry fizyki; a równocześnie nowy profesor miał zostać kierownikiem eksploatacji sił wodnych Kantonu. Wyzyskanie energii miejscowych wód miało dostarczać środków pieniężnych na potrzeby nowego wydziału.

Przed Kowalskim staje trudne i odpowiedzialne zadanie, przerastające zda się siły jednego człowieka. Teraz coprawda użyteczne miały się okazać studia techniczne, odbyte na zurychskiej Politechnice. Dzięki wykształceniu zarówno nauko-

wemu jak technicznemu Józef Kowalski mógł objąć stanowiska tak różne, jak katedrę uniwersytecką i kierownictwo eksploatacji sił wodnych. Lecz połączenie równoczesne tych dwóch stanowisk zdawało się niemożliwe dla jednego człowieka.

Jednak Kowalski przyjmuje obie propozycje. Nastaje nowy okres jego życia. Okres, w którym godzi pracę naukową z pracą techniczną w wielkim stylu. Sprostął też zadaniu. Pracował całymi dniami. Wykładał, organizował pracę w laboratorium, prowadził własne badania, a jednocześnie kierował dziełem technicznym na wielką zakrojonym skale.

Mimo tak absorbujących zajęć uczony nie zapomina o swej powinności wobec niewolnej ojczyzny. Dom Józefa Kowalskiego stał się nieoficjalną niejako ambasadą — jeśli nie Polski, którą przemoc zaborcza skula w kajdany, to polskości. Dom Kowalskiego był miejscem spotkań i zebrań najwybitniejszych osobistości ze świata naukowego, politycznego, artystycznego, a zarazem ogniskiem propagandy imienia i sprawy Polski. Ponadto dom uczonego we Fryburgu był ostoją dla licznego grona Polaków, studiujących wówczas na tamtejszym uniwersytecie. Dzięki swym stosunkom i wysokiemu uznaniu u władz szwajcarskich Kowalski zdołał osiągnąć to, że po strajku szkolnym w Kongresówce wyższe uczelnie szwajcarskie zaczęły uznawać świadectwa dojrzałości polskich szkół prywatnych.

W działalności naukowej Józefa Kowalskiego okres fryburski był najważniejszy i najpłodniejszy. Od r. 1907 rozpoczyna badania optyczne. Problem *l u m i n e s c e n c j i*¹ stał się głównym i zasadniczym polem pracy naukowej Kowalskiego na przeciąg wielu lat.

Pierwsze prace zmierzają do jednolitego ujęcia zjawisk

¹ Patrz str. 142.

fluorescencji i fosforescencji¹, zjawisk, które kryły jeszcze wiele tajemnic niezbadanych.

Potem próbuje Kowalski sprawdzić koncepcję, podsuniętą mu przez Einsteina: czy energia promieniowania luminescencyjnego nie pochodzi w części z energii ruchu cząsteczkowego? Gdyby tak było, to fluorescencja winna była zmieniać się pod wpływem temperatury. Wraz bowiem z temperaturą zmienia się — jak wiemy — szybkość, a tym samym energia ruchu cząsteczek każdego ciała. Zależność ta potwierdziła się w doświadczeniach Kowalskiego, przeprowadzonych w temperaturach plus 18—20 stopni i minus 185 stopni.

Szczegółowe badania luminescencji rozpoczyna praca nad fosforescencją pewnych ciał i jej największym natężeniem — pod wpływem naświetlania promieniami nadfioletowymi¹.

W dalszym ciągu interesuje jednak przede wszystkim Kowalskiego zjawisko fosforescencji, wywoływanej w niskich temperaturach — w pobliżu dwustu stopni poniżej zera. Badaniom tym poświęcił szereg prac. Kowalski odkrywa nowe zjawisko, któremu nadaje miano fosforescencji postępowej. Odrębny i nowy rodzaj fosforescencji, wyróżniający się charakterystycznym widmem, stwierdził Kowalski u pewnych ciał naświetlanych promieniami nadfioletowymi. Przy czym zjawisko występuje jedynie poniżej pewnej temperatury i trwa tym dłużej, im bardziej temperaturę obniżamy. Z kolei ustalił Kowalski zależność, jaka zachodzi między nowo odkrytym zjawiskiem fosforescencji a budową chemiczną badanych ciał organicznych.

Badania w dziedzinie luminescencji stanowią główną zasługę naukową Józefa Kowalskiego.

Za prace badawcze nad fosforescencją w niskich temperaturach otrzymał w r. 1912 nagrodę „Harvard University“ w Bostonie.

¹ Patrz str. 144.

Drugą grupę prac Kowalskiego w okresie fryburskiej profesury stanowią badania nad wyładowaniami elektrycznymi przy wysokich napięciach. Prace te znalazły w wielu wypadkach zastosowanie praktyczne i techniczne.

Pośród licznych prac godzi się wymienić doświadczenia nad otrzymywaniem kwasu azotowego z powietrza w łuku prądu zmiennego o wysokim napięciu i częstości. Doświadczenia te wykonał Józef Kowalski wspólnie ze swym asystentem, a przyszłym Prezydentem Rzeczypospolitej, Ignacym Mościckim. Badania ówczesne stały się zresztą punktem wyjścia dla dalszych samodzielnych prac i doniosłych wynalazków Prezydenta Mościckiego.

Poza wymienionymi dwiema dziedzinami prac, Józef Kowalski zajmował się najrozmaitszymi zjawiskami i zagadnieniami fizyki współczesnej. Dalszą zaś dziedziną pracy były wynalazki i ulepszenia techniczne (nowy akumulator, zastosowanie promieni nadfioletowych do sterylizacji wody, to znaczy uwolnienia jej od bakteryj).

Obok działalności ściśle naukowej rozwijał też Kowalski podczas pobytu we Fryburgu działalność techniczną. W r. 1898 powołano go na stanowisko naczelnego inżyniera elektrycznych zakładów rządowych we Fryburgu i w tymże roku obrano go na rektora Uniwersytetu.

Rozległa i wielostronna działalność nie wyczerpała niepospolitej i wyjątkowej energii Józefa Kowalskiego. W epoce niewoli zaborczej dom jego — jak wspomniano — odgrywał rolę nieurzędowego przedstawicielstwa Polski na zachodzie. Wybitni uczeni, działacze społeczni i politycy poznają w domu fryburskim Kowalskiego sprawę polską.

Wybuch wojny światowej przerwał bujną i płodną pracę badawczą. Wraz z Paderewskim, Sienkiewiczem i innymi Kowalski organizuje polski komitet ratunkowy w Vevey. Staje na czele komitetu, który podjął na obczyźnie wydanie encyklopedii o Polsce. W r. 1915, gdy w Warszawie kładzie się

podwaliny uniwersytetu polskiego, Kowalski wziął urlop we Fryburgu i natychmiast pośpieszył do stolicy. Obejmuje wykłady fizyki w Uniwersytecie i Politechnice. Przystępuje do urządzenia zakładu fizycznego uniwersytetu, który zastał jako budynek bez instalacyj i przyrządów.

Niefortunnie jednak złożyło się, że w r. 1919, przy obsadzeniu katedr Kowalski mianowany został profesorem Politechniki, a tym samym odsunięty od Zakładu Uniwersyteckiego, który przygotowywał właśnie jako teren przyszłej pracy, zamierzając prowadzić dalej przede wszystkim badania nad luminescencją.

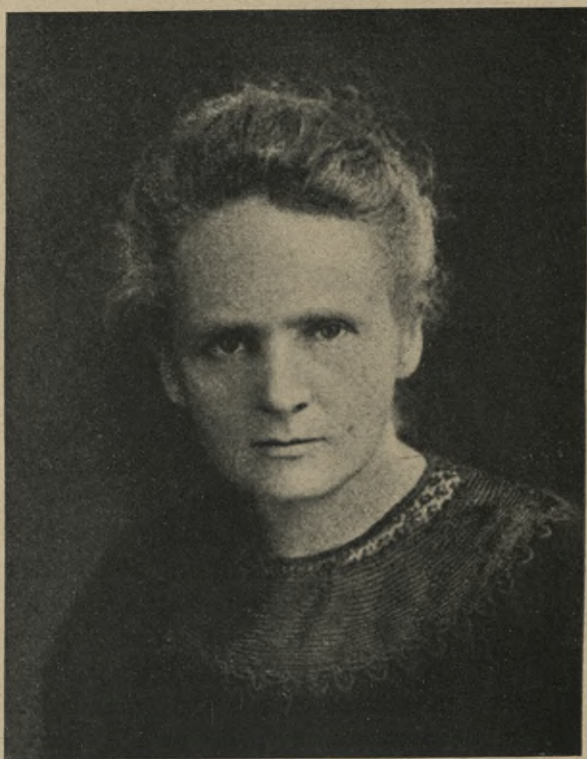
Kowalski postanawia wówczas rozstać się na pewien czas z nauką. Rozstanie to miało się okazać wbrew zamierzeniom ostateczne. Kowalski przyjmuje ofiarowane mu przez rząd Paderewskiego stanowisko posła przy Watykanie. Posiadał zresztą wyjątkowe kwalifikacje na to stanowisko: rozległe stosunki międzynarodowe, powagę naukową, niepospolity dar ujmowania sobie ludzi. Na nowym stanowisku zdobywa wielkie uznanie. Ocena dyplomatycznej działalności Kowalskiego wykracza jednak poza ramy naszej charakterystyki.

Raz jeszcze zbliżył się Józef Kowalski do umiłowanej nauki. W r. 1921 mianowany został posłem w Hadze. Nawiązuje wówczas stosunki z uczonymi i laboratoriami bliskiej Lejdy, światowej sławy ośrodka badań nad niskimi temperaturami. W r. 1924 Kowalski ogłasza przegląd własnych i cudzych prac nad luminescencją w niskich temperaturach, a wraz z wybitnym uczonym Kamerlingh Onnesem — wyniki doświadczeń nad fosforescencją w bardzo niskich temperaturach (ciekłego helu)¹. Naukowy świat holenderski oddaje do rozporządzenia Kowalskiego stypendia. Umożliwiły one kilku wybitnym fizykom polskim przeprowadzenie badań w słynnej lejdejskiej pracowni niskich temperatur.

¹ Patrz „Niskie temperatury“ str. 267.

Przeniesiony w r. 1924 na stanowisko poselskie do Wiednia, w r. 1926 — do Angory, Józef Kowalski śledził rozwój umiłowanej fizyki już tylko z książek i czasopism.

30 listopada 1927 r. po kilkudniowej chorobie umiera — zdala od ojczyzny, dla dobra której w sprawach politycznych oraz imienia w świecie nauki tyle zdziałał swą nieznużoną energią i świetnym talentem.



MARIA SKŁODOWSKA-CURIE

MARIA SKŁODOWSKA-CURIE¹

Maria Skłodowska urodziła się w Warszawie dnia 7 listopada 1867 r. Ojciec jej, Władysław Skłodowski, był nauczycielem gimnazjalnym fizyki i matematyki, a matka — przełożoną najlepszej wówczas pensji w Warszawie.

Maria Skłodowska była najmłodszą z pięciorga rodzeństwa. Naukę rozpoczęła, licząc zaledwie sześć lat. Najczęściej wywoływano ją podczas różnych wizytacyj szkolnych, by popisywała się swymi umiejętnościami, jako najmłodsza z uczenic.

W r. 1876 umiera matka Marii Skłodowskiej. Jest to tragiczne, pierwsze bolesne przeżycie dziewięcioletniej dziewczynki, głęboko przywiązanej do matki.

Po przedwczesnej śmierci żony Władysław Skłodowski poświęca każdą chwilę wolną od zajęć zawodowych wychowaniu i kształceniu dzieci. Wpływ ojca, człowieka o wybitnej inteligencji, szerokich zainteresowaniach i świątłych poglądach, silnie zaważył na rozwoju duchowym Marii Skłodowskiej. Ojciec zaszczerpił w młodym umyśle kult dla nauki.

Szkolna nauka Marii Skłodowskiej w niełatwych odbywała się warunkach. Ucisk władz zaborczych ciążył jak zmora nad młodzieżą polską. Prywatne szkoły, kierowane przez Polaków, były czujnie nadzorowane przez policję i przeciążone przymusowym nauczaniem języka rosyjskiego. Wydawanie prawomocnych dyplomów było wyłącznym przywilejem szkół rządowych. Rozpoczynając naukę w prywatnej

¹ Oparte w znacznej mierze na autobiografii: „Maria Skłodowska Curie o swoim życiu i pracach“. Wydawnictwo Towarzystwa Instytutu Radowego im. Marii Skłodowskiej Curie, Warszawa, 1935.

szkole, musiała jednak Maria Skłodowska przenieść się do rządowej. Atmosfera zaborczej szkoły nie sprzyjała swobodnemu rozwojowi dzieci. Bez przerwy podejrzewane i szpiegowane, wiedziały, że rozmowa w ojczystym języku lub niebaczne słowo mogły dotkliwie zaszkodzić nie tylko im samym, lecz również rodzinom. Atmosfera podejrzliwości i bunt, wzbierający w młodych duszach, tłumili radość dzieciństwa.

Ucieczką przed zmorą szkoły zaborczej był dom rodzinny. Ojciec Marii Skłodowskiej żywił głębokie zainteresowanie dla literatury pięknej, dla poezji zarówno polskiej jak obcej. Sam przekładał wiersze z innych języków. Własne jego wierszyki okolicznościowe budziły zachwyt dzieci. W sobotnie wieczory recytował z pamięci lub odczytywał arcydzieła poezji i prozy polskiej. W te wieczory zapadały się głęboko w umysły i dusze dzieci ziarna buntu przeciw zaborczej niewoli i wykwitały marzenia o niepodległej ojczyźnie.

Od wczesnego dzieciństwa objawiała Maria Skłodowska zamiłowanie do poezji. Uczyła się na pamięć długich utworów. Rozczytywała się w poezjach Słowackiego, Mickiewicza i Krasińskiego.

W szkole najłatwiej jej przychodziła nauka matematyki i fizyki. Wrodzone uzdolnienia w tym kierunku wspomagało i podsycalo obcowanie z ojcem, który sam nauczał tych przedmiotów.

Radosnym odpoczynkiem i wytchnieniem od wrogiej atmosfery nadzoru policyjnego i ucisku rusyfikacyjnego szkoły były wakacje, spędzane u krewnych lub przyjaciół na wsi. Tam dopiero — w gonitwach po lesie, wśród krajobrazu pól i łąk — wyżywało się umiłowanie swobody, niczym nieskrępowane.

Tak upłynął rozdarty na dwoje — między wrogą szkołą a umiłowany dom rodzinny — okres szkolny. Brat Marii, Józef Skłodowski, obrał studia lekarskie i po ich ukończeniu

został z czasem ordynatorem jednego z wielkich szpitali warszawskich. Maria Skłodowska i jej siostry zamierzały poświęcić się — za przykładem rodziców — nauczycielstwu.

Zawsze będąc pierwszą uczennicą, Maria Skłodowska ukończyła gimnazjum ze złotym medalem w r. 1882. Liczyła zaledwie piętnaście lat. Po rocznym pobycie na wsi powraca do Warszawy. Zamierza udzielać lekcyj w prywatnych szkołach polskich. Jednak warunki rodzinne przekreśliły ten zamiar. Ojciec Marii Skłodowskiej potrzebował już odpoczynku od pracy zawodowej. Dla ulżenia jego sytuacji materialnej Maria Skłodowska przyjmuje pracę nauczycielki domowej na wsi. W siedemnastym roku życia opuszcza dom, by rozpocząć samodzielne życie. Naucza w ziemiańskiej rodzinie troje dzieci. Organizuje ponadto na wsi pracę oświatową. Zakłada szkółkę dla dzieci i starszych dziewcząt, uczy je czytać i pisać, rozdaje książki polskie, nakłaniając również do czytania starszych mieszkańców wsi. Mimo niewinnych swych rozmiarów była to jednak nielegalna akcja oświatowa. Groziła więzieniem, a nawet zesłaniem na Sybir.

Wieczory poświęcała Maria Skłodowska samouctwu. Usłyszała o tym, że pewnej, niewielkiej co prawda, liczbie kobiet powiodło się dostać do wyższych uczelni zagranicznych. Pójść za ich przykładem — stało się najżarliwszym, skrytym marzeniem wiejskiej nauczycielki. Z tą myślą uczyła się wieczorami. Nie była co prawda zdecydowana, jaką wybierze dziedzinę studiów. Interesowała ją zarówno literatura, jak socjologia i nauka ścisła. W ciągu kilku lat samotnej nauki skryształizował się jednak najwyraźniej pociąg do matematyki i fizyki. Maria Skłodowska układa sobie plan na przyszłość: zaoszczędzi i uezbiera trochę pieniędzy i wyjedzie na studia do Paryża; do chwili wyjazdu uzupełni swą wiedzę szkolną i przygotowuje się do przyszłej pracy.

Plan uległ zmianie, gdy starsza siostra postanowiła wyjechać do Paryża na studia medyczne. Siostry obiecały sobie

wzajemną pomoc. Nie rozporządzały jednak takimi środkami, które pozwalałyby na jednoczesny wyjazd. Projekt studiów paryskich ulega zwłoce. Przez cztery bez mała lata pozostaje Maria Skłodowska na wsi, a potem wraca do Warszawy. Czekają ją takie same zajęcia domowej nauczycielki, które porzuca jednak po upływie roku. Do Warszawy powrócił bowiem ojciec, który po uzyskaniu emerytury mieszkał samotnie. Razem znów mieszkając z ojcem, Maria Skłodowska zarabia prywatnymi lekcjami i wytrwale kroczy dalej na drodze samouctwa.

Po raz pierwszy styka się wówczas z pracownią fizyczną. Zyskuje dostęp do niewielkiego laboratorium, stworzonego przez brata ciotecznego, Józefa Boguskiego. Pracownia mieściła się w przyziemnym, nieomal piwnicznym lokalu przy Muzeum Przemysłu i Rolnictwa (na Krakowskim Przedmieściu). W tych ubogich izdebkach nabyła Maria Skłodowska pierwsze doświadczenie fizyczne. Wieczorami próbowała różnych eksperymentów, opisanych w podręcznikach fizyki i chemii. Ze zmiennym szczęściem dokonywała doświadczeń. Niekiedy wyniki były bardzo dobre, kiedyindziej błędy i niepowodzenie pogrążały Marię Skłodowską w rozpacz. Były to pierwsze wzloty i upadki przyszłej uczonej. Widownią drobnych sukcesów i częstych zawodów były ubogie, ciemne pokoiki. W nich poczęło się i utrwaliło zamiłowanie Marii Skłodowskiej do badań eksperymentalnych.

W owym czasie wstępuje Maria Skłodowska do tajnej organizacji młodzieży polskiej. Celem organizacji było samokształcenie i szerzenie oświaty wśród robotników i chłopów. Było to jedno z licznych ugrupowań młodzieży wierzących, że potęgowanie intelektualnej i moralnej siły narodu wiedzie ku lepszej przyszłości i wyzwoleniu ojczyzny.

Chwile, spędzane w pracowni fizycznej i udział w tajnej akcji oświatowej, pogłębiają tęsknotę i pragnienie dalszych studiów. Mimo bardzo skromnych zasobów pieniężnych Wła-

dysław Skłodowski postanawia pomóc córce w urzeczywistnieniu dawno już przez nią ułożonych planów. W listopadzie 1891 r. spełniają się marzenia Marii Skłodowskiej: wyjeżdża do Paryża. Dziesięć lat upłynęło od chwili ukończenia szkoły. Dziesięć lat zwłoki, w ciągu których trudne warunki materialne zagraadzały drogę do wymarzonych dalszych studiów. Maria Skłodowska nie zraziła się jednak tak długą zwłoką. Uparcie i wytrwale marzyła o wyższych studiach i pracowicie przygotowywała się do nich. Przez dziewięć lat była samoukiem. Zdobywała wiedzę w najtrudniejszych warunkach.

W Paryżu zamieszkała w małym skromnym pokoiku, w którym stały najniezbędniejsze tylko, prymitywne sprzęty. Tam przeżyła cztery lata studenckie, wolna od zajęcia zarobkowego, w upragnionym radosnym zdobywaniu wiedzy. Były to szczęśliwe lata, choć upłynęły w niedostatku materialnym. Własne, uzbierane fundusze były bardzo skromne, rodziny zaś nie stać było mimo najlepszych chęci na pomoc. W pokoiku na szóstym piętrze dokuczał zimą tęgi mróz. Mały piecyk był bezsilny, tym bardziej, że często brakło w nim węgla. Woda zamarzała nieraz na miednicy. By móc zasnąć, Maria Skłodowska kładła na kołdrę całą swą odzież. W tym mroźnym pokoiku na poddaszu Maria Skłodowska sama gotowała skromne obiady na spirytusowej maszynie. Nierzadko zresztą obiad składał się tylko z chleba i kawy. Sama gotując i sprzątajac, Maria Skłodowska sama też wносиła węgiel na szóste piętro.

Były to jednak szczęśliwe lata. Życie było niemal nędzne, lecz w pełni niezależne. Całą istotą mogła się oddać Maria Skłodowska studiom. Z początku natknęła się na trudności. Była bowiem za słabo przygotowana do słuchania wykładów fizyki w Sorbonie. Należało uzupełnić niedostateczne wiadomości. Czas swój rozdzieliła między wykłady, laboratoria i pracę w bibliotece. W swoim pokoiku uczyła się wieczoro-

rami, do późnej nocy. Uczyla się z entuzjazmem, z wewnętrznym uniesieniem. Była olśniona rozległą perspektywą nowego świata wiedzy, do którego zyskała nareszcie dostęp.

Stosunki nowej studentki z kolonią polską były bliskie i zażyłe. Maria Skłodowska uczestniczyła w zebraniach i dyskusjach politycznych. Po roku rozluźniły się jednak te stosunki. Maria Skłodowska postanowiła skupić całą wolę i energię na studiach, by jak najszybciej je ukończyć.

— Czuję się dobrze dopiero wówczas, gdy pracuję przynajmniej czternaście godzin na dobę — mówiła.

Wytrwałością i zdumiewającą pracowitością, która wspomagała wrodzone zdolności, osiąga Maria Skłodowska niepospolity sukces: już po dwóch latach w r. 1893 uzyskuje licencjat fizyczny, a w rok potem licencjat matematyczny.

Szwagier Marii Skłodowskiej, dr Dłuski, przebywający wówczas w Paryżu, nazwał te lata pracy studentki „okresem heroicznym w życiu siostry żony“. Mimo pewnej żartobliwości, określenie to taίło w sobie wiele prawdy. Zdumiewająca energia i nieznuzona pracowitość, zapał i entuzjazm dla nauki, obojętność wobec dotkliwie dających się we znaki warunków i trudności materialnych — wszystko złożyło się na szlachetną treść okresu studiów paryskich.

W domu rodaka, profesora Wierusza Kowalskiego, poznaje Maria Skłodowska w 1894 r. młodego fizyka paryskiego, Piotra Curie. Wspólna dziedzina zainteresowań i wspólne marzenia o życiu, poświęconym wyłącznie nauce — zbliżają młodych ludzi. Piotr Curie poprosił wkrótce o rękę Marii Skłodowskiej. Nie od razu wyraziła zgodę, choć szczerze tego pragnęła. Wahala się, bo zamążpójście za cudzoziemca oznaczało rozłąkę z krajem ojczystym i rodziną.

Przybywszy do kraju w tymże roku 1894 po ukończeniu studiów, nie znajduje żadnej możności dalszej pracy naukowej. W ówczesnej Polsce nie było miejsca dla kobiet-uczyńnych. Maria Skłodowska powraca tedy do Francji. W labo-

ratorium fizycznym Sorbony rozpoczyna pracę przygotowawczą do rozprawy doktorskiej.

Znów spotyka Piotra Curie. Widując się często, zrozumieli oboje, że „żadne z nich nie może znaleźć lepszego towarzysza życia“ (słowa Marii Skłodowskiej). Ślub odbył się w lipcu 1895 r.

W 25-lecie odkrycia radu wybitny uczony francuski Perin mówił na uroczystości, urządzonej w Paryżu:

„Związek Piotra Curie i Marii Skłodowskiej wydaje się niemal wytworem legendy, tak doskonały przedstawia typ tego, co jest ideałem związku mężczyzny i kobiety, istotnie zdolnych zjednoczyć wszystkie swe zainteresowania i wszystkie swoje wysiłki“.

Rozpoczyna się wspólne życie, ciche, skupione, wytężonej pracy naukowej poświęcone.

Piotr Curie niedawno uzyskał stopień doktorski i stanowisko profesora w Szkole Fizyki i Chemii miasta Paryża. Liczył 36 lat i był już fizykiem znanym i cenionym we Francji i za granicą. Dochody miał skąpe. Zatopiony w badaniach naukowych, nie dbał o karierę.

W małym mieszkanku, złożonym z trzech pokoiów, rozpoczyna życie dwoje ludzi, zespolonych wspólnym entuzjazmem i kultem nauki, wspólnym umiłowaniem fizyki.

Skromne dochody Piotra Curie nie pozwalają na przyjęcie służącej. Toteż Maria Skłodowska-Curie sama pełni obowiązki gospodarskie, sama gotuje obiady. Znów, jak w samotnych latach studenckich, godzi zajęcia domowe z pracą naukową. Pracuje w laboratorium szkolnym męża. Jednocześnie uczy się i przygotowuje do egzaminu, uprawniającego do wykładania w żeńskich szkołach. W sierpniu 1896 roku składa ten egzamin z doskonałym wynikiem.

Jedyną rozrywką po wielogodzinnej pracy w dusznym laboratorium były spacerunki i wycieczki na rowerach. Oboje kochali wieś. Przywozili z wycieczek pęki kwiatów. Podczas

wakacyj odbywali dalsze wyprawy na rowerach. Zwiedzili w ten sposób wiele okolic Francji.

Piotr Curie nie posiadał własnej pracowni naukowej. Mógł korzystać z laboratorium szkolnego. Wolał jednak urządzić sobie zaimprovizowaną pracownię w jednym z pustych zakamarków uczelni, w której wykładał. W owym czasie przeprowadza badania nad kryształami, a Maria Curie rozpoczyna pracę nad własnościami magnetycznymi stali. Kończy ją i ogłasza w r. 1897.

Na ten sam rok przypadają urodziny córeczki, Ireny (właścionej potem epokowym odkryciem¹ i odznaczonej wespół z mężem Joliotem nagrodą Nobla).

Do zajęć domowych przybywają teraz obowiązki macierzyńskie. Niełatwym było zadaniem opiekować się córeczką, gospodarować, a zarazem nie przerywać pracy naukowej. Dni i wieczory były szczerlnie wypełnione pracą. W takich warunkach oboje małżonkowie żyli odludnym niemal, odosobnionym życiem. Nie mieli czasu na utrzymywanie stosunków towarzyskich. Widywali tylko kilku przyjaciół najbliższych, pracowników naukowych.

* * *

W takich surowych warunkach prostego i pracowitego życia dokonać się miało wielkie dzieło Marii Skłodowskiej-Curie.

Pod koniec 1897 r. obrała młoda uczona temat rozprawy doktorskiej. Zainteresowały ją spostrzeżenia, jakich dokonał uczony francuski, Henryk Becquerel, podczas doświadczeń z solami rzadkiego metalu, uranu. Oto owinięta czarnym papierem klisza fotograficzna, na której umieszczono sól uranową, ulegała zmianom takim samym, jak pod wpływem światła. Zmiany na kliszy były wywołane przez jakieś nieznanne promienie, wysyłane przez sól uranu, promienie od-

¹ Patrz str. 337.

miennej przy tym natury od zwykłych promieni świetlnych, skoro mogły przenikać przez czarny papier. Becquerel wykazał również, że te promienie mogą rozbrajać elektroskop. Oznacza to, że pod ich wpływem powietrze otaczające staje się zdolne do przewodzenia elektryczności.

Z początku sądził Becquerel, że tajemnicze promienie wiążą się z soli uranowych, wystawionych na działanie światła. Doświadczenie zaprzeczyło tym przypuszczeniom. Sole uranowe, w ciągu kilku miesięcy przechowywane w ciemnościach, nie przestawały promieniować.

Maria Skłodowska-Curie postanowiła rozwikłać tajemnicę osobliwych promieni, zbadać ich naturę. Rozpoczęła od pomiarów, by ustalić natężenie promieni uranowych. Wkrótce osiągnęła niezwykle interesujące wyniki, z których wynikało, że promieniowanie jest własnością atomową uranu, jego cechą wrodzoną, niezależną od tego, w jakim połączeniu chemicznym z innymi ciałami uran występuje. Wszelka substancja, zawierająca uran, tym silniej promieniuje, im więcej posiada w sobie tego metalu.

Uparta myśl zaczęła niepokoić i zaprzętać umysł Marii Skłodowskiej-Curie: czy tylko uran odznacza się niepospolitą właściwością? czy nie ma innych ciał, które również wysyłają promienie? Rozpoczyna poszukiwania i ustala, że podobną do uranu właściwość wykazują ciała zawierające pierwiastek tor. Proponuje wówczas dla nowej własności materii, przejawianej przez uran i tor, nazwę promieniotwórczości.

Maria Skłodowska-Curie przystępuje do szczegółowych badań nad promieniami uranu i toru, gdy niespodzianie odkrywa nowe, niepospolite zjawisko. W poszukiwaniu substancyj, wysyłających promienie, zbadała mnóstwo minerałów. „Promieniującymi“ okazały się tylko te, w których występował uran lub tor. Promieniowanie tych minerałów powinno było być proporcjonalne do ilości zawartego w nich

uranu lub toru. Tymczasem — ku najwyższemu zdumieniu uczonej — tak wcale nie było. Niektóre minerały były źródłem promieniowania trzy lub cztery razy silniejsze, niż należało przewidywać z ilości znajdującego się w nich uranu! Badaczka wielokrotnie sprawdzała to zadziwiające, nowe zjawisko, by stwierdzić bez żadnych wątpliwości, że nie uległa złudzeniu.

Jakie mogły być przyczyny wzmożonej promieniotwórczości? Maria Skłodowska-Curie daje odpowiedź: w badanych minerałach występować musi nowy nieznany pierwiastek o silniejszej znacznie od uranu promieniotwórczości. Była to oryginalna i płodna koncepcja. Można ją uznać za teoretyczne odkrycie nowych pierwiastków, polonu i radu.

Rezultatem badań zainteresował się wówczas bliżej Piotr Curie. Nalegał, by co rychlej rozpocząć poszukiwania nowej substancji, której istnienie przewidywała Maria Skłodowska-Curie. Nie łudziła się, że odnajdzie nowy pierwiastek w większych ilościach. Sądziła, że owe minerały, które ujawniły wzmożoną promieniotwórczość, będą zawierały około jeden procent nieznanego ciała. W miarę jak postępowały badania i poszukiwania, stało się jasne, że przypuszczalny ów jeden procent jest cyfrą znacznie przesadzoną. Nowy pierwiastek występował w minerałach uranowych w ilości znikomo małej, choć odznaczał się wielką aktywnością w wysyłaniu promieni.

Rozpoczął się okres wspólnej pracy małżonków Curie, pracy wytężonej, skupionej i wytrwałej. Trudności piętrzyły się olbrzymie. (Dopiero po kilku latach udało się wydzielić nowy pierwiastek).

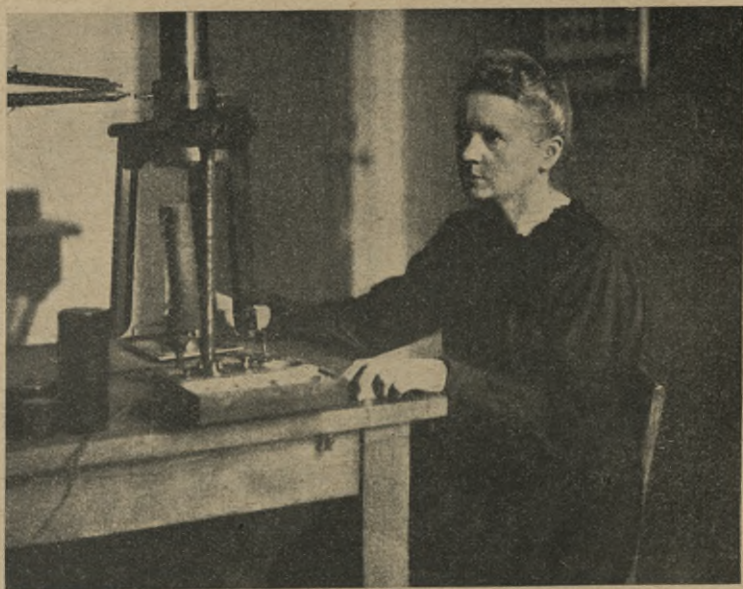
Analizie poddano minerał, z którego dobywano uran: blendę smolistą z czeskich kopalni w Jachimowie. Po kilku miesiącach wyodrębniona została z tego minerału substancja o znacznie silniejszej od uranu promieniotwórczości i o wy-

rażnie określonych cechach chemicznych. W lipcu 1898 r. małżonkowie Curie ogłaszają o odkryciu nowego pierwiastka. Maria Skłodowska nadaje mu nazwę polonu na cześć kraju ojczystego. Nowy pierwiastek, którego istnienie prze-



Maria Skłodowska w laboratorium

widziała uczona, został odkryty. Podczas badań nad polonem okazało się, że w blendzie smolistej znajduje się inny jeszcze, nieznanый dotąd pierwiastek. Po dalszych kilku miesiącach uporczywej pracy udało się wyodrębnić drugi nowy pierwiastek o potężnej promieniotwórczości, znacznie silniejszej od polonu. W grudniu 1898 r. świat naukowy dowiedział się o odkryciu nowego pierwiastka promieniotwórczego,



Maria Skłodowska w pracowni

nazwanego r a d e m. Okazał się kilka milionów razy bardziej promieniotwórczy od uranu! Występował przy tym w blendzie smolistej w stosunku 1 : 10.000.000!

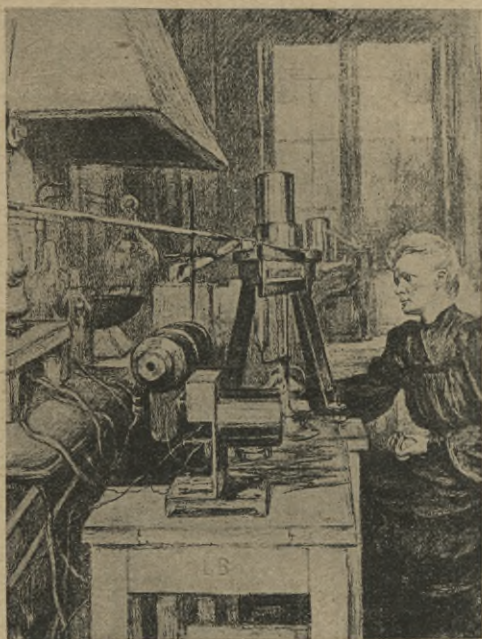
Stwierdzone zostało w niewątpliwy sposób istnienie dwóch nowych pierwiastków. Odkrycie było przełomowe w dziejach nauki.

Należało jednak wydzielić te nowe pierwiastki w czystej postaci. Polon zmieszany był w znikomej ilości z bizmutem, a rad z barem. Praca nad wydzieleniem czystych pierwiastków wymagała olbrzymiego nakładu sił, woli i energii.

Środki, jakimi rozporządzali małżonkowie Curie, były aż nadto ubogie. Nie mieli funduszków, nie mogli liczyć na niczyją pomoc, nie mieli do rozporządzenia odpowiedniego laboratorium. Należało zaś poddać badaniom ogromne ilości

minerałów. Był to drugi heroiczny okres w życiu Marii Skłodowskiej-Curie.

Przede wszystkim trzeba było zdobyć materiał do badań. To powiodło się szczęśliwie. W kopalniach czeskich w Ja-



Sztych z okresu epokowego odkrycia

chimowie dobywano metal uran z blendy smolistej. Rząd austriacki, właściciel kopalni, spełnił prośbę małżonków Curie i zaofiarował im pewną ilość odpadków rudy. Przybyły do Paryża worki z brunatnym pyłem, który okazał się silnie promieniotwórczy. Po pewnym czasie rząd austriacki pozwolił uczonym nabyć kilka ton podobnych odpadków rudy uranowej po niskiej cenie. Materiał był zdobyty.

Mniej fortunnie przedstawiały się warunki pracy. Szkoła Fizyki, w której wykładał Piotr Curie, nie posiadała odpowiedniego laboratorium. Dyrektor uczelni pozwolił małżonkom Curie korzystać ze starej, opuszczonej szopy.



Szopa przy ul. l'Homond

Była to szopa z desek, o cementowej podłodze. Oszklony dach przeciekał i nie chronił przed deszczem. W lecie było tu duszno i dokuczała spiekota, zimą panował mróz, który słabo łagodził żelazny piecyk.

Urządzenie? Kilka starych stołów sosnowych, kilka piecyków do topienia minerałów i palników gazowych. I żelazny piec, który nie mógł ogrzać szopy.

I oto w tej nędznej, starej szopie, wilgotnej, pozbawionej wentylacji, upalnej latem a mroźnej zimą, wypełnionej nadto szkodliwymi dla zdrowia gazami — upłynęły dwa lata bohaterkiej pracy naukowej. W tej szopie musiała też często Maria Skłodowska-Curie przyrządzać posiłek, by nie przery-

wać jakiegoś ważnego doświadczenia. Niekiedy musiała przez cały dzień do ostatka sił mieszać gotującą się masę prętem żelaznym tak wielkim, jak ona sama. W powietrzu unosił się pył węgla i żelaza. Trzeba było przenosić wielkie naczynia, zawierające płyny i osady.

Mimo tak ciężkich warunków pracy czuła się Maria Skłodowska-Curie bezmiernie szczęśliwa. Dni i tygodnie upływały małżonkom w laboratorium. Nędzna szopa była przybytkiem wielkiego spokoju i niezmożonej pracy. Podczas doświadczeń przemierzali często małżonkowie wszerek i wzdłuż szopę, rozmawiając o bieżącej i przyszłej pracy. W chłodne dni ogrzewali się szklanką herbaty przy gorącym piecu. Wyłączną rozrywką były wieczorne odwiedziny laboratorium. Promieniotwórcze preparaty porozstawiane były w braku lepszego schronienia na półkach i stołach. Witały one przybyszów ze wszystkich stron bladymi, rozproszonymi światłkami, błyskami, rozwieszonymi jakby w ciemnościach. Przeżywali wówczas małżonkowie Curie chwile wzruszenia i zachwyty.

Piotr Curie zajął się zbadaniem własności fizycznych promieni, wysyłanych przez nowo odkryte substancje. Maria Skłodowska-Curie przystąpiła natomiast do oczyszczenia radu od domieszek. Przerabiała całe tonny odpadków blendy smolistej, by wyodrębnić z nich rad.

Mijały tygodnie i miesiące wytężonej pracy w ciężkich warunkach. Nadszedł wreszcie upragniony czas, gdy wyodrębniona substancja zaczęła ujawniać cechy czystego pierwiastka. Dał on znać o sobie nie tylko promieniotwórczością, która nie była w owym czasie uznana jeszcze za sprawdzian odrębności pierwiastka, lecz własnym, charakterystycznym widmem optycznym. Było to niezaprzeczalne już znamię nowego pierwiastka, nazwanego radem. Maria Skłodowska-Curie oznaczyła też jego ciężar atomowy. Sukcesy te odniosła w 1902 r.

Dla udowodnienia, że rad jest istotnie nowym pierwiastkiem, potrzebowała tedy uczona czterech lat. Wystarczyłby jej jeden rok — jak potem mówiła — gdyby rozporządzała odpowiednimi środkami i pracowała w bardziej sprzyjających warunkach.

W r. 1902 ustalone tedy zostało w sposób niewątpliwy i ostateczny zarówno istnienie, jak charakter radu. W latach późniejszych zdołała Maria Skłodowska-Curie przygotować kilka decygramów czystej soli radowej, dokładniej oznaczyć ciężar atomowy, otrzymać rad w postaci czystego, srebrzysto-białego metalu.

Warunki pracy uległy tymczasem pewnym zmianom. Piotrowi Curie zaofiarowano katedrę w Sorbonie, zaś Marii Skłodowskiej-Curie stanowisko w Wyższej Szkole Normalnej dla kobiet w Sèvres. Warunki materialne uległy poprawie. Pogorszyły się jednak warunki pracy. Piotr Curie wykładał w dwóch uczelniach. Maria Skłodowska-Curie musiała wiele czasu poświęcać na przygotowywanie swych wykładów w Sèvres i urządzanie ćwiczeń praktycznych. Praca naukowa nadal odbywała się w nędznej szopie.

W końcu 1903 r. najwyższe wyróżnienie naukowe nagroda ofiarny i odkrywczy trud małżonków Curie: wspólnie z Henrykiem Becquerelem otrzymują nagrodę Nobla, przyznaną za odkrycie promieniotwórczości i pierwiastków promieniotwórczych.

Rozgłos i sława wtargnęły naraz w życie małżonków Curie, zakłócając jego spokojny i cichy bieg. Uczni byli już u kresu sił, którymi rozrzutnie, aż nadto rozrzutnie szafowali. Byli przemęczeni nadmiernymi wysiłkami ostatnich lat, wysiłkami dokonanymi w najcięższych i dokuczliwych warunkach. Zmęczenie to wzrosło jeszcze, gdy przyszła sława. Zniszczyła ona samotność, zakłóciła spokój rodzinnego i naukowego życia. Wizyty, najróżnorodniejsze propozycje odczytów i artykułów nie dawały chwili wytchnienia. Cenna

samotność przeistoczyła się nagle w rozgwar i zamęt, do którego nie przywykła para uczonych.

W r. 1904 przychodzi na świat druga córka, Ewa. Tegoż roku utworzono dla Piotra Curie nową katedrę fizyki w Sorbonie, a jednocześnie mianowano Marię Skłodowską-Curie kierowniczką laboratorium, które miało powstać przy tej nowej katedrze. Jednak nie powstało ono w istocie. Małżeństwu zaofiarowano tylko kilka pokoi na pracownię.

W 1906 r. opuszczają uczeni starą szopę laboratoryjną, w której poczęły się i dokonały epokowe odkrycia i w której upłynęły — mimo nędznych warunków, mimo wilgoci i mrozu — najszcześniejsze lata heroicznego wysiłków. Marię Skłodowską-Curie i jej męża czekają teraz lepsze warunki pracy. Suma pieniężna, przywiązana do nagrody Nobla, była wielką pomocą dla dalszych badań.

I oto w chwili, gdy wszystko zdaje się sprzyjać naukowym wysiłkom dwojga uczonych, spada nieoczekiwanie tragiczny cios. 19 kwietnia wóz ciężarowy przejeżdża Piotra Curie, przechodzącego w zamyśleniu ulicą Dauphine.

Maria Skłodowska pozostaje samą. Traci najbliższego towarzysza i najlepszego przyjaciela. W bolesnych chwilach udręki i rozpacz, gdy myśli i wola zdawały się sparaliżowane, zapada jednak wkońcu niezłomne postanowienie, by nie ustawać w pracy i dalej prowadzić rozpoczęte dzieło naukowe.

Zaofiarowano wówczas Marii Skłodowskiej-Curie katedrę profesorską, którą Piotr Curie zajmował przez półtora roku w Sorbonie. Żadna kobieta nie dostąpiła jeszcze takiego zaszczytu.

W roku 1907 oznaczyła Maria Skłodowska-Curie na nowo i dokładniej ciężar atomowy radu, a w r. 1910 udało się otrzymać sam czysty metal, wolny od wszelkich domieszek. Z kolei opracowuje metodę dla określania ilości radu. Me-

toda ta pozwala z zupełną ścisłością mierzyć minimalne ilości radu (mniej niż jedną tysięczną miligrama).

Upływają dni szczelnie wypełnione trudem. Maria Skłodowska-Curie wyklada w Sorbonie, kieruje pracownią, prowadzi dalsze badania naukowe, a przy tym — zająć się musi wychowaniem i wykształceniem córek.

W końcu r. 1911 otrzymuje uczona po raz drugi nagrodę Nobla. Przyznano jej najzaszczytniejsze i najwyższe odznaczenie za odkrycie nowych pierwiastków i przygotowanie radu w czystym stanie.

W r. 1912 powstaje przy Towarzystwie Naukowym w Warszawie pracownia radiologiczna, poświęcona badaniom promieniotwórczości. Maria Skłodowska-Curie nie może opuścić Francji i przyjąć ofiarowanego jej kierownictwa nowej placówki, lecz z całą gotowością chce zająć się organizacją badań. W r. 1913 przyjeżdża do Warszawy na uroczystość otwarcia pracowni, entuzjastycznie powitana przez rodaków.

W r. 1912 uwieńczone zostały powodzeniem zabiegi Marii Skłodowskiej-Curie o utworzenie w Paryżu wielkiej placówki badawczej w dziedzinie promieniotwórczości. Powstaje Instytut Radowy z dwiema pracowniami: fizyczną i biologiczną, jedną dla badań fizycznych i chemicznych własności ciał promieniotwórczych, drugą — dla badań nad ich zastosowaniem w lecznictwie. Budowa Instytutu Radowego dobiegała końca w chwili wybuchu wojny.

Maria Skłodowska-Curie nie zamyka się w laboratorium. Staje do służby dla dobra drugiej swej ojczyzny, Francji. Organizuje pracownie radiologiczne, które dla wojennej służby zdrowia miały olbrzymie znaczenie. Prześwietlenia rentgenowskie stały się w warunkach wojennych nieocenioną pomocą dla lekarzy. Pozwalały wykryć, gdzie umiejscowiona jest kula w ciele rannego, pozwalały badać szybko i bezboleśnie złamania kości. Użycie promieni X podczas wojny

zapobiegło masowym kalectwom, ocaliło życie dziesiątkom tysięcy rannych.

Tymczasem na początku wojny nie było we Francji zorganizowanej służby radiologicznej. Szpitale pozbawione były aparatów rentgenowskich.



Maria Skłodowska w wozie radiologicznym

Już w sierpniu 1914 r. Maria Skłodowska-Curie organizuje kilka stacyj radiologicznych. Oddały one nieocenione usługi podczas bitwy nad Marną. Dla sprostania potrzebom szpitali urządza Maria Skłodowska-Curie wóz radiologiczny; był nim samochód wyposażony w aparaturę rentgenowską. Podjęta akcja rozwija się na miarę wielkich potrzeb wojennych. Z inicjatywy Marii Skłodowskiej powstaje około dwieście ośrodków radiologicznych. Zmontowanych zostało ponadto 20 wozów radiologicznych.

Uczona odbywa szereg podróży, niekiedy wespół z córką, siedemnastoletnią Ireną. Wozem radiologicznym dociera do frontowych szpitali. Bada rannych, szkoli personel. Ponieważ

brakło szoferów, nauczyła się prowadzić samochód i sama zasiadała w potrzebie do kierownicy.

Z doświadczeń wojennych narodziła się potem książka pt. „Radiologia a wojna“.

W pierwszym roku powojennym Maria Skłodowska-Curie organizuje pracę badawczą Instytutu Radowego w Paryżu.

W 1920 przybywa do stolicy wolnej ojczyzny. Inicjuje wówczas budowę Warszawskiego Instytutu Radowego.

Następnego roku wyjeżdża uczona za ocean, by odebrać gram radu, ofiarowany jej przez kobiety amerykańskie, wartości — 100.000 dolarów.

W przeddzień wręczenia cennego daru przez prezydenta Stanów Zjednoczonych, Hardinga, przedstawiono uczonej dokument, przelewający na nią wszelkie prawa do jednego grama radu.

— To szlachetnie z waszej strony, lecz tkwi w tym zasadniczy błąd — oświadczyła Maria Skłodowska-Curie. — Nie czuję się zdrowa. Może umrę. Gdybym umarła, rad ten zostałby zaliczony do mego majątku i podzielony między moje córki. A przecież nie w tym celu został ofiarowany. Musi on być przeznaczony na stałe dla dobra nauki. Czy można wezwać prawnika, aby załatwić to formalnie?

Obiecano spełnić to życzenie w najbliższych dniach.

— Nie, to musi być zrobione dziś jeszcze. Jutro otrzymam rad, a przecież jutro mogę umrzeć. Idzie o zbyt ważną sprawę.

Mimo późnej pory sprowadzono prawnika, który przygotował nowy akt według własnoręcznej notatki Marii Skłodowskiej-Curie.

Akt ten brzmiał:

— Oświadczam, że daruję Instytutowi Radowemu w Paryżu dla wyłącznego użytku laboratorium Curie jeden gram radu, ofiarowany mi przez Kobięcy Komitet Wykonawczy Funduszu Radowego imienia Marii Curie.

Darowizna ta była w zgodzie z całym życiem wielkiej odkrywczyni i jej oświadczeniem:

— Rad nie powinien służyć dla wzbogacania ludzi. Rad jest pierwiastkiem i należy do wszystkich.



Instytut Radowy w Warszawie

Była w tym ta sama szlachetna bezinteresowność i to samo poczucie dostojności nauki, dzięki któremu małżonkowie Curie przeciwni byli zawsze czerpaniu jakichkolwiek korzyści materialnych z wielkiego odkrycia. Od samego początku ogłaszali dokładnie metodę dobywania radu. Nie obwarowali odkrycia patentem i nie zastrzegli sobie korzyści z produkcji radu.

W roku 1932 przybywa Maria Skłodowska-Curie do Warszawy na uroczystość otwarcia Instytutu Radowego jej imienia. Marzenia jej o polskiej placówce, poświęconej lecznictwu radowemu i badaniom promieniotwórczości, zostały spełnione.

Był to ostatni przyjazd i pobyt Marii Skłodowskiej-Curie

w Warszawie. W dwa lata później, 4 lipca 1934 r., zesłała z tego świata.

* * *

Odkrycie radu przeobraziło naukę fizyczną od podstaw. Było jedną z największych zdobyczy naukowych w dziejach ludzkości. Narodziła się nowa dziedzina fizyki: promieniotwórczość. Zburzone zostało pojęcie o niezmienności pierwiastków, wręczony został klucz do poznawania jednej z najskrytszych i najczujniej strzeżonych tajemnic natury, klucz do poznawania budowy materii.

Wiemy, że istnieją trzy rodzaje promieni, wysyłanych przez pierwiastki promieniotwórcze. Są to promienie alfa, beta i gamma. Mogłoby się zdawać, że wydzielana wraz z promieniami energia powstaje z niczego, co byłoby naturalnie sprzeczne z podstawową zasadą zachowania energii. Ta pozorna sprzeczność pogłębia się jeszcze bardziej, gdy zważymy, że rad stale też wydziela ciepło (138 kaloryj na gram radu w ciągu godziny), jakkolwiek w preparacie nic nie ulega widocznej zmianie.

Zagadkę rozwikłał genialny uczony angielski Rutherford wspólnie z innym uczonym, Fryderykiem Soddy. Badacze ci dostrzegli w promieniotwórczości — objaw rozpadu pierwiastków promieniotwórczych. Pewna liczba atomów danego pierwiastka ulega co chwila przemianom na atomy innego pierwiastka. Tej przemianie atomowej towarzyszy wysyłanie promieni alfa czy beta. Rozpad atomów wyzwala nagromadzoną w atomach energię.

Już w r. 1900 — a więc przed Rutherfordem i Soddy — postawiła Maria Skłodowska-Curie hipotezę przemian atomowych pierwiastków, potwierdzoną potem w pełni przez dwóch wspomnianych badaczy.

Pojęcie o niezmienności pierwiastków zostało w ten sposób obalone, co wprowadziło chemię i fizykę na nowe tory.



Pomnik przed Instytutem Radowym

Mógłby ktoś zapytać: jeśli atomy jednego pierwiastka przestaczą się w inne, to dlaczego ilość pierwiastka pozostaje jednak bez zmiany? W pierwszych latach nauki o promieniotwórczości uran, tor, rad i polon — zdawały się niezmiennie. Jednak wkrótce Maria Skłodowska-Curie odkryła, że ilość polonu zmniejsza się z biegiem czasu. Ubytek jest co prawda bardzo powolny, dostrzegalny dopiero na przestrzeni tygodni. Niebawem odkryto cały szereg pierwiastków, zanikających niemal na oczach, bo w ciągu kilku godzin, minut, a nawet sekund. Każdy pierwiastek promieniotwórczy charakteryzuje się odrębnym, tak zwanym „czasem połowkowym“ to jest czasem, w ciągu którego ilość pierwiastka zmniejsza się do połowy. Czas ten wynosi np. dla polonu — 140 dni. Z jednego grama polonu pozostaje po 140 dniach $\frac{1}{2}$ grama, po 280 dniach — $\frac{1}{4}$, po 560 dniach — $\frac{1}{8}$ i tak dalej.

Rad zanika do połowy w ciągu 1.600 lat, a uran — w ciągu 5 miliardów lat! Nic tedy dziwnego, że masy tych pierwiastków wydają się niezmiennie.

Odkrycie radu tchnęło nowe życie nie tylko w chemię i fizykę. Odegrało też olbrzymią rolę w geologii. Nie będziemy tu opisywali metody, która pozwala geologom — na podstawie nauki o przemianach atomowych — obliczyć wiek ziemi.

Genialne odkrycie wkroczyło wreszcie triumfalnie w dziedzinę medycyny. Rad okazał się potężnym środkiem walki z rakiem, jedną z najstraszliwszych chorób. Był to — by użyć pięknych słów wybitnego uczonego francuskiego J. Perrina — „cud nieprzewidziany, niespodziewany, który uczynił z odkrycia radu typ odkrycia doskonałego, przynoszącego ludzkości obok wiedzy również potęgę“.

Rad niszczy żywe tkanki. Przypadkowo przekonał się o tym na własnej dosłownie skórze Henryk Becquerel. Nosił on przy sobie, w kieszonce kamizelki, szklaną rurkę z odrobiną soli



Maria Skłodowska-Curie z córką Ireną, późniejszą laureatką Nobla.

radowej. Na piersi utworzyła się bolesna rana. Opowiadając o tym małżonkom Curie, Becquerel zawołał pełen zachwytu i gniewu: „Kocham rad, lecz żywię do niego żal!”

Piotr Curie sprawdza to fizjologiczne działanie radu na samym sobie. Na dziesięć godzin przytwierdza do ramienia opaskę z preparatem radu. Powstaje bolesna rana, jakby z oparzenia. Cztery miesiące upłynęło, nim zagoiła się.

W nadziei, że ta złowroga siła radu — ujęta w karby, może stać się dobroczynna, małżonkowie Curie powierzają odrobinę drogiego pierwiastka lekarzowi ze szpitala St. Louis dla chorób skórnych.

Podjęto doświadczenia i próby, którym zawdzięcza ludzkość zbawienną broń do walki ze straszliwą chorobą raka. Pewne promienie radowe, jak się okazało, niszczą przede wszystkim komórki najbardziej wybujałe w swych funkcjach

życiowych. Takimi komórkami są właśnie złośliwe nowotwory. Rad stał się wybawieniem dla tysięcy chorych i cierpiących na całym świecie.

Odkrycie radu było tedy nie tylko wspaniałą zdobyczą naukową, lecz również — humanitarną. Stworzyło nową, potężną broń w walce z ludzkim cierpieniem. Pierwszym wielkim ośrodkiem, w którym użyto radu do walki z rakiem, stał się paryski Instytut Radowy. W Warszawie działa od 1932 r. Instytut Radowy imienia Marii Skłodowskiej-Curie. Instytut ten, służący celom naukowo-leczniczym, jest urzeczywistnieniem gorącego życzenia odkrywczynie radu i najgodniejszym uczczeniem jej imienia. Ta, która dokonała wespół z mężem epokowych odkryć w nędznej, starej, wilgotnej szopie, pragnęła żarliwie, by postęp nauki w innych odbywał się w warunkach. Wspomnienie pośmiertne o mężu, Piotrze Curie, kończy genialna uczona płomiennymi słowami Pasteura:

— Zaklinam was, interesujcie się losem świętych przybytków, które noszą wymowne miano Pracowni. Żądajcie, aby były piękne i liczne, albowiem są to świątynie przyszłości, bogactwa i dobrobytu. W nich ludzkość urasta, staje się silniejsza i lepsza!

Dzieło życia Marii Skłodowskiej-Curie godnie podjęte zostało przez jej córkę, Irenę. W tym samym roku, w którym umiera Maria Skłodowska-Curie, Irena Curie wespół z mężem, Fryderykiem Joliotem, dokonywa wspaniałego odkrycia nowego rodzaju promieniotwórczości¹. Odkrycie uwieńczone zostało nagrodą Nobla. Córka okazała się godną spadkobierczynią geniuszu matki.

¹ Patrz rozdział „Alfabet promieniotwórczy“, str. 331.



STEFAN PIĘKOWSKI

Ukończenie przez Stefana Pieńkowskiego średniej szkoły realnej przypada na okres strajku szkolnego, proklamowanego w 1905 roku. W walce o polskie szkolnictwo ogłoszony został bojkot uczelni rosyjskich. Stefan Pieńkowski nie może tedy rozpocząć wyższych studiów bezpośrednio po opuszczeniu gimnazjum. Z motywów narodowych, patriotycznych wykluczone były studia w kraju, w zaborczej uczelni. Pieńkowski musiał też na razie wyrzec się myśli o wyjeździe za granicę. Nie pozwalały mu na to warunki materialne.

Pomiędzy szkołą średnią a wyższymi studiami upłynęła tedy dwuletnia przerwa. Wypełniła ją praktyka techniczna. Pieńkowski pracował w ciągu tego okresu w fabryce motorów, a potem w cukrownictwie.

Dopiero po tej praktyce dwuletniej wyjeżdża za granicę do Leodium, na dalsze studia. Pod naciskiem i wpływem rodziny wstępuje na wydział elektrotechniczny, by uzyskać fachowe wykształcenie i zawód.

Od pierwszej chwili nauki uniwersyteckiej pociągają Stefana Pieńkowskiego zagadnienia teoretyczne. Zainteresowania jego skupiają się na fizyce i matematyce. Przedmioty o charakterze praktycznym i technicznym są dlań raczej odpychające. Studia na wydziale elektrotechnicznym stają się od samego początku okresem wewnętrznej walki, którą staczać musi ze sobą, by przewyciężyć niechęć do wiedzy praktycznej.

Pieńkowskiego nęciło piękno konstrukcyj myślowych w matematyce i rozległa perspektywa teorii fizycznych, szukających w niedostępnej dla zmysłów głębi zjawisk prawd natury. Nie przedstawiało dlań uroku zaprawianie się w umiejętnościach

technicznych. Nie zaspokajały one głodu myślowego, który coraz silniej odczuwał.

Po dwóch latach zmagania się z sobą nadchodzi nieunikniona chwila kryzysu. Na trzecim roku studiów pojawiły się w programie przedmioty czysto techniczne, wypierając ogólną naukę i teorię. Nastął okres specjalizacji. W duszy i umyśle Pieńkowskiego wzbiera i nabrzmiewa bunt, a wraz z nim zbliża się chwila przełomowej decyzji. W największej depresji, w momencie wewnętrznego załamania, zapada postanowienie: porzuca studia techniczne. „Skazałbym siebie samego na wieczną udrękę, godząc się na zawodową specjalizację i wyrzekając się czystej wiedzy“. Przemyślał w ciągu wielu dni i nocy swe postanowienie. Uznał je za jedyne wyjście.

Na trzecim roku studiów rzuca tedy Pieńkowski wydział elektrotechniczny. Wszyscy — rodzina, koledzy, profesoria — zgodnie uważają to za bezmyślny i katastrofalny postępek, za wykołajenie życiowe. Nikt z otoczenia nie mógł zresztą pojąć motywów nagłej decyzji. Przecież wszystkie egzaminy składał dotąd celująco i z odznaczeniem! Oznaczało to, że nie mogły zrazić go trudności. Dlaczego przekreśliła tedy dotychczasowe, trzyletnie studia? Dlaczego niweczy dobrze zapowiadającą się karierę zawodową?

Rodzina była zrozpaczona. Koledzy zaskoczeni. Profesorów zdumiała nagła i stanowcza decyzja zdolnego studenta. Wszyscy zgodnie ocenili postępek Pieńkowskiego, jako „wybryk i życiowe głupstwo“.

Jeden tylko człowiek okazał pewną wyrozumiałość. Był nim profesor chemii. Wezwał studenta na rozmowę. Przedstawił mu trudności życiowe, na jakie narażał się, porzucając niedalekie już od kresu studia. Pieńkowski był nieustępliwy wobec wszelkich argumentów. Wyjaśnił, że mus, wewnętrzny nieodparty mus pcha go ku czystej nauce. Nie chce, nie może, nie wolno mu zostać technikiem! Zawodowa praca stałaby

się klątwą jego życia, brzemieniem nie do zniesienia. Profesor przekonywał, wskazywał na niefortunne konsekwencje, na „niezyciowość“ postępu Pieńkowskiego. Ten mocno stał przy swoim. Profesor chemii uściśnął wówczas serdecznie dłoń Pieńkowskiego, kończąc rozmowę słowami:

— Pańskie postępowanie jest nonsensem. Ale to dobrze, że pan robi ten nonsens!

Koledzy zaś dali do zrozumienia Pieńkowskiemu, że na taki postępek mógł się zdobyć tylko dziwak, jeśli nie pomylenie.

Nie zważając na sprzeciw otoczenia i najbliższej rodziny, Stefan Pieńkowski wprowadza w czyn swe „dziwaczne, pomyłone i nonsensowne“ zamierzenie. Rzuca elektrotechnikę. Przenosi się na wydział matematyczno-fizyczny. Była to chwila narodzin uczonego. Zamiłowanie do nauki teoretycznej wzięło górę nad wszelkimi, praktycznymi względami. Przekreśliło trzeźwe rachuby życiowe. Studia teoretyczne i naukowa kariera były wielką niewiadomą, gdy dyplom zawodowy oznaczał samodzielność, był poręką materialnego dostatku. Pieńkowski wołał wyzuty z wyrachowania „skok w nieznanę“.

Na wykładach wyższej analizy matematycznej syci się pięknem wspaniałych wiązań myślowych. Pieńkowski jest entuzjastycznym słuchaczem tych wykładów, choć nie są dla niego obowiązujące. Wykłady astronomii olśniewają go rozległością i dalekosiężną perspektywą zagadnień. Wykłady z historii nauk ścisłych napawają młodego studenta podziwem wobec zdobywczego pochodzenia myśli ludzkiej i umacniają go w kulcie i entuzjazmie dla czystej nauki.

Jednak najbardziej pociągająca była teoria fizyczna. Pieńkowski dostrzegał w niej najwyższą instancję b a d a w c z ą. W teorii fizycznej widział bowiem twórcze koncepcje myślowe, wprowadzające w zbiorowisko i chaos faktów ład i porządek. Widział w teorii płodny i twórczy

wysilek pogłębiania i coraz doskonalszego opanowywania wiedzy o świecie. Teoria nie tylko tłumaczy fakty znane. Przepowiada również nowe fakty i tworzy nowe prawa, potwierdzone potem doświadczeniem. Jest tedy przewodnikiem po krainie zjawisk nowych i nieznanym. Twórcza teoria wprowadza nowe pojęcia, ukazuje nieprzeczuwane zależności, a nierzadko zmienia od podstaw dotychczasowe poglądy. Staje się rewolucją w nauce. Rewolucjonistą był Kopernik. Był nim również Newton, Faraday, Einstein. Odsłaniając nową, zapoznaną dotychczas stronę zjawisk, twórcy nowych idei zmieniają obraz świata.

Pieńkowski postanawia poświęcić się całkowicie teorii fizycznej. Pograża się w literaturze naukowej. Czyta zachłannie, z uporem brnie przez prace zbyt trudne, abstrakcyjne, do których nie był przygotowany.

W pracowni fizycznej nie interesują go doświadczenia, mające charakter schematycznych ćwiczeń. Jego temperament badawczy wyżywa się dopiero w godzinach „nielegalnego“ eksperymentowania w pracowni. Poza godzinami ćwiczeń programowych przebywa w laboratorium za milczącym zezwoleniem przekupionego woźnego. W doświadczeniach z optyki czy elektryczności interesuje Pieńkowskiego *s a m o z j a w i s k o*, nie wtłoczone w formułę. Obserwacja zjawisk, ich stawania się i przemian, była dla młodego studenta głęboko przeżywanym wzruszeniem.

Dziedziną jego marzeń staje się *o p t y k a m o l e k u l a r n a*. Był to okres, w którym wchodziła dopiero i świeża nowa twórcza teoria, czyniąca z badań nad widmami optycznymi jedną z najwspanialszych dziedzin nowoczesnej fizyki. To samo zjawisko, które realizuje natura we wspomnianym obrazie tęczy i które znamy ze szkolnego eksperymentu rozszczepiania promieni słonecznych za pomocą pryzmatu szklanego — otóż to samo zjawisko, w udoskonalonej naturalnie i wysubtelnionej formie, staje się kluczem do nie-

ladajakiej tajemnicy: pozwala domyślać się budowy cząsteczek i atomów!

Ta dziedzina, dziś nosząca miano optyki molekularnej i atomowej, pociągała młodego zapaleńca. Dziedzina była nowa, rozwierała wspaniałe perspektywy doświadczalne i badawcze. Pieńkowski stronił od schematów, od sprawdzania wzorów, od pomiarów. Kusily go zjawiska, nie wtłoczone jeszcze we wzór, zjawiska, którym mógłby stawiać pytania i szukać na nie odpowiedzi. Pragnął wykrywać pewne stosunki i zależności nieschematyzowane jeszcze.

Studia dobiegają tymczasem końca. Przed uzyskaniem doktoratu, zostaje Pieńkowski asystentem przy katedrze fizyki uniwersytetu w Leodium. W roku 1911 składa pracę doktorską. Następna praca została odznaczona złotym medalem Królewskiej Akademii Nauk w Brukseli.

Pieńkowski wyjeżdża po doktoracie do Heidelbergu. Zamierza tu urzeczywistnić swe marzenia: rozpocząć badania w dziedzinie analizy widmowej. Niesprzyjające warunki przekreślają ten zamiar. Pieńkowski prowadzi badania w innej zupełnie dziedzinie: przewodnictwa gazów.

Po powrocie do Leodium w 1913 roku Stefan Pieńkowski wykłada w Wyższej Szkole Politechnicznej, a w 1914 r. powierzono mu wykłady fizyki w uniwersytecie.

Po wojnie powołano Pieńkowskiego na katedrę Uniwersytetu Warszawskiego. Przybywa do kraju w 1919 roku. Po dwu latach wykładów w Politechnice obejmuje katedrę fizyki w uniwersytecie.

Pieńkowski postanawia wówczas stworzyć placówkę naukową, poświęconą wszechstronnym badaniom z dziedziny optyki cząsteczkowej i atomowej, tj. badaniom tych zjawisk optycznych, które są kluczem do budowy cząsteczek i atomów. Ponadto placówka miała objąć badania nad promieniami Roentgena, jako pierwsze tego rodzaju w Polsce.

Taka była idea przewodnia organizacyjnej działalności Pieńkowskiego, uwieńczonej wspianym sukcesem. Zakład Fizyki Doświadczalnej Uniwersytetu Warszawskiego, rozwój świetny zawdzięczający niemożonemu trudowi Stefana Pieńkowskiego, jest największą polską placówką badawczą. Drobkiem naukowym wślawił imię polskiej nauki na cały świat. Dzięki wydajności swej pracy naukowej Zakład otrzymał od Fundacji Rockefellera 50.000 dolarów.

Z biegiem czasu — jak zobaczymy — Zakład rozszerzył swą działalność, obejmując nowe dziedziny badań. Od początku istnienia „specjalnością“ Zakładu były i do dziś są badania optyczne, a w szczególności badania nad zjawiskami fosforescencji i fluorescencji.

FOTOLUMINESCENCJA

Fotoluminescencja jest tą dziedziną badań, którą od początku swego istnienia zajął się i którą wślawił się w świecie nauki Zakład Fizyki Doświadczalnej, kierowany przez prof. Stefana Pieńkowskiego.

W dosłownym tłumaczeniu na język polski fotoluminescencja oznacza „światłoświecenie“. Należy przez to rozumieć świecenie pod wpływem światła. Jest to zjawisko rzadko spotykane w przyrodzie. Najczęściej mamy do czynienia z świeceniem temperaturowym, to znaczy świeceniem ciał ogrzanych do wysokiej temperatury: słońca, gwiazd, żarówki elektrycznej. Każdy z nas zna również zjawisko świecenia pod wpływem elektryczności. Na tym polega efekt reklam neonowych: w rurce znajduje się rozrzedzony gaz, który świeci pod wpływem wyładowań elektrycznych.

Fotoluminescencja jest odrębnym od tych dwóch rodzajów świeceniem: ciało pobudzone zostaje do świecenia nie przez ogrzanie, ani przez elektryczność, lecz przez światło.

— To zjawisko jest przecież jednym z najpowszechniejszych — mógłby ktoś zawołać. — Czyż moglibyśmy widzieć jakiegokolwiek ciało, gdyby nie wysyłało światła?

Dzięki czemu widzimy przedmioty? Jak wiemy z nauki szkolnej, nie tylko dzięki wysyłaniu, ale też dzięki odbijaniu z rozproszeniem światła. W tym tai się też zagadka barwnego widzenia. Dlaczego kartka czerwona zdaje się nam czerwona? Pada na nią światło białe, zawierające wszystkie barwy światła widzialnego. Kartka czerwona odrzuca do naszych oczu barwę czerwoną, wybrana spośród barw białego światła. Resztę barw kartka pochłania.

Przytoczymy obrazowe porównanie, użyte przez świetnego polskiego popularyzatora, autora „Nowych dróg nauki“, doc. dr Infelda.

Wyobraźmy sobie grad kulek ping-pongowych, padających na podłogę. Kulki są różnej wielkości od najlżejszych do takich, których masa jest dwukrotnie większa¹. Oto obraz pocisków świetlnych, padających na ciało. Różne masy kulek — to różne barwy. Gdy od podłogi odbijają się wszystkie kulki — odpowiada to obrazowi ciała, odbijającego wszystkie padające nań barwy. Ciało wydaje się wówczas białe. Gdy natomiast podłoga odrzuca z powrotem część tylko kulek, mamy obraz barwnego przedmiotu. Barwa zależy od tego jakie kulki zostaną odbite.

Otóż fotoluminescencja jest odmiennym zasadniczo zjawiskiem. Nie polega na odsyłaniu padającego światła, lecz tworzeniu własnego. Nie następuje tu wybór

¹ Wybór kulek największych, dwa razy większych od najmniejszych ilustrować ma fakt, że fotony światła widzialnego o największej częstotliwości drgań, to jest fioletowe — mają częstotliwość, a zarazem energię 2 razy większą od fotonów skrajnej czerwieni.

W opisie powyższym ciało odbijające równomiernie wszystkie padające nań barwy wydaje się białe. Zachodzi to oczywiście tylko wtedy, gdy światło padające jest białe.

i odrzucenie jednej lub kilku z padających barw, lecz p r z e t w o r z e n i e na nowe światło.

Powracając do porównania z rojem kulek, zjawisko przedstawia się tak, jakby na podłogę padały piłki tenisowe i przy uderzeniu przeistaczały się na kulki ping-pongowe, odrzucone od podłogi.

Na tym właśnie polega fotoluminescencja: na ciało pada promieniowanie jednej barwy i zostaje przemienione na promieniowanie innej barwy. Na parę sodu skierujemy promienie ultrafioletowe, na które — jak wiemy — wzrok nasz nie reaguje. Jest to promieniowanie niewidzialne. Otóż sód zaczyna wówczas świecić barwą żółtą. Choć padało nań promieniowanie niewidzialne (piłki tenisowe) sód przetworzył je na widzialne (kulki ping-pongowe), stając się źródłem promieniowania żółtego. Mówimy, że światło ultrafioletowe p o b u d z i ło sód do świecenia.

Znamienną cechą fotoluminescencji jest więc przetwarzanie jednego rodzaju promieniowania na inny, co odróżnia ją wyraźnie od najpowszechniejszych zjawisk, w których następuje wybór barwy (gdy jedno zostają pochłonięte, drugie odrzucone).

Drugą charakterystyczną cechą fotoluminescencji jest trwanie w czasie. Ciała, które można pobudzić do luminescencji, świecą nie tylko wówczas, gdy pada na nie światło, lecz również wtedy, gdy naświetlanie ustaje. Łatwo zaobserwować takie świecenie, gdy trwa kilka sekund lub dłużej. Nosi wówczas miano fosforescencji. Jednak w wielu wypadkach to świecenie gaśnie tak szybko, że wykryć czas trwania mogą najczulsze tylko metody pomiarowe i przyrządy. Jest to zjawisko fluorescencji.

Fosforescencja i fluorescencja nie są tedy odrębnymi z gruntu zjawiskami, jak dawniej przypuszczano. Różnica jest tylko ilościowa. Gdy naświetlanie ustaje i dalsze świecenie ciała (zwane opóźnionym) trwa krócej niż jakaś jedna

tysiączna sekundy — mówimy o fluorescencji, gdy trwa dłużej — o fosforescencji. Naogół fosforyzują ciała stałe, fluorują zaś gazy i ciecze.

W szkolnej pracowni fizycznej każdy z nas poznał przyrząd zwany *s p e k t r o s k o p e m*. Posiada jeden lub kilka pryzmatów. Gdy do spektroskopu skierujemy na przykład wiązkę białego światła, ulega ona — w pryzmatach — rozszczepieniu na barwy składowe. Ten barwny obraz nosi — jak wiadomo — miano widma.

Spektroskop zajmuje naczelne miejsce w badaniach nad fotoluminescencją. Oto światło — na przykład iskry elektrycznej — pada na gaz. Ten zaczyna jarzyć się pięknym światłem fluorescencji. (Światło padające od iskry nazywamy wzbudzającym, światło fluorescencji — wzbudzonym).

Światło fluorescencji kierujemy do czułego spektrografu. Ulega rozszczepieniu na widmo. Pozwala to osądzić, jakie barwy wchodzi w skład wiązki fluorescencji. Podobnie kierujemy do spektroskopu światło, jakie daje iskra. Rozszczepiamy je na składowe barwy. Zestawiając oba widma — światła wzbudzającego i wzbudzonego — możemy ustalić pewne ciekawe zależności, wskazujące, jak padające światło przetwarza się na „świecenie“.

Są to badania bardzo żmudne, wymagające bardzo czułych metod pracy i obserwacji. Niemniej trudny jest na przykład pomiar czasu trwania świecenia, skoro czas ten wynosi np. jedną miliardową część sekundy! Metody doświadczalne, stosowane w dziedzinie fotoluminescencji, muszą tedy być niezwykle pomysłowe, a przyrządy muszą odznaczać się idealną wprost wrażliwością.

Wyłania się teraz pytanie najistotniejsze: jakiemu celowi służą tak trudne eksperymenty i badania nad fotoluminescencją? Otóż cel jest niewiarygodnie ambitny; chodzi bowiem o przeniknięcie jednej z największych tajemnic natury: o poznanie budowy atomów i cząsteczek.

Fotoluminescencja ma posłużyć za klucz do wielkiej tajemnicy.

By odtworzyć w najskromniejszym choćby zarysie drogę, wiodącą od zjawisk fotoluminescencji w głąb tajemnic cząsteczki i atomu — przedstawić musimy w najogólniejszej choćby formie poglądy nowej fizyki na sposoby powstania światła.

Na chwilę odbiegniemy — lecz pozornie tylko — od zjawisk fotoluminescencji.

Jak przedstawia się atom najlżejszego spośród pierwiastków, to jest wodoru? Otóż zbudowany jest z jednego elektronu i jednego protonu¹. Elektron krąży wokół protonu, podobnie jak ziemia dokoła słońca lub księżyc dokoła ziemi. Proton jest słońcem, elektron lekką planetą. (Elektron jest bezmała dwa tysiące razy lżejszy od protonu).

Śmiała i piękna teoria duńskiego uczonego Nielsa Bohra poucza, że wokoło protonu krąży po kole elektron. Proton znajduje się w środku koła. Na rycinie obok widzimy koła współśrodkowe, oznaczone I, II, III, IV...

Elektron krąży po torze I, po najmniejszym torze. Można by mniemać, że wybór toru jest przypadkowy i elektron mógłby krążyć również po jakimkolwiek innym torze, położonym między torem I a II, lub II a III czy III a IV.

Uczony duński Bohr założył tu sprzeciw. Nie! — oznajmił — nie wszystkie tory są dozwolone! Teoria Bohra pozwala elektronowi krążyć po oznaczonych torach, wszelkie inne są niejako zakazane, wykluczone.

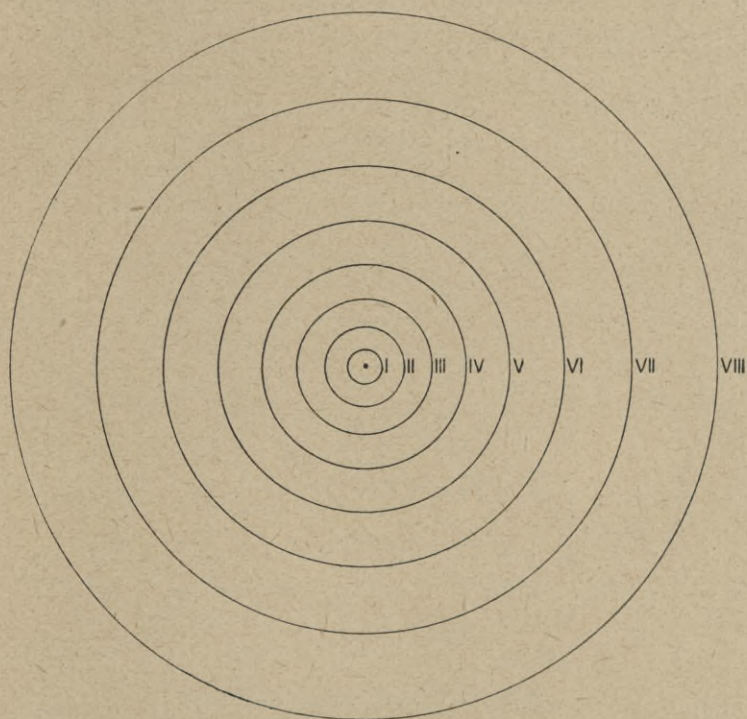
Z obliczeń Bohra wypływa, że promień I toru dozwolonego równa się — pół stumilionowej centymetra:

$$\frac{1}{2 \times 100.000.000} \text{ cm.}$$

¹ Patrz rozdział o „Alfabcie promieniotwórczym“ str. 331.

Promienie dalszych kół są większe. Promień koła II jest 4 razy większy, koła III — 9, koła IV — 16 razy większy itd.

Wyobraźmy sobie tedy elektron, obiegający po jednym



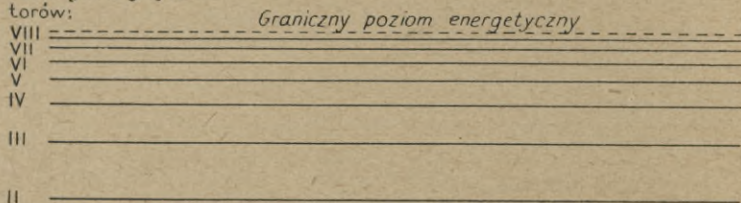
z dozwolonych torów. Elektron posiada pewien określony i stały zasób energii. Teoria Bohra pozwala obliczyć, jaką energię posiada elektron na poszczególnych torach. Elektron krążący po torze I ma energię n a j m n i e j s z ą. Przesunięcie elektronu z toru I na II wymaga pewnej pracy, podobnie jak podniesienie kamienia z poziomu niższego na wyższy. Energia elektronu na torze II jest już większa, na torze III

jeszcze większa. Na ryc. poniżej przedstawione są poziomy energetyczne poszczególnych torów.

Różnica sąsiednich poziomów energetycznych staje się, jak widzimy, coraz mniejsza. Wpływa to z teorii. Wznosząc się na coraz wyższe tory, to jest oddalając się coraz bardziej od protonu, elektron nabiera coraz więcej energii, której maxi-

Poziomy energetyczne

torów:



I _____

Poziomy energetyczne

mum oznaczone jest na rysunku przerywaną linią. Osiągnąwszy ten graniczny poziom, elektron wyzwala się spod przyciągania protonu i ucieka z atomu.

W normalnym stanie posiadają atomy wodoru najmniejszą energię. Elektrony we wszystkich atomach obiegają po torze I. Przepuśćmy prąd elektryczny przez gaz wodorowy. Prąd „wyrzuca“ elektrony z najniższego toru. Wykonywa pewną pracę nad atomami, wzbogaca je w energię. Niektóre elektrony zostają wyniesione na tor II, inne na wyższe je-

szcze tory. Atom nosi teraz miano p o b u d z o n e g o. Elek-
trony obiegają po wyższych torach.

Po pewnej liczbie obiegów, elektron samorzutnie spada na jeden z niższych torów. Zeskakuje z toru IV na III, z III na II (lub I) itd.

Ten z e s k o k elektronu jest bardzo istotnym i ważnym procesem. Gdy elektron przeniesiony został przez prąd na tor wyższy, np. z toru I na IV — wzbogacał się wówczas w energię. Gdy zaś dzieje się odwrotnie, to jest elektron spada z toru IV na I, wówczas ubożeje w energię. Gdzie podziewa się ta utracona energia? Według teorii Bohra zostaje ona w y p r o m i e n i o w a n a: atom wysyła światło.

Powtórzmy: przepływ prądu elektrycznego wyrzuca elek-
trony z torów niższych na wyższe. Atomy stają się bogatsze w energię. Z kolei elektrony same spadają na dawne tory. Atomy tracą energię, wypromieniowując ją. Tak p o w s t a j e ś w i a t ł o, wysyłane przez atomy.

Zbliżamy się do węzłowego punktu rozważań.

R o l ę p r ą d u e l e k t r y c z n e g o o d g r y w a ć m o ż e r ó w n i e ż ś w i a t ł o. Co sprawiał prąd? Wzbo-
gacał atomy w energię, podnosił elektrony na wyższe tory. Światło jest jakby rojem pocisków. Pociski świetlne różnią się swym zasobem energii. Na przykład pociski światła niebieskiego wiozą większą energię od „czerwonych“. Godząc w atomy, te pociski świetlne odgrywają tę samą rolę, co przepływ prądu. Atom zostaje p o b u d z o n y. To znaczy: atom pochłania „dawkę świetlną“ (tzw. kwant), staje się bogatszy w energię, elektrony przeniesione zostają na wyższe tory. Potem następuje znany nam proces odwrotny: elektrony spadają z powrotem na niższe tory, atom traci energię i wypromieniowuje ją, jako światło. Pochłonięte przedtem światło odradza się. Lecz — najczęściej w i n n e j p o s t a c i. Elektron nie spada na pierwotny tor. Atom nie zwraca całej pochłoniętej dawki świetlnej: Część jej zużywa, resztę wy-

promieniowuje. Oznacza to, że barwa wypromieniowana jest inna od pochłoniętej.

Zjawisko opisane jest niczym innym, jak fotoluminescencją, czyli świeceniem pewnych ciał pod wpływem światła. Atomy ciała pochłaniają światło pewnej barwy i przetwarzają je na światło innej barwy. (Przypomnijmy podany wyżej przykład. Na parę sodu kierujemy wiązkę promieni ultrafioletowych, niewidzialnych. Sód staje się pod ich wpływem źródłem promieniowania zupełnie odmiennego: mianowicie żółtego, widzialnego).

Teraz znamy już mechanizm fotoluminescencji czyli przetwarzania barw: ukryty on jest w atomie, wiąże się z przeskokami elektronów na wyższe tory i powrotnymi ich zeskokami.

Badając zjawiska fotoluminescencji, uzyskuje się tedy klucz do wyjaśnienia budowy atomu. Staramy się odtworzyć dzieje atomu, wstrząs jaki przeżył po pochłonięciu dawki świetlnej.

Ścisły, organiczny niejako związek pomiędzy zjawiskami świetlnymi a atomowymi zawdzięczamy — jak przekonaliśmy się — duńskiemu uczonemu, Nielsowi Bohrowi. Jego teoria wydać się może fantastyczna, trochę dziwaczna. Czy zakazywanie elektronom pewnych torów, a dozwalanie innych lub owe przeskoki elektronów nie są śmiałą, lecz mało przekonującą koncepcją?

Otóż zasadnicza myśl Bohra zdała celujący egzamin: potwierdziły ją w pełni doświadczenia; wyjaśniła szereg zjawisk w sposób genialnie prosty.

Przedstawiliśmy zarys tej teorii w najbardziej ogólnikowej i pierwotnej formie z przed dwudziestu kilku lat. Struktura teorii Bohra skomplikowała się niezmiernie, gdy wprowadzono do niej szereg istotnych poprawek np. taką, że elektrony krążyć mogą nie tylko po orbitach kołowych, lecz również eliptycznych.

Badania fotoluminescencji zmierzają tedy do odtworzenia dziejów cząsteczki i atomu, które pochłonęły dawkę świetlną. Polscy fizycy osiągnęli wysoką doskonałość w odtwarzaniu tych dziejów; Zakład Fizyki Doświadczalnej, kierowany przez prof. Stefana Pieńkowskiego, jest jedną z najważniejszych placówek na świecie, poświęconych badaniom fotoluminescencji.

W maju 1936 r. odbywał się w Warszawie międzynarodowy zjazd, poświęcony zagadnieniom fotoluminescencji. Przewodniczący tego zjazdu, profesor Pringsheim, podkreślił w swym przemówieniu wybitną rolę, jaką w dziedzinie badań fotoluminescencji odgrywają polscy uczeni i Zakład Fizyki Doświadczalnej Uniwersytetu Józefa Piłsudskiego.

ZAKŁAD FIZYKI DOŚWIADCZALNEJ

Nie dociera tu gwar i hałas wielkomiejski. Gmach Zakładu położony jest zdala od ruchu ulicznego. Wznosi się wśród zieleni młodego ogrodu.

Zwiedzanie Zakładu Fizyki Doświadczalnej rozpoczniemy od podziemi. Tu mieści się własna elektrownia Zakładu. Pod ścianą obszernego pokoju stoją dwie dynamomaszyny. Wytwarzają one prąd stały o napięciu 25.000 woltów. Tablica, na której można włączać i wyłączać poszczególne instalacje elektrowni, poucza jakiego rodzaju prąd dostarczany jest Zakładowi. Tablica podzielona jest na osiem pól. Dla włączenia prądu niskonapięciowego, wysokonapięciowego, prądu dla specjalnych baterii, prądu dla instalacyj Roentgenowskich... Dla celów doświadczalnych Zakład potrzebuje tedy wielu rodzajów prądu elektrycznego.

Z elektrowni w podziemiach wybiegają pęki kabli. Przewody te biegną długim korytarzem wzdłuż ścian. Przebijają powałę, by dostać się z podziemia na parter, stąd znowu — na pierwsze piętro, drugie piętro i poddasze.

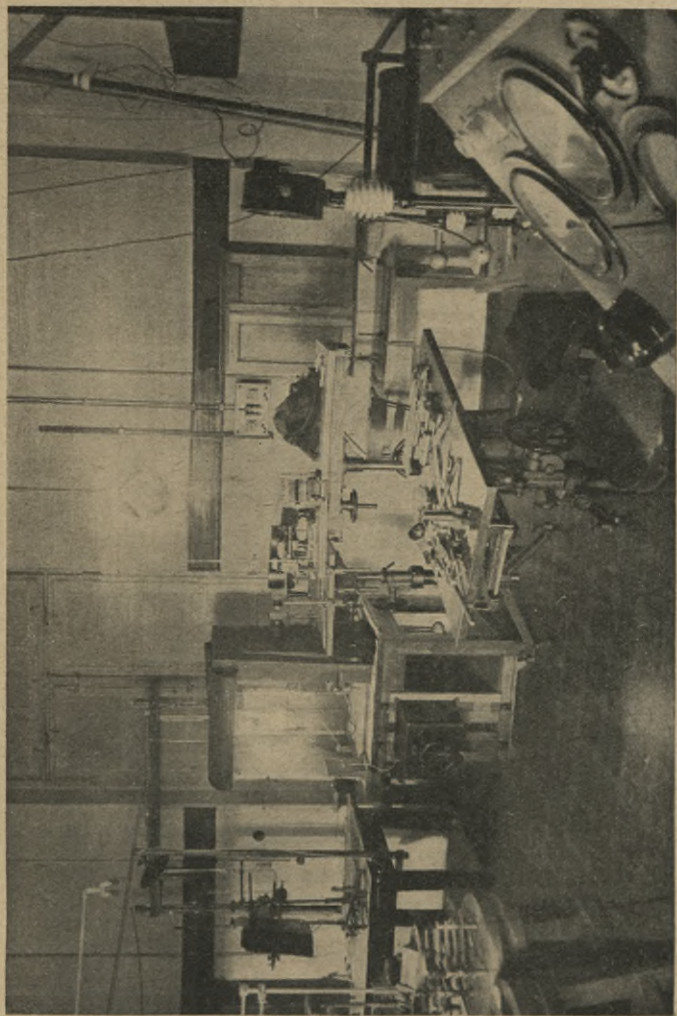
Na suficie korytarza biegną dwie równoległe linie przewodów wysokiego napięcia (25.000 volt!). Są one zawieszane na izolatorach, umocowanych u sufitu długim, symetrycznym dwuszeregiem. Gdziekolwiek będziemy, na piętrze czy na poddaszu, wszędzie widzimy linie przewodów; to niespodzianie urywają się i nikną w powale, to wybiegają równoległym, zwartym szykiem ze ściany. Cały Zakład jest jakby unerwiony owymi przewodami. Jeśli porównać je do arterii, w których obiega i krąży prąd, to elektrownia zasługuje na miano serca Zakładu. Stąd wybiegają niezliczone przewody, zasilając prądem wszystkie pracownie naukowe Zakładu.

W bliskim sąsiedztwie elektrowni znajduje się *s z k l a r n i a*. Sprawia ona na pierwszy rzut oka wrażenie istnej dżungli szkła. Szklane przyrządy o wymyślnych kształtach, kolby najrozmaitszej formy i wielkości, wielkie zespoły szklanych przewodów, tworzących istny labirynt o zagramatwanej budowie. Wszystko to tłoczy się na stołach, dając wrażenie jakiejś pracowni alchemicznej, w której poszukiwano wśród szkła i ognia kamienia filozoficznego...

Pod ścianami stoją szafy, przepelnione długimi, smukłymi rurkami szklanymi. Wnętrze szafy jest nimi groźnie najeżone, jak ostrzami bagnetów. Szklana gęstwina lśni i mieni się srebrnymi blaskami. Tu, w pracowni szklarskiej, wytwarza się ze szkła wszystko, niezbędne dla doświadczeń Zakładu. Dokonywa się obróbki zarówno szkieł twardych, jak miękkich oraz kwarcu. Wykonywa się lampy kwarcowe.

Naprzeciwko szklarni mieści się warsztat mechaniczny, spełniając tę samą ważną rolę w życiu Zakładu: wytwarza wszelkie przyrządy z metalu, od statywów, pomp, opornic do części najbardziej precyzyjnych i subtelnych, w których pomysłowość eksperymentatora idzie o lepsze ze zręcznością mechanika...

W opisie pomocniczych, a bardzo ważnych urządzeń zakładowych nie można też pominąć *s k r a p l a r k i*, która do-



Fragment pracowni (badania fluorescencji barwników)

starcza kilku litrów ciekłego powietrza na godzinę. (W doświadczeniach szkolnych poznaliśmy osobliwe własności, jakie ujawniają ciała zanurzone w ciekłym powietrzu: rtęć daje się kuć, a kwiaty stają się tak twarde i kruche, że przy lekkim dotknięciu rozsypują się w proch). Ciekłe powietrze, dostarczane przez skraplarę, wlewa się strugą błękitnawej barwy do lśniących naczyń, o podwójnych, posrebrzanych ściankach. Ciekłe powietrze używane jest w pracowniach zakładowych do wszystkich tych doświadczeń, w których bada się zjawiska w niskich temperaturach (sto kilkadziesiąt stopni poniżej zera).

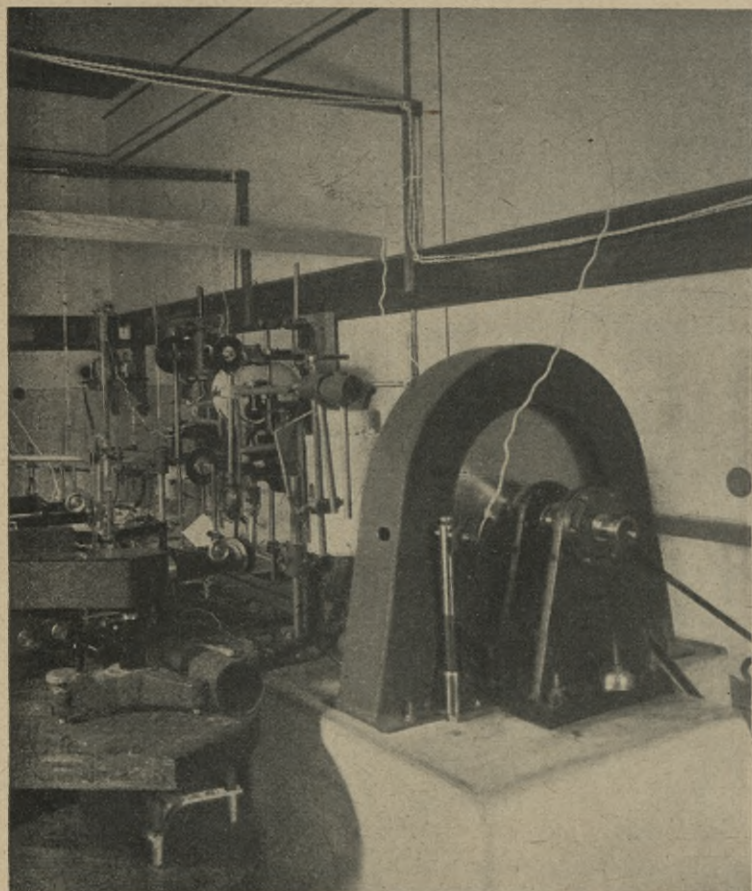
Rozpoczniemy teraz zwiedzanie pracowni naukowych. Znajdują się one zarówno na parterze, na piętrach, jak i w podziemiu i na poddaszu. W poszukiwaniu miejsca dla pracy naukowej wykorzystano każdy skrawek powierzchni. Na poddaszu wybito okna w powalach. Stryzki bez okien przemieniono w ten sposób na pracownie ze świetlikami w dachu, jak w atelier malarskim.

Wchodzimy do jednej z pracowni, znajdującej się w podziemiu. ...Wita nas wściekły warkot! Na tle szklanego, osobliwego krajobrazu skomplikowanych przyrządów — majaczy w głębi pokoju szara, okrągła plama. Ona to zdaje się być źródłem ostrego, huczącego szumu. Zbliżyliśmy się, gdy powstrzymuje nas ostrzeżenie, napół groźne, napół wesołe:

— Utnie głowę! Nie zbliżać się!

Smuga bez przerwy warczy. W pewnej chwili szum zaczyna słabnąć, ucisza się, a jednocześnie — ze smugi, z szarej, zjawiskowej plamy wyłaniać się zaczyna okrągły kształt, który po chwili okazuje się tarczą, wprawioną w ruch obrotowy. Na brzegach tarczy osadzone są dwa długie, cienkie ostrza.

W pracowni, którą zwiedzamy, mierzy się trwanie czasu fluorescencji. Naświetlamy gaz czy ciecz, pobudzając je do świecenia. Czas tego świecenia wyrażać się



Tarcza w osłonie

może tysięczną, milionową częścią sekundy! Świecenie ciała jest tedy nieuchwytnym błyskiem, drobnym, przemijającym tylko mgnieniem. Jak mierzyć taki niepojęty wprost w swej krótkości czas świecenia?

Metoda tak subtelного pomiaru jest godna podziwu w swej

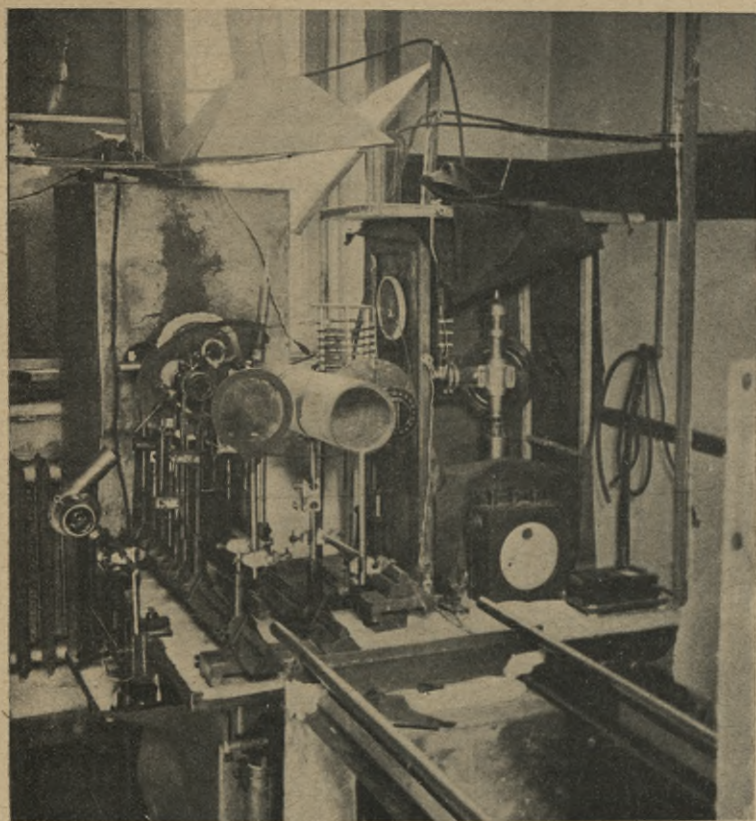
prostocie. Błysk, jaki daje światło fluorescencji, pada na lustro, związane ściśle z tarczą. Najeżona dwoma ostrzami tarcza wykonywa 20.000 obrotów na minutę! W ruch wprawia ją motor elektryczny o mocy pięciu koni mechanicznych. Błysk światła odbija się od zwierciadła obracającego się 20.000 razy na minutę! Odbity więc wielokrotnie błysk zostaje jakby „wydłużony“. Skierowany zostaje z kolei na kliszę fotograficzną. Błysk utrwali się, jako linijka na kliszy. Po odbiciu od zawrotnie rozpędzonej tarczy błysk pozostawi na kliszy ślad jakby „rozmyty“, trochę rozlany. Rozmiary owego śladu na kliszy fotograficznej pozwalają sądzić o czasie fluorescencji, o tym, jak długo trwał ów błysk. Przy pomocy tarczy o 20.000 obrotach na minutę można mierzyć czas świecenia, wynoszący jedną pięćsettyśiączną część sekundy:

$$\frac{1}{500.000} \text{ sekundy!}$$

W życiu codziennym stosujemy miarę godzin i minut, rzadziej — sekund. O dziesiątych częściach sekundy mówi się tylko z okazji rekordów sportowych. Setna część sekundy jest już pojęciem zupełnie niewyobrażalnym. Cóż tedy rzecz o pięćsettyśiącznej części sekundy! A jednak taki czas mierzony jest z największą dokładnością w pracowni, która przywitała nas tak hałaśliwie i groźnie.

Włączamy motor. Z przenikliwym świstem tarcza zaczyna się obracać. Dwa ostrza nikną odrazu w obrotowym pędzie! Z tarczy pozostaje tylko mglisty zarys, okrągła, lekko drgająca smuga. Liczba obrotów zwiększa się! Świadomość, że w owym ściemnionym zarysie tai się wielki, potężny pęd, napawa lękiem. Gdyby teraz tarcza wyskoczyła z osi, wokół której się obraca! Poniszczyłaby, pogruchoła wszystko po drodze, nie mówiąc o niebezpieczeństwie grożącym eksperymentatorowi...

A przecież ten pęd, który zdaje się nam tak niesamowicie



Fluorometr do pomiaru czasu świecenia — błysku trwającego miliardową część sekundy

groźny — to „zaledwie“ 2.000 obrotów na minutę. Tarcza napędzana jest teraz półkonnym motorem. Jak groźny i potężny będzie tedy ten pęd tarczy, napędzanej pięciokonnym motorem, pęd dziesięciokrotnie szybszy: nie 2 lecz 20 tysięcy obrotów na minutę!

W sąsiedniej pracowni dokonywa się również pomiaru

czasu świecenia. Pomiaru znacznie czulszego. Stosuje się tu inną zupełnie metodę, zbyt złożoną, by ją tu opisywać.

Fluorescencję wzbudza się tutaj za pomocą naświetlania lampą łukową o wielkiej mocy. Dorównywa ona bowiem blaskiem latarni morskiej na Rozewiu. W czterech ścianach niewielkiego pokoju jest tedy uwięzione takie samo światło, jakie w promieniu wielu kilometrów wskazuje drogę okrętom na Bałtyku.

Ze ściany spogląda na nas groźnie czaszka nad skrzyżowaniem dwóch piszczeli:

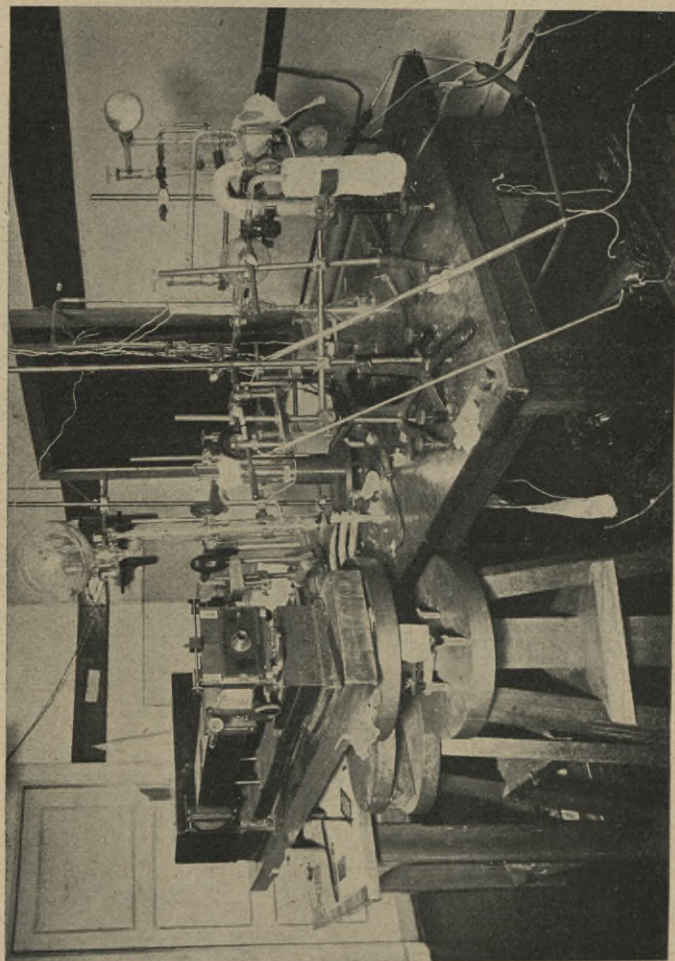
— Śmierć grozi! Wysokie napięcie! — ostrzega napis.

Fluorescencja cieczy, wzbudzana w eksperymentach tej pracowni, jest błyskiem, lśnieniem tylko, trwającym fantastycznie krótko. Ulepszoną metodą, jedyną na świecie, mierzy się czas, wynoszący miliardową część sekundy:

$$\frac{1}{1000.000.000}$$

Pojęcie takiej drobiny czasu jest zupełnie nieuchwytnie dla wyobraźni. Jest jednak, jak się okazuje, ściśle i dokładnie uchwytnie dla badacza i jego przyrządów. Niewyobrażalnie mały wydawał się ów ułamek sekundy, mierzony przy pomocy obracającej się w zawrotnym pędzie tarczy. Tam mierzono jedną pięćsettyśmienną część sekundy. Jakim zdumieniem i pòdziwem napawa tedy pomiar jednej miliardowej części sekundy! Pomyślmy: sekunda podzielona na tysiąc części, każda z tych części znów rozdzielona na tysiąc części i jeszcze raz każda z tych „tysięczno-tysięcznych“ części podzielona na tysiąc... Nie! nawet najbujniejszej fantazji, najwyższej wyobraźni wymyka się takie pojęcie czasu.

Przechodząc do następnej pracowni, mijamy w długim korytarzu, „unerwionym“ zwojami przewodów elektrycznych, skrzynkę z czerwonym krzyżem, zawieszoną na ścianie. To podręczne „pogotowie ratunkowe“ Zakładu. W tej właśnie



Fragment pracowni

chwili jeden z pracowników naukowych manipuluje przy apteczce lewą ręką. Prawa jest obandażowana.

— Lekkie porażenie... — pada wyjaśnienie.

Przypomina się nam odrazu ostrzegawcza czaszka z pieszczelami, widniejąca na ścianie pracowni. Przy eksperymentach, w których stosuje się wysokie napięcia, nieuniknione są wypadki porażenia prądem. Na badaczy czyha niebezpieczeństwo.

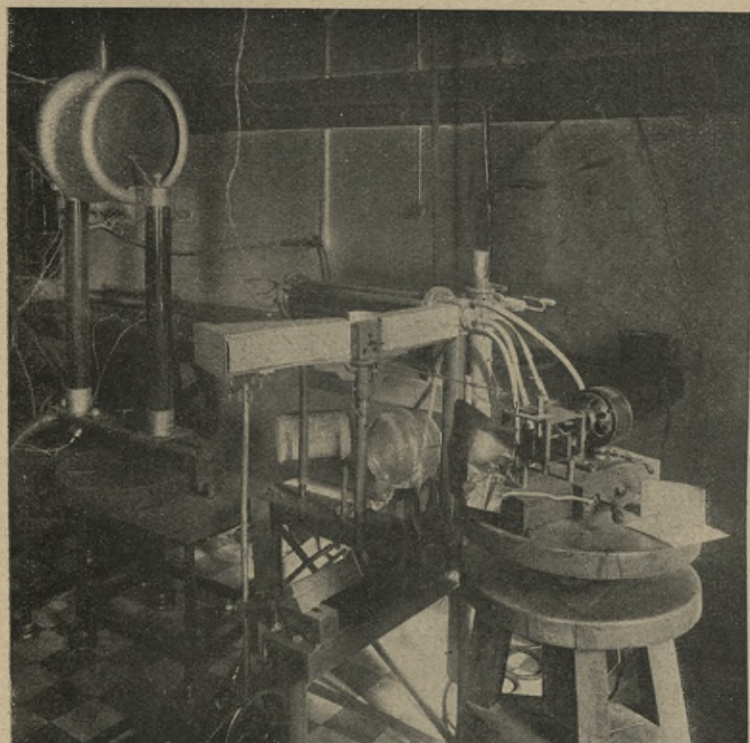
U drzwi następnej pracowni wita nas przeciągły trzask. Już ze znacznej odległości daje znać o sobie, zakłócając idealną ciszę, jaka zwykła panować w Zakładzie. (Ta cisza i białe kitle pracowników naukowych kojarzą się z obrazem wzorowego szpitala, jego surową atmosferą). Tę ciszę siekają wyładowania elektryczne. Nieprzerwane trzaski dają iskra elektryczna. Jakich doświadczeń dokonywa się tutaj? Bada się fluorescencję par metali, na przykład rtęci.

W małym naczynku ze szkła kwarcowego znajduje się lśniąca kropla rtęci. W naczynku panuje idealna niemal próżnia. Wkłada się je do elektrycznego piecyka o azbestowych (niepalnych) ściankach. W ogrzonym do wysokiej temperatury naczynku tworzy się p a r a r t ę c i.

Na tę parę metalu pada światło iskry elektrycznej. Para zaczyna fluoryzować. To światło fluorescencji skierowane zostaje do spektrografu, gdzie ulega (w pryzmatach) rozszczepieniu na poszczególne barwy. Widmo pada z kolei na kliszę fotograficzną i zostaje utrwalone.

Charakterystyczne cechy takich zdjęć widmowych pozwalają wyciągnąć pewne wnioski o budowie cząsteczek świecącego ciała, to jest pary rtęci lub innego metalu, na przykład cynku czy kadmu.

Dla osiągnięcia wyraźnych zdjęć naświetlanie iskrą elektryczną musi trwać nieraz kilkadziesiąt godzin! W dzień i w nocy czuwa wówczas badacz nad przebiegiem doświadczenia.



Fragment pracowni rentgenologicznej

Zwiedzimy z kolei inną pracownię, w której bada się tak zwaną wydajność fluorescencji. Doświadczenie jest stosunkowo proste. Ze światła, jakie daje lampa kwarcowa, wyodrębniamy wiązkę jednobarwną, to znaczy światło o określonej długości fali.

To światło jednorodne pada na ciecz, która zaczyna fluoryzować. Wiązkę fluorescencyjną fotografujemy na zwykłych kliszach. Ze zdjęć osądza się, jakie jest natężenie światła fluorescencji.

Druga część pracy polega na tym, że analogicznie fotografuje się tę wiązkę światła, za pomocą której naświetlamy ciecz (i pobudzamy ją do świecenia).

Z porównania zdjęć ocenia się, jaki zachodzi stosunek między natężeniem światła padającego i wzbudzonego.

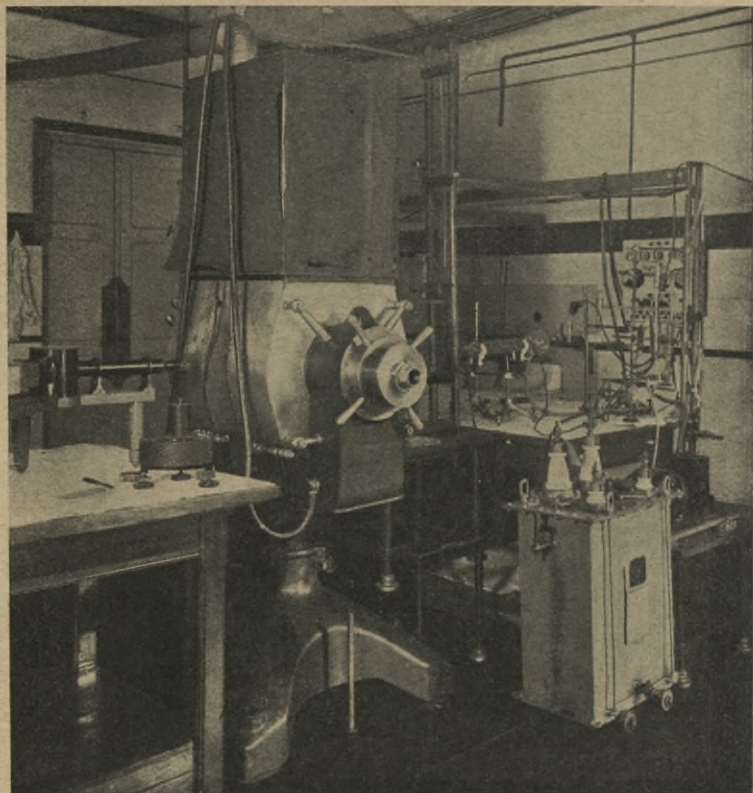
W przyległej pracowni dokonywane są inne interesujące badania nad fluorescencją. Naczynko z gazem, pobudzonym do świecenia, umieszcza się między biegunami elektromagnesu. Okazuje się, że świecenie słabnie. Jest to tak zwane „wygaszanie magnetyczne“ fluorescencji. Im silniejsze pole magnetyczne, tym silniejsze też owo gaszenie światła fluorescencji.

Dla ustalenia wpływu pola magnetycznego na świecenie i inne zjawiska optyczne rozporządza Zakład kilku elektromagnesami. Jeden z nich, największy, wytwarza pole o natężeniu 50.000 gaussów. Zajmuje przestrzeń od podłogi niemal pod sufit. Przepływ prądu tak go rozgrzewa, że chłodzony musi być wodą. Krąży ona w gęstym uzwojeniu rurek, oplatających elektromagnes.

Z parteru przeniesiemy się teraz na poddasze. Dwuszeregiem, z obu stron korytarza, biegną drzwi pracowni naukowych. Każda z nich wita przybysza tym samym, charakterystycznym „krajobrazem“, skomplikowaną aparaturą szklaną, złożoną z naczyń o wymyślnym kształcie i z zawikłanych przewodów, istnym płątowiskiem szklanych rurek. Nieodzowny jest też w każdej pracowni spektrograf, przyrząd, którego pryzmaty — a jest ich niekiedy kilkanaście — rozszczepiają światło. Wszędzie też biegną wzdłuż ścian czerwone, zielone, niebieskie przewody prądu elektrycznego: „arterie“ Zakładu.

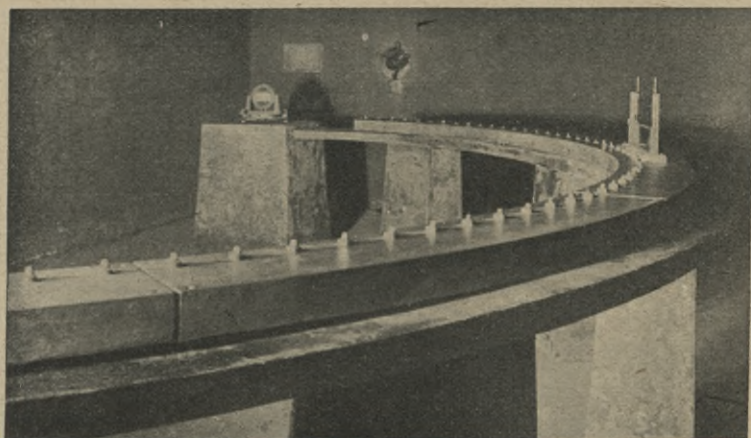
We wszystkich pracowniach na poddaszu przeprowadzane są badania optyczne: nad fluorescencją, pochłanianiem światła i innymi subtelnymi zjawiskami świetlnymi.

W najogólniejszym zarysie, nie wnikając w szczegóły subtelných doświadczeń i precyzyjnych pomiarów, przedstawili-



Pracownia z elektromagnesem, w którego polu bada się wygaszanie fluorescencji

śmy kilka pracowni, które reprezentują najważniejszą dziedzinę badań Zakładu Fizyki Doświadczalnej: dziedzinę zjawisk optycznych. Jakiemu celowi służą najrozmaitsze badania nad fluorescencją, nad widmami, pomiary czasu świecenia (miliardowa część sekundy!) — o tym wiemy już z części 2-giej tego rozdziału. Fluorescencja jest bowiem wyrazem zmian, jakie zachodzą w obrębie cząsteczki i atomu.

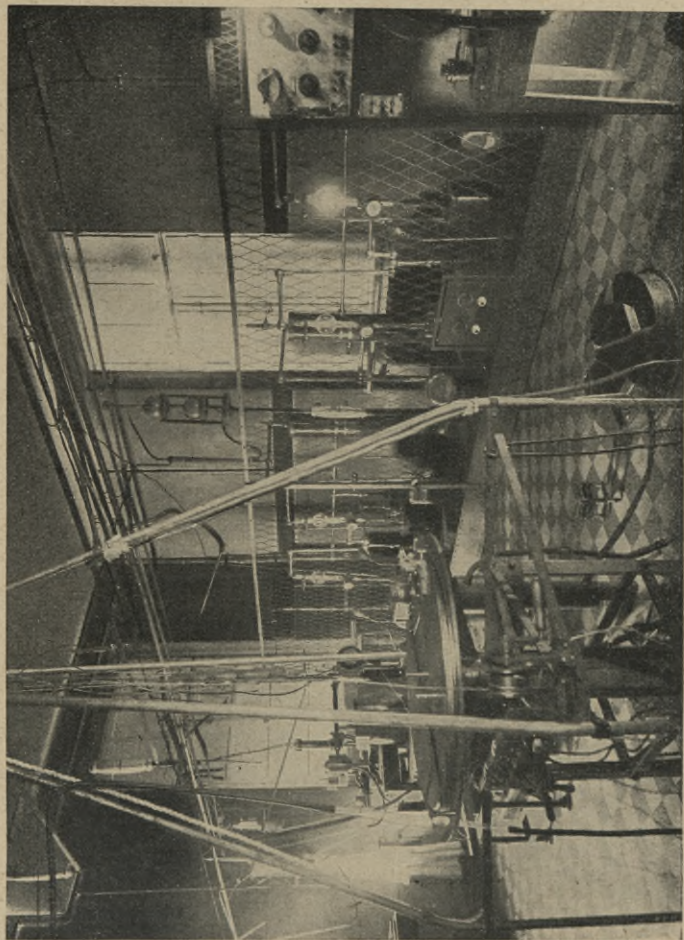


Siatka dyfrakcyjna (w głębi) i półkolista ława

Pewne zjawiska optyczne wręczają tedy klucz do wielkiej tajemnicy budowy materii.

Zwiedzając pracownie Zakładu, poświęcone b a d a n i o m o p t y c z n y m, nie możemy pominąć ważnego urządzenia, które znajduje się w dolnym podziemiu gmachu. Znamy już podziemie, gdzie mieści się elektrownia, szklarnia, warsztat mechaniczny, skraplarka i szereg pracowni. Zakład posiada jednak drugie jeszcze podziemie, niżej jeszcze położone. Pierwsze nosi miano górnego, drugie — dolnego. Otóż w dolnym podziemiu znajdują się pokoje, w których panuje chłód. Nie ogrzewa się ich. Ponadto ściany są podwójne, by osiągnąć izolację cieplną. Chodzi o utrzymanie stałej temperatury i ustrzeżenie przed zmianami cieplnymi cennego przyrządu: siatki dyfrakcyjnej.

Siatkę dyfrakcyjną stanowi szereg wąskich szczelin równoległych, znajdujących się w jednakowych odstępach. W praktyce używa się siatek, składających się z równoległych, cieniutkich rys, wyżłobionych na powierzchni szklanej



Instalacja Roentgenowska

plytki lub metalowego zwierciadła. Odstęp między dwiema sąsiednimi rysami tworzy szczelinę. Wiemy, iż w owych szczelinach światło ugina się i — jak w pryzmacie — rozszczepia na składowe barwy.

Siatka, tak troskliwie chroniona w podziemiu Zakładu przed wpływem zmian cieplnych, jest szczególnie cenna dzięki precyzji, z jaką została wykonana. Przedstawia się niepozornie: metalowe, lekko wklęsłe zwierciadło szerokości piętnastu centymetrów. Lecz każdy milimetr posiada 1.200 rys! Siatka ma tedy ogółem 180.000 równoległych, w jednakowych odstępach rozmieszczonych rys! Tak precyzyjna siatka daje doskonale rozszczepienie światła. Białe światło zostaje rozłożone na wszystkie barwy od nadfioletu do czerwieni. Widmo to pada na półkolistą wielką ławę. W dowolnym jej punkcie umieszczając aparat, fotografować można poszczególne części widma.

Półkole widma mieni się wówczas niewysłowionym urokiem barw. Jeszcze piękniejszych od tych, które zawisają na niebie łukiem podeszczowej tęczy.

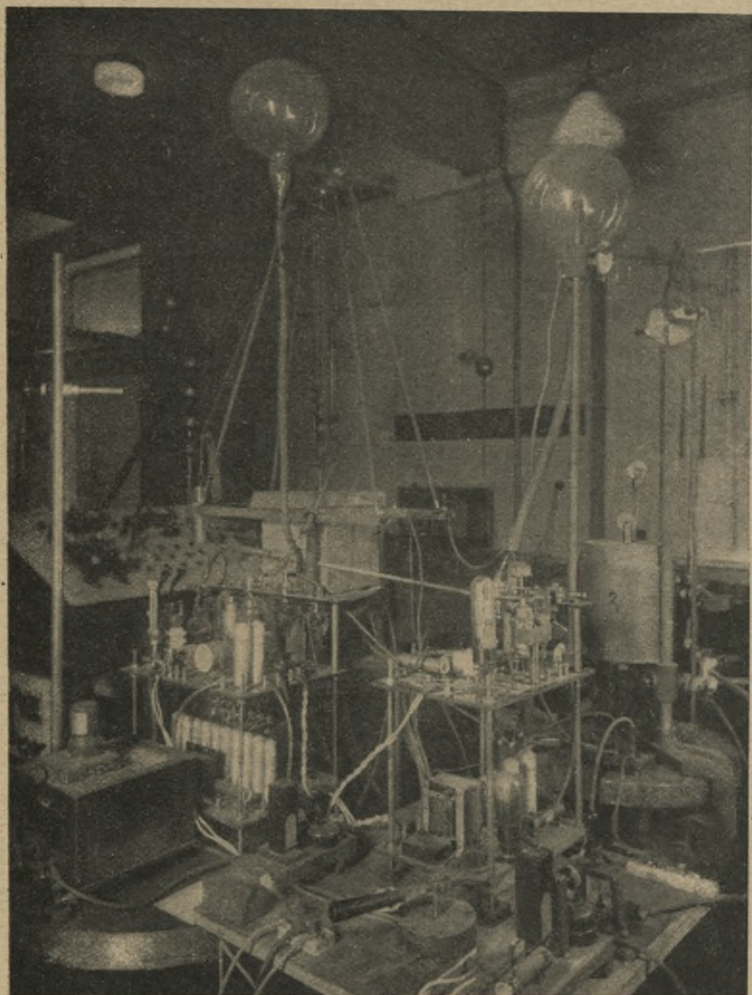
* * *

Fotoluminescencja jest głównym nurtem naukowej działalności Zakładu.

Drugą dziedzinę prac stanowią badania budowy kryształów i zbiorów krystalicznych za pomocą promieni Roentgena.

W chwili, gdy zwiedzamy Zakład, dokonywa się właśnie badań nad krystaliczną strukturą drewna pochodzenia podzwrotnikowego. Dzięki analizie Roentgenowskiej zgłębiamy tajniki budowy materii, odkrywając prawidłowość tam, gdzie pozory przemawiają za budową chaotyczną i bezkształtnością (drewno!).

Oglądamy próbki badanego drzewa. Różne gatunki drzewa palmowego, cedr libański i drzewo gwajakowe, które ma



Aparaty pomiarowe przy instalacji wysokiego napięcia

osobliwe własności. Jest tak twarde, że zyskało miano „żelaznego drzewa“. Ponadto dzięki dużej zawartości żywicy jest cięższe od wody i tonie w niej!

Wielka instalacja Roentgenowska Zakładu pozwala osiągać wysokie napięcie, 250.000 wolt.

Trzecia wreszcie dziedzina prac obejmuje zagadnienia fizyki jądra¹.

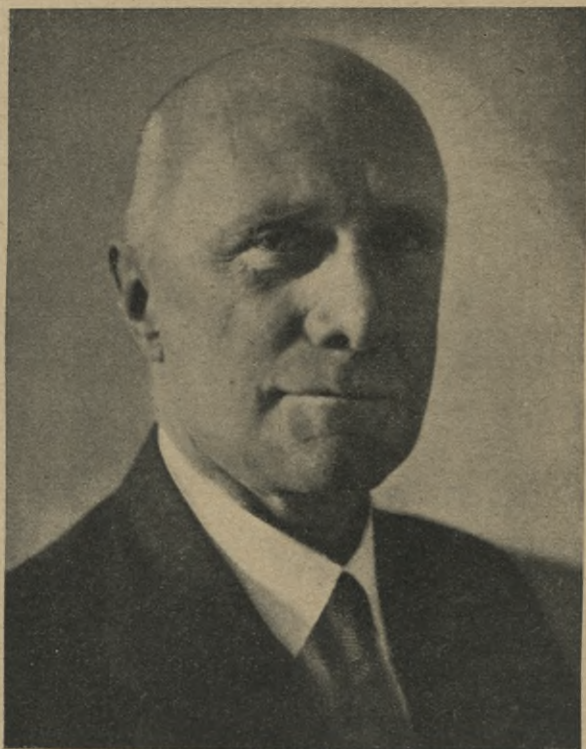
W rozległej sali mieści się aparatura, której zmontowanie trwało dwa lata; przeznaczona jest do badań w dziedzinie sztucznej promieniotwórczości.

Instalacja pozwala osiągać napięcie ponad pół miliona wolt! W polu elektrycznym o tak wysokim napięciu wykuwa się broń do ostrzeliwania jądra i rozbijania atomów². Tu staje się cud „nowoczesnej alchemii“³: pierwiastki przeistaczają się, przeobrażają. Dzieje się to w trzasku wyładowań między złotymi kulami iskierników, w atmosferze przesyconej poburzym zapałem ozonu.

¹ Patrz str. 335.

² Patrz str. 336.

³ Patrz str. 339.



CZESŁAW BIAŁOBRZESKI

Na drzwiach pokoju, w którym bawił się sześciolatek chłopiec, widniały dziwaczne znaki. W najróżnorodniejszych odstępach narysowane punkty i krzyżyki. Dla dorosłych nie miały one naturalnie żadnego sensu i znaczenia. Dla dziecka owe punkty, drobną dłonią znaczone na drzwiach, tały jednak głęboki sens.

Chłopiec godzinami wysiadywał nad ulubioną książką zoologiczną z obrazkami. Gdy oglądał barwne ryciny i wkraczał wyobraźnią w świat egzotycznych zwierząt, pragnął wiedzieć, jak wielkie są „naprawdę“ te plamiste, pasiaste i centkowane, potężne, śmigłe i piękne stwory, spoglądające nań z barwnych kart książki. Cóż, kiedy książka jedno tylko podawała wyjaśnienie: „Jedna dziesiąta naturalnej wielkości“ lub „Jedna trzydziesta naturalnej wielkości“.

Znalazł wreszcie sposób: na drzwiach odtwarzał naturalną wysokość i szerokość, dziesięciokrotnie czy piętnastokrotnie powiększając rozmiary zwierzęcia w książce. Odstępy między wyznaczonymi punktami wypełniała dziecięca wyobraźnia barwami i kształtami. Zamartwiał się chłopiec, gdy zwierzę przewyższało rozmiarami drzwi...

Znaki na drzwiach nie były tedy bezmyślną bazgraniną. Przeistaczały drzwi dziecięcego pokoju we wspaniały i groźny zwierzynek.

Ta pomysłowa zabawa w zoologię traktowana była przez chłopca z niezmierną powagą.

Równie poważnie brał sobie do serca naukę szkolną w późniejszych latach. Uczył się łatwo i chętnie. Nauka nie była dlań ciężarem, choć w szkole kijowskiej — jak w każdej ówczesnej — program był przeładowany. Szkołę śred-

nią w Kijowie ukończył Czesław Białobrzeski ze złotym medalem.

Łatwość uczenia się nie była jednak połączona z wybitnymi uzdolnieniami w określonym kierunku.

Od dzieciństwa odznaczał się Czesław Białobrzeski wszechstronnym ciekawstwem. I to miało już pozostać trwałym znamię jego umysłu.

Pożerał go głód wiedzy i świata, wskutek czego on sam pożerał książki. W latach szkolnych uprawia rozległą i różnorodną lekturę. W ostatniej klasie zadziwia i zdumiewa nauczycieli wypracowaniem osnutym na... filozofii Spencera. Czyta dzieła literackie, poezje. Po ukończeniu szkoły może nawet udzielać prywatnych lekcji historii literatury.

Nad „uniwersalnym ciekawstwem“ nie górowały w latach szkolnych żadne zainteresowania, które można byłoby uważać za zapowiedź późniejszej kariery fizycznej.

Co raz wyrazistsze z biegiem lat były natomiast zainteresowania filozoficzne. Białobrzeskiego nęciła zagadka całego świata i otaczającej rzeczywistości, a nie pewna określona dziedzina wiedzy. Wąski zakres jakiejś specjalności nie pociągał go, a raczej odstręczał.

I poprzez swe rozległe zainteresowania filozoficzne dotarł Białobrzeski do dziedziny, której miał się poświęcić i w której — wbrew pierwotnym zamierzeniom — wszechstronność musiała skapitulować na rzecz specjalności. Dziedziną tą była fizyka. Droga od filozofii do fizyki była logiczna i konsekwentna.

Filozof pragnął wytworzyć sobie naukowy pogląd na świat. Pogląd ten musiał, rzecz jasna, opierać się na głębszych, istotnych podstawach. Po namyśle doszedł Czesław Białobrzeski do wniosku, że podwaliną filozoficznego poglądu na świat powinna być fizyka, jako podstawowa nauka o przyrodzie.

W tej intencji fizyka miała być dla Białobrzeskiego po-

mocą tylko i odskocznią dla jego poszukiwań i zamiłowań filozoficznych. Nurtowała go myśl o stworzeniu systemu filozoficznego po zgłębieniu fizyki i pracy samodzielnej w tej nauce, odznaczającej się ścisłością i dostarczającej podstawowych pojęć o rzeczywistości. Wierzył, że nauka zdoła odsłonić wieczne tajemnice życia.

Mimo swego postanowienia Białobrzeski nie może jednak i nie chce z początku poświęcić się wyłącznie i specjalnie fizyce. Buntuje się w nim jego „wszechstronne ciekawstwo“ i rozległość zainteresowań. To też po ukończeniu szkoły w 1896 r. wstępuje na wydział przyrodniczy uniwersytetu kijowskiego z zamiarem studiowania w s z y s t k i c h n a u k p r z y r o d n i c z y c h.

Wkrótce zdaje sobie sprawę, że obrał fałszywą drogę. Pojął, że wszechstronne studia oddalą go, a nie zbliżą do celu. Przełamuje się w sobie i przenosi na wydział matematyczno-fizyczny. Gruntownymi studiami matematycznymi pragnie stworzyć sobie należyłą podstawę dla wiedzy fizycznej.

Obrawszy fizykę i matematykę, jako główne przedmioty studiów uniwersyteckich, Białobrzeski nie zaniedbywał wszechstronnej lektury. Czas wolny poświęcał przeważnie czytaniu dzieł z najrozmaitszych dziedzin wiedzy, pierwszeństwo jednak dając umiłowanej filozofii. Czasu wolnego nie miał co prawda zbyt wiele w pierwszych latach uniwersyteckich. Korepetycje zabierały pięć, sześć godzin dziennie.

Wierny lekturze filozoficznej, Białobrzeski nie myśli zrazu o karierze naukowej.

Należało pomyśleć o zawodowej pracy. Białobrzeski zamierza wyjechać za granicę na studia elektrotechniczne. Pragnie w przyszłości pogodzić i połączyć zawód inżynierski z pracą naukową.

Tym zamysłem i projektem nie było sądzone urzeczywistnić się. Lata od 1901 do 1903 przeznacza Białobrzeski na

zebranie funduszu na wyjazd za granicę. Postanawia zarazem wykorzystać wolne chwile. Zwraca się do swych profesorów uniwersyteckich z prośbą, by dopuścili go do pracy naukowej w zakładzie fizycznym uniwersytetu. Wykonywa w krótkim czasie pierwszą samodzielną pracę z dziedziny optyki, związaną z badaniami swego profesora.

Po upływie półtora roku Białobrzeski zostaje asystentem przy zakładzie fizycznym. To przesądziło w znacznej mierze o dalszej karierze. Po dalszych trzech latach zostaje docentem.

Z wrodzoną pasją „pożeracza książek“ studiuje literaturę naukową. Rodzą się w nim zainteresowania dla nowych prądów w fizyce, dla atomistyki.

W Rosji nie było środowisk nowej nauki. Białobrzeski czyni starania o wyjazd za granicę. Dzięki subsydiom uniwersyteckiemu uzyskuje możliwość dwuletniego pobytu za granicą. Od jesieni 1908 do wiosny 1910 przebywa w Paryżu.

Białobrzeski zgłasza się do profesora Langevina, który był tymczasowym kierownikiem pracowni fizycznej w Collège de France. Prof. Langevin zabiegał wówczas o katedrę fizyki i niewiele czasu mógł poświęcić przybyszowi. Pozostawiony własnym siłom, Białobrzeski musi sam pokonywać pierwsze trudności związane z podjętymi badaniami.

Białobrzeski wykonywa szereg prac nad jonizacją. Istnieją, jak wiadomo, ciała ciekłe i stałe, które podobnie jak gazy, nie mają własnej zdolności przewodzenia elektryczności. Tę zdolność można jednak wzbudzić w nich, naświetlając je np. promieniami Roentgena. To sztuczne pobudzenie ciał do przewodnictwa nazywa się jonizacją¹.

Białobrzeski badał przewodnictwo elektryczności w pewnych ciałach stałych i ciekłych, które z natury swej są nieprzewodnikami.

¹ P. str. 281 (rozdział o „Promieniach kosmicznych“).

Było to zagadnienie prawie nie tknięte jeszcze przez uczonych. Badania Białobrzeskiego były jedne z pierwszych.

Na podstawie tych prac ogłasza Białobrzeski rozprawę, dzięki której zostaje na początku 1914 roku powołany na katedrę fizyki w Uniwersytecie Kijowskim.

Po paryskim okresie prac doświadczalnych, zaczyna domagać się głosu filozof. Za jego to sprawą Białobrzeski podejmuje pewne zagadnienia teoretyczne o rozległych, dalekich perspektywach.

W roku 1913 pisze teoretyczną z zakresu astrofizyki, nauki o budowie i ustroju gwiazd. Rozważając problemy teoretyczne z dziedziny niedostępnej praktycznemu doświadczeniu, osiąga Białobrzeski wielki sukces naukowy. Otrzymuje w 1913 r. wyniki, do których w trzy lata później dochodzi najwybitniejszy ze współczesnych astrofizyków, Eddington.

O tej pracy z dziedziny astrofizyki pomówimy na odrębnym miejscu z uwagi na jej doniosłość.

Pracą Białobrzeskiego zainteresowali się najwybitniejsi polscy uczeni, profesorowie Uniwersytetu Jagiellońskiego, Smoluchowski, Rudzki, Natanson. W 1919 roku Białobrzeski otrzymuje zaproszenie na katedrę fizyki Uniwersytetu Jagiellońskiego.

Białobrzeski przyjeżdża do Krakowa dopiero w 1920 roku. W roku 1921 Uniwersytet Warszawski proponuje Białobrzeskiemu objęcie katedry fizyki teoretycznej. Od tego czasu Białobrzeski wyklada w Warszawie. W 1925 r. zaczyna pierwsze próby zorganizowania zakładu badawczego, poświęconego fizyce teoretycznej. Po pięciu latach projekt został urzeczywistniony. W 1931 r. nastąpiło otwarcie Zakładu Fizyki Teoretycznej.

RÓWNOWAGA GWIAZD

Geologowie obliczają wiek skorupy ziemskiej na lat co najmniej miliard. W ciągu całego tego niezmiernego czasu

planeta nasza zaopatrywana była bez przerwy w życiodajną energię s ł o Ń c a. Energia ta spływała na ziemię przed wiekami i setkami wieków w tej samej ilości, co dziś.

Wiek słońca obliczają astronomowie na lat około 10 miliardów. Słońce jest potężnym i niewyczerpanym od milionów lat źródłem energii promienistej. W ciągu jednej sekundy słońce wypromieniowuje z siebie energię, która wynosi $3,8 \times 10^{33}$ ergów.

Dla lepszego odtworzenia sobie rozmiarów tej energii użyjemy obrazowego porównania profesora Czesława Białobrzeskiego:

w ciągu niespełna tygodnia słońce promieniuje tyle energii, ile dostarczyłoby spalenie masy węgla równej masie naszego globu ziemskiego.

Wyobraźmy sobie, że cała nasza kula ziemską zbudowana jest tylko z węgla. Słońce zaś niech będzie gigantycznym, kosmicznym piecem. Dla podtrzymania ognia w tym piecu należałoby opalać go masą węgla wielkości naszego globu. Co tydzień spalałaby się taka ziemską kula węglowa.

Hojnie i rozrzutnie szafuje więc słońce swymi zasobami energii. Mimo to promieniowanie słoneczne nie uległo znaczniejszej zmianie w ciągu tysięcy lat dziejów ludzkich, ani też w ciągu milionów lat dziejów kuli ziemskiej od najstarszych epok geologicznych.

Oznacza to, że stosunki panujące w słońcu znamionuje nadzwyczajna trwałość.

Czemu przypisać tę trwałość i zdumiewającą niezmiennność mocy promieniowania słonecznego? Czemu przypisać, że słońce od milionów lat z d o l n e j e s t d o t r w a ł e g o i s t n i e n i a, że nie rozpada się?

Pytania te dotyczą zarazem losów naszej planety. Śmierć słońca oznaczałaby zarazem śmierć ziemi. Śmierć z zimna.

Nauka od dawna szuka odpowiedzi na wymienione pytania. Odkrywczy geniusz ludzki sięga w odległy świat

gwiazdny, nie zrażając się tym, że jest to świat niedostępny doświadczeniu i zmysłom. Powstały i rozwijają się teorie astrofizyczne, usiłujące wyjaśnić, jaka jest wewnętrzna budowa gwiazd i jak przebiega ich ewolucja?

W roku 1913 poświęcił się Czesław Białobrzescki dociekaniom nad budową ciał niebieskich. Rozważania jego — jak już wspomnieliśmy — uwieńczył wielki i pełny sukces. Białobrzescki rozszerzył dotychczasowe teorie, pogłębił je i wprowadził na nową drogę. Odkrył nowy, przeoczany dotąd w nauce czynnik, odgrywający w życiu słońca i gwiazd zasadniczą rolę.

Przedstawimy w ogólnym zarysie wyniki doniosłej pracy teoretycznej Białobrzesckiego.

Jak zbudowane jest słońce?

Bezpośredniej obserwacji dostępna jest świecąca powierzchnia słońca, zwana fotosferą. Temperatura jej sięga 6.000°C .

W tej temperaturze wszystkie znane pierwiastki przechodzą w stan gazowy. Materia słoneczna składa się zaś z tych samych pierwiastków, jakie występują na ziemi. Nie ulega tedy wątpliwości, że zewnętrzne warstwy słońca znajdują się w stanie gazowym.

Z wewnętrznych warstw słońca, znajdujących się pod olbrzymim ciśnieniem wyżej położonych warstw, płynie bez przerwy energia ku powierzchni.

Środkowe warstwy słońca oraz gwiazd posiadają bardzo wysoką temperaturę. W 1870 roku amerykański uczoney Homer Lane obliczył, jakie temperatury panują w różnych częściach kuli słonecznej.

Uczoney ten wyszedł z założenia, że słońce jest kulą gazową. Po pół wieku, w roku 1924 wybitny astronom angielski Eddington przytoczył szereg ważnych argumentów, przema-

wiających za tym, że słońce i gwiazdy są gigantycznymi kulami gazowymi.

Eddington obliczył, że średnią temperaturę słońca ocenić można na

23 miliony stopni Celsjusza!

Temperatura zaś w środku słońca i większości gwiazd sięga najprawdopodobniej

40 milionów stopni!

Skoro słońce i gwiazdy są olbrzymimi kulami, utworzonymi z mieszaniny gazów, to nasuwa się wniosek nieodparty i groźny: taka kula ma chyba pewne tendencje do rozpadnięcia się!

W zgłębianiu tych zagadnień musimy uwzględnić czynnik, odgrywający w budowie i życiu gwiazd doniosłą rolę. Rola tę zbadał po raz pierwszy w roku 1913 Czesław Białobrzeski.

Jaki to czynnik, zapoznawany i nieuwzględniany do czasu, w którym pojawiła się rozprawa Białobrzeskiego?

Czynnikiem tym jest ciśnienie, jakie wywiera promieniowanie.

Brzmi to na pozór dziwnie i niewiarygodnie, lecz jest faktem dowiedzionym od czasów genialnego fizyka angielskiego Maxwella, że

promienie świetlne, podobnie jak wszelkie inne fale elektromagnetyczne, wywierają ciśnienie na spotykane ciała.

Ciężarek, ustawiony na dłoni, wywiera ciśnienie. Wyraźnie je odczuwamy. Wystawmy dłoń na działanie promieni słonecznych. Nie wyczuwamy żadnego „nacisku“. A jednak promienie wywierają ciśnienie, tak jakby były rojem godzących w nas pocisków. Lecz jakże lekkie muszą to być, niematerialnie wprost lekkie pociski, skoro nie odczuwamy wcale ich nieprzerwanego bombardowania.

Nie odczuwamy ciśnienia promieni, gdyż w warunkach ziemskich jest ono niezmiernie małe. Na krańcach atmosfery

ustawmy prostopadle do promieni słonecznych czarną tablicę o powierzchni metra kwadratowego. Nacisk (parcie) promieni na tę powierzchnię wyniesie niespełna pół miligrama.

Lecz to ciśnienie, wywierane przez promienie, rośnie bardzo szybko wraz z temperaturą. Niech temperatura ciała promieniującego wzrośnie dwukrotnie, a ciśnienie to wzrośnie 16-krotnie. Gdy temperatura wzrośnie 3, 4, 5, 10-krotnie to ciśnienie wzrośnie 81, 256, 625, 10.000-krotnie! Ciśnienie to jest bowiem proporcjonalne do czwartej potęgi temperatury.

Łatwo teraz zrozumieć, że we wnętrzu słońca i gwiazd, żarzących się milionami stopni — promieniowanie wywierać musi olbrzymie ciśnienie. Nie mniejsze od materii.

To ciśnienie wewnętrzne jest groźną siłą. Dąży bowiem do rozsadzenia gwiazdy.

Białobrzęski, ukazawszy pierwszy wielką rolę, jaką w budowie gwiazd odgrywa ciśnienie promieniowania — uodowodnił też, że rola ta jest tym większa, im większa jest masa gwiazdy.

Angielski uczoney Eddington obliczył później, że w gwiazdach o masie, przekraczającej 10^{35} gramów, działanie rozsadzające ciśnienia staje się tak wielkie, że gwiazdy te są niezdolne do istnienia i muszą się rozpaść. Ciśnienie promieniowania pokonywa wówczas siły wzajemnego ciężenia, utrzymujące materię gwiazd w równowadze. Gwiazda powraca do chaosu, z którego powstała.

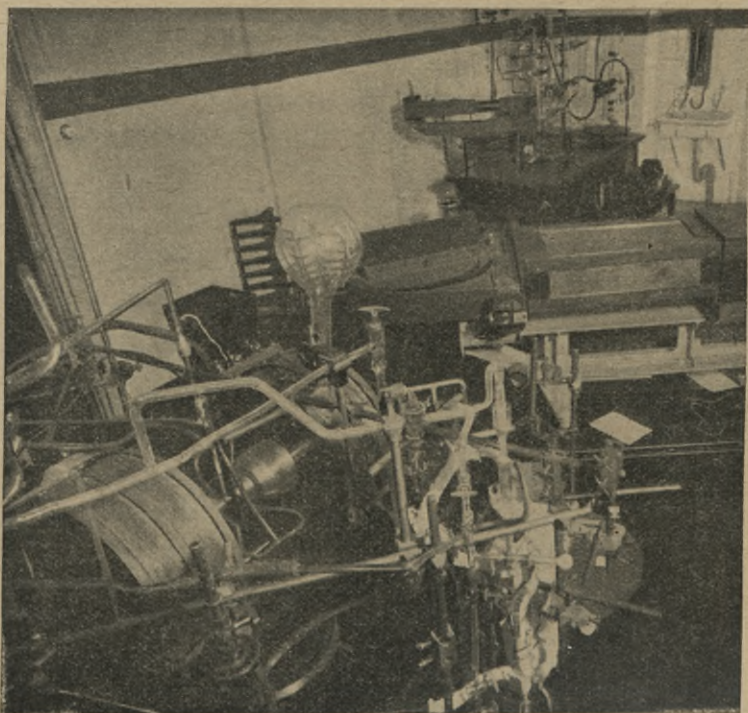
Doniosłą rolę ciśnienia promieniowania odkrył Białobrzęski w 1913 roku. W trzy lata później na tę samą myśl wpadł angielski astronom Eddington, nie znając zresztą rozprawy teoretycznej Białobrzęskiego. Eddington przyznał pierwszeństwo idei polskiemu uczonemu, gdy w kilka lat później poznał jego pracę.

ZAKŁAD FIZYKI TEORETYCZNEJ

W gmachu przy ulicy Ocze, skupiającym różne laboratoria Uniwersytetu Warszawskiego, mieści się na drugim piętrze Zakład Fizyki Teoretycznej.

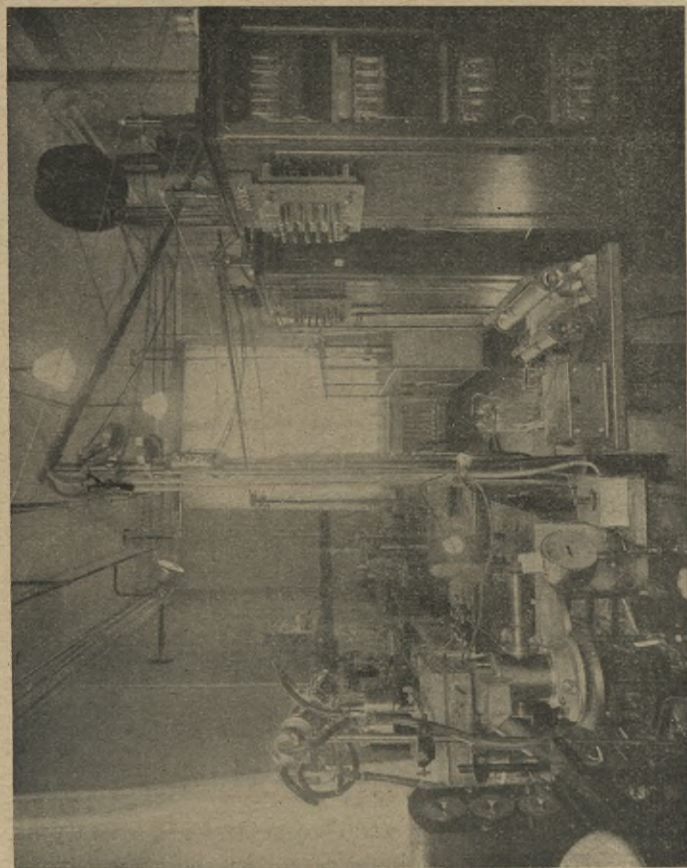
Czesław Białobrzeski, inicjator i organizator placówki, zabiegał o jej stworzenie od 1925 roku. Upłynęło sześć lat, nim udało się pokonać trudności. W 1931 nowa placówka badawcza rozpoczęła swą działalność.

Rozmiary Zakładu są skromne. Zakład liczy kilka tylko pracowni i kilku pracowników. Nie przeszkodziło to jednak



Fragment pracowni (badania optyczne)

Zakładowi złożyć już w ciągu pierwszych lat istnienia cenne dowody wartościowej i doniosłej pracy naukowej.



Pracownia Zakł. Fizyki Teoret. (badania nad przewodnictwem wzbudzonym)

W ciągu pierwszego pięciolecia Zakład ogłosił kilkadziesiąt prac z różnych dziedzin: głównie — optyki i przewodnictwa elektrycznego.

Eksperymenty dokonywane w Zakładzie są tak subtelne,

a osiągnięte wyniki — tak specjalne, że zrezygnować tu musimy ze ścisłego i bliższego ich opisu. W zarysie przedstawimy tylko kierunek i sens prac, wykonywanych w Zakładzie pod kierownictwem profesora Czesława Białobrzezkiego.

Oto pracownia, poświęcona badaniom przewodnictwa elektrycznego. Eksperymentom służą tu zawiłe w budowie aparaty. W szafach stoją baterie akumulatorów. Obok mieści się instalacja rentgenowska.

Jakie są tu prowadzone badania?

Ciecze, które są idealnymi izolatorami, można zmusić w pewnych warunkach do przewodzenia elektryczności. Nieprzewodnik staje się wówczas przewodnikiem. Za narzędzie „terroru“ służą naprzykład promienie rentgenowskie. Pod ich wpływem ciecz zostaje niejako zmuszona, pobudzona do przewodzenia prądu elektrycznego.

Podobne badania dokonywa się na ciałach zwanych półprzewodnikami. Przejawiają one słabą zdolność przenoszenia elektryczności. Zdolność ta potęguje się jednak po naświetleniu promieniami Roentgena.

W chwili, gdy zwiedzamy pracownię, badaniom podlega idealny izolator, jakim jest parafina. Zasada, na której opierają się dokonywane z parafiną doświadczenia, jest następująca:

parafina umieszczona zostaje przed rurą rentgenowską; gdy rozpoczynamy naświetlanie, parafina zyskuje zdolność przewodnictwa; promienie Roentgena wzbudzają w izolatorze przewodnictwo; przez parafinę może teraz przepływać prąd; mierząc ów prąd oceniamy wartość wzbudzonego przewodnictwa.

Eksperymenty te wymagają równie czułych przyrządów, jak subtelnych obserwacyj. Prąd przepływający przez idealny izolator jest naturalnie bardzo nikły i słaby. Jak subtelne są badania, o tym świadczy choćby niepospolita czułość przy-

rzędu, używanego do pomiaru owych słabych prądów. Pozwala on mierzyć prąd o natężeniu jednej miliardowo-miliardowej części Ampera (jedność podzielona przez miliard \times miliard):

$$\frac{1}{1000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000} \text{ Ampera}$$

Badania nad przewodnictwem, wzbudzonym w cieczech, znalazły zastosowanie w dziedzinie kryjącej jeszcze wiele tajemnic przed nauką. Dziedziną tą jest **promieniowanie kosmiczne**¹.

Oto mamy ciecz, która jest idealnym izolatorem. Ustrzeżmy ją przed wszelkimi wpływami, które mogłyby w niej wzbudzić przewodnictwo. Musimy tedy uchronić ją przed promieniami Roentgena oraz innymi, pokrewnymi promieniami, wysyłanymi przez ciała promieniotwórcze (radioaktywne). Wiemy, że promienie takie przebiegają bez przerwy otaczającą nas przestrzeń. Ciecz trzeba tedy umieścić w „pancernym naczyniu“: w komorze o grubych, ołowianych ścianach. Przez taką osłonę promienie nie przejdą. Uwięzną w niej.

Tak pieczołowicie chroniona ciecz sprawia jednak niespodziankę. Zdawałoby się, że nie powinna przejawiać przewodnictwa. Nie powinno go być, skoro do cieczy nie docierają promienie, które zdolne są to przewodnictwo wzbudzić. A jednak — wbrew temu rozumowaniu — ciecz zdradza przewodnictwo.

Wyjaśnienie może być jedno tylko: pancierz ołowiany nie spełnił swego zadania. Pewne promienie zdołały jednak przesyć go i dotrzeć do cieczy, wzbudzając w niej przewodnictwo.

Jeden tylko rodzaj promieni może sobie pozwolić na lekceważenie ołowiu: tylko **promienie kosmiczne**,

¹ Patrz rozdział o „Promieniowaniu kosmicznym“, str. 281.

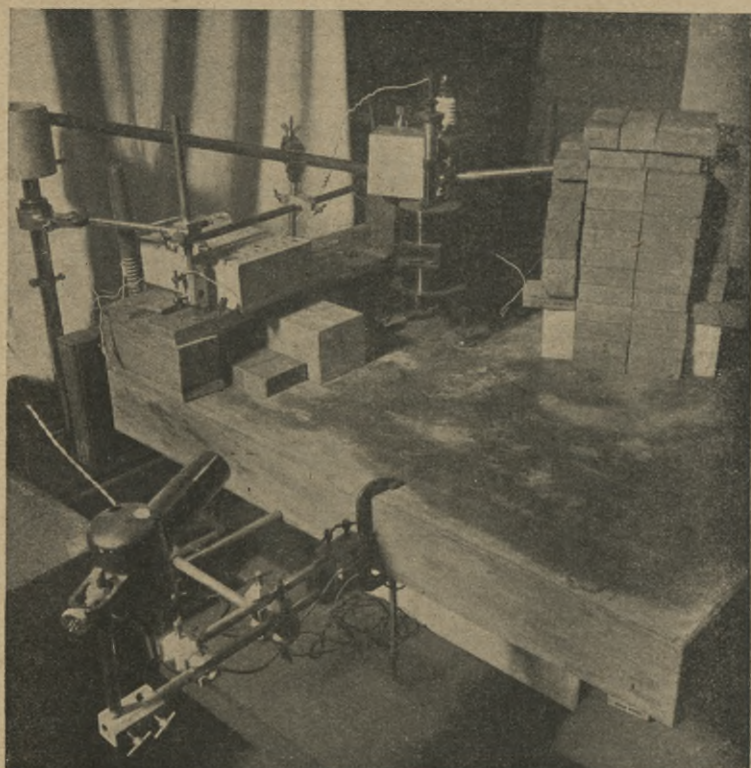


Pawilon do badań promieni kosmicznych

odznaczające się wyjątkową przenikliwością, przesywają na wskroś grubą płytę ołowianą.

W Zakładzie Fizyki Teoretycznej zapoczątkowane zostały badania promieni kosmicznych przy pomocy cieczy nieprzewodzących, w których owe promienie wzbudzają jonizację.

Badania te wiążą się z pewnym interesującym, odkrytym przed kilku laty zjawiskiem. Stajemy się jego świadkami podczas obserwacji cieczy, do której — dzięki ołowianemu pancerzowi — docierają tylko promienie kosmiczne. Ciecz



Wnętrze pawilonu do badań promieni kosmicznych

staje się pod ich wpływem przewodnikiem prądu. Otóż w pewnych momentach to przewodnictwo, wzbudzone w cieczy, raptownie wzrasta. Następuje chwilowy „skok” przewodnictwa. Ciecz staje się przez ułamek chwili lepszym przewodnikiem, prąd przepływa w niej żywiej.

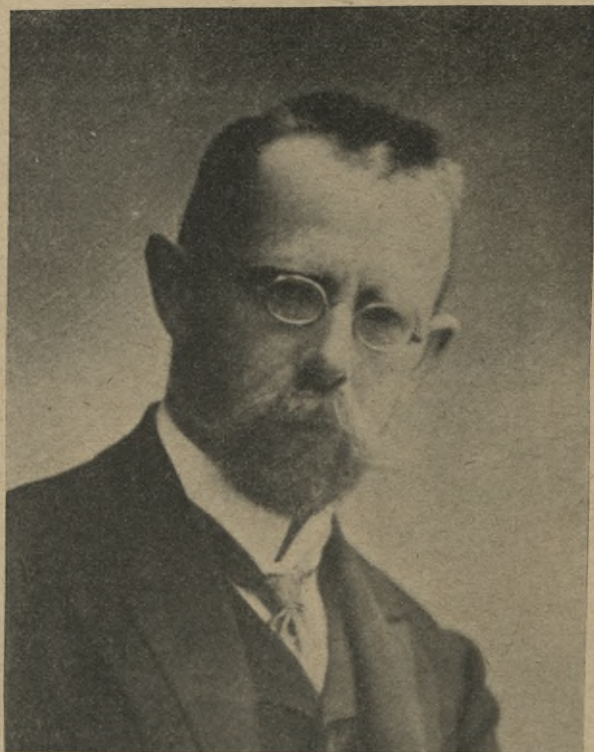
Te „skoki” przewodnictwa są zjawiskiem jeszcze nie wyjaśnionym. Sprawcami ich są niewątpliwie promienie kosmiczne. Najprawdopodobniej niektóre promienie, jak najcięższe pociski, trafiają do wnętrza atomu, wywołują

w nim eksplozję i ona to powoduje nagły „skok“ przewodnictwa cieczy.

Dla badań nad promieniami kosmicznymi pracownie zakładowe są niedogodne. Ściany i sufity pochłaniają promienie kosmiczne, osłabiają ich natężenie.

W pracowni można tedy badać wpływ osłabionego już promieniowania. By usunąć tę niedogodność, wzniesiono na podwórzu gmachu zakładowego budynek o drewnianych ścianach, przeznaczony wyłącznie do badań nad promieniami kosmicznymi.

W budynku tym stoją duże, dziesięciolitrowe komory z cieczą. Ołowiane ściany komory są przenikliwe tylko dla promieni kosmicznych. Bada się przewodnictwo, wzbudzone przez nie w cieczy oraz tajemnicze, chwilowe wybuchy i skoki przewodnictwa.



STANISŁAW KALINOWSKI

Daleka i pełna niespodzianek była droga, która zawiodła Stanisława Kalinowskiego ku naukowej karierze fizyka.

Do ostatniej chwili pobytu w uniwersytecie, do ostatecznego — dosłownie — egzaminu dyplomowego nic nie zapowiadało pasji naukowej, która miała wkrótce ovladnąć 23-letnim absolwentem uniwersytetu i nigdy już go nie opuścić.

„Narodziny fizyka“ nastąpiły nieoczekiwanie. Dość powszechne jest mniemanie, że w każdym uczonym drzemać muszą od najwcześniejszych lat zainteresowania, oczekujące tylko sposobnej chwili, by wypłynąć i rozwinąć się w latach dojrzałości; Stanisław Kalinowski i jego kariera naukowa są najwyższym zaprzeczeniem takiego poglądu.

Nie jest bowiem prosta ani konsekwentna droga, na której namiętny miłośnik i „pasjonat“ muzyki przeistoczył się w „pasjonata“ nauki i fizyki.

Od najwcześniejszych lat dziecięcych czuł w sobie Stanisław Kalinowski powołanie artystyczne. Młody chłopiec godzinami grywał na fortepianie: Muzyka odrywała go od rzeczywistości.

Chłopiec pograżał się w muzyce, jak w żywiole. Zatracał się i przeżywał chwile uniesienia. Przepowiadają mu karierę wirtuozowską.

Nie powszedni musiał to być talent i nie powszedni entuzjazm, skoro chłopiec sam nauczył się grać na fortepianie, sam nauczył się czytać nuty, a gdy po wielu latach zgłosił się po raz pierwszy do nauczyciela, by rozpocząć systematyczne studia — grał Beethovena, Schumana i Szopena...

Muzyka była wielką pasją młodego Kalinowskiego. Od

wczesnych lat zdradza zdolności improwizatorskie. Temperament i talent muzyczny wyżywały się w melodiach płynących spod palców młodego chłopca, melodiach nie nauczonych, nigdzie nie spisanych, nie utrwalonych znakami nut na pięcioliniowym papierze.

Bezsprzeczny talent nie miał jednak dobrych i sprzyjających rozwojowi warunków. Dwa wydarzenia, które nastąpiły w rocznym odstępie czasu, rzucić miały cień na młode życie i zaważyć silnie na dalszym jego biegu.

W roku 1882, gdy chłopiec liczy dziewięć lat — traci matkę. W rok później umiera ojciec, doktor Franciszek Kalinowski, zatrudniony jako lekarz w cukrowni, w ukraińskiej miejscowości Łebedynie.

Wcześnie osierocony — w wieku dziesięciu zaledwie lat — Stanisław Kalinowski niełatwe odtąd miał życie. Wzrastał w atmosferze, pozbawionej ciepła opieki rodzicielskiej. Wcześniej też zdany został w życiu na własne tylko siły.

Dziesięcioletnim chłopcem opiekował się stryj. Oddał go na stancję. Poczynił przy tym szczególne zastrzeżenie: zapowiedział nauczycielowi, że nie wolno dopuszczać chłopca do fortepianu. Stryj był zdania, że „muzyka przewróci chłopcu w głowie“ i będzie niepotrzebną przeszkodą w nauce szkolnej.

Chłopiec przeżywał dni i miesiące udręki. Tęsknił za fortepianem, do którego zakazano mu dostępu, palce łaknęły chłodu biało-czarnej klawiatury, całą istotę dręczył głód muzyki! Rzadkie były chwile, w których chłopiec po kryjomu dorwał się do instrumentu. Tylko podczas wakacyjnego pobytu na wsi, u ciotek — mógł grać do woli i sycić głód dźwięków i melodii. Ciotki łaskawiej traktowały jego muzyczne umiłowania.

Chłopiec uczył się pilnie, był w kijowskim gimnazjum prymusem. Przechodził z klasy do klasy z nagrodami.

Zainteresowania z lat gimnazjalnych w niczym nie zdradzały przyszłego fizyka. Młody Kalinowski rozkochany był

w dziełach Homera, Cycerona, Owidiusza, entuzjazmował się greką i łaciną. Zamiłowania były tedy dalekie od przyrodniczych.

Pilna nauka i stanowisko prymusa nie przeszkadzają Stanisławowi Kalinowskiemu, by — począwszy od klasy piątej — stać się czynnym członkiem polskiego kółka samokształcenia, kółka naturalnie tajnego, z którego powstaje później Polska Korporacja Uczniowska.

Od tej chwili Stanisław Kalinowski miał już pozostać wierny tradycji pracy konspiracyjnej w stowarzyszeniach i organizacjach, których celem i zadaniem była walka o wolne dusze polskie i o wyzwolenie ojczyzny spod władzy zaborców.

Od pracy w kółku samokształceniowym, rozpoczętej przez 13-letniego ucznia „awansuje“ po kilku latach Kalinowski do tajnego polskiego „Koła Ludowego“, które zmierzało do dwóch celów: szerzenia czytelnictwa wśród ludu polskiego na Ukrainie oraz zakładania tajnych polskich szkół początkowych.

Kalinowski zaczyna pracę w „Kole Ludowym“, jako uczeń klasy ósmej. W latach uniwersyteckich i pouniwersyteckich — jak zobaczymy — coraz silniej będzie związany z walką o polską szkołę.

Na klasę ósmą przypada ważny fakt w życiu Stanisława Kalinowskiego. Zapada w nim decyzja zerwania z opieką stryja, który łożył na naukę, lecz tak mało okazał zrozumienia dla jego umiłowania muzyki. Licząc niespełna siedemnaście lat, Stanisław Kalinowski postanawia usamodzielnić się. Rezygnuje z pomocy materialnej stryja. Rozpoczyna się okres ciężkiej orki na chleb. Młody Kalinowski utrzymuje się od ósmej klasy z korepetycyj. Odtąd zawierzał w życiu tylko sobie i własnym siłom.

Decyzja powzięta w ósmej klasie obarcza Kalinowskiego brzemieniem pracy zarobkowej. Jednak ma również swą do-

brą stronę. Wczesna samodzielność hartuje. O tym nie myślał jednak młody Kalinowski. Inne było dlań dobrodziejstwo jego decyzji, dobrodziejstwo, którego łaknął nienasyconie: z chwilą usamodzielnienia się dorwał się do fortepianu, by powetować sobie cały ten okres gimnazjalny, w którym nie wolno mu było dotykać klawiatury!

Kalinowski kończy gimnazjum ze złotym medalem w r. 1890. Ma siedemnaście lat.

Jak pokierować dalej sobą i swoim życiem?

Decyzję wstąpienia na Uniwersytet Kijowski poprzedza ciężka walka z samym sobą. Siedemnastoletni młodzieniec musiał przezwyciężyć w sobie gorącą chęć poświęcenia się karierze artystycznej. Ciężkie warunki materialne przekreśliły marzenia o muzyce. Studia uniwersyteckie łatwiej było pogodzić z pracą zarobkową, z korepetycjami, które były jedynym źródłem utrzymania.

W latach studenckich pozostaje Kalinowski wierny swej szkolnej tradycji pracy społecznej. Jest członkiem polskiej „Korporacji Studenckiej“ oraz członkiem, a potem przewodniczącym „Koła Ludowego“.

Temperament młodego studenta wyżywa się w muzyce i w pracy polityczno-społecznej. Organizując koła młodzieżowe, uczestnicząc w pracach niepodległościowych, studiując nauki społeczne, a ponadto — samemu utrzymując się z korepetycji i wiele godzin poświęcając muzyce, niewiele miał czasu na naukę uniwersytecką. Toteż trwa ona lat sześć zamiast czterech.

Wydział matematyczno-fizyczny uniwersytetu kijowskiego kończy Kalinowski w r. 1896. Liczy 23 lata.

W ciągu owych sześciu lat uniwersyteckich nie było żadnej zapowiedzi późniejszej naukowej kariery fizyka.

Przełomowa chwila, chwila decyzji i wyboru drogi naukowej, przyszła zupełnie nieoczekiwanie. Przypada ona na ostatnie dni pobytu na uniwersytecie.

Kalinowski przygotowywał się do ostatecznego egzaminu z fizyki. Niewiele mu pozostało czasu na te przygotowania. Przystąpił do nich z tą samą intencją, która nieodstępnie towarzyszyła wszystkim jego dotychczasowym egzaminom uniwersyteckim: obładować się jak najszybciej niezbędną sumą wiadomości. Kalinowski nie przeczuwał w niczym tego, co miało nastąpić i przesądzić nieodwołalnie o dalszych kolejach jego życia.

Do ostatecznego egzaminu z fizyki należało korzystać nie tylko — jak dotąd — ze skryptów, lecz także z dzieł poważniejszych.

I oto w ciągu dni i nocy przygotowań spostrzegł Kalinowski rzecz zdumiewającą. Ujrzał — najbardziej niespodzianie dla samego siebie — niezwykle urok i wspaniałość fizyki. W chwili wewnętrznego uniesienia odczuł urok fizyki, urok, na który był obojętny i nieczuły w ciągu sześciu lat studiów, którego nie dostrzegł podczas ślęczenia nad skryptami, a który olśnił go i porwał, gdy zaczął zgłębiać poważniejsze dzieła.

Kalinowski czuł się oszołomiony. Przez tyle lat tak blisko był wspaniałej dziedziny badań i odkryć fizycznych, a pozostawał głuchy i ślepy? Zdumienie, niewiara, niepohamowana złość do samego siebie — ogarniały na przemian dwudziestotrzyletniego studenta.

Doznał objawienia fizyki. Zstąpiło nań nieoczekiwanie. Porwało go piękno prawd, wywalczonych niezmordowanymi i wytrwałymi zmaganiem z tajemnicami natury.

Ta chwila olśnienia była chwilą narodzin fizyka. W owej chwili entuzjazmu i podziwu zapadła — nieświadomie może — wewnętrzna decyzja, która przesądziła o dalszej karierze uczzonego.

Po uzyskaniu dyplomu Kalinowski zostaje asystentem przy katedrze fizyki na Uniwersytecie Kijowskim. Jednak w następnym roku musi opuścić Kijów. Jego działalność poli-

tyczno-społeczna zwróciła już od dawna uwagę rosyjskich władz. Rosnąca natarczywość policji zmusza Kalinowskiego do rezygnacji z asystentury. Opuszcza Kijów. Wyjeżdża w głąb Rosji, do Tambowa. Z beznadziejnej, odciętej od świata i ludzi wioszczyzny dobywają go na wiosnę 1898 r. starania krewnych i profesora de Metza, u którego był asystentem.

Kalinowski wraca do Kijowa i zostaje asystentem na politechnice. Nie na długo jednak. Tęsknota za Polską każe mu po upływie niespełna roku opuścić ponownie Kijów. Jesienią 1899 r. przybywa Kalinowski do Warszawy. Proponują mu tutaj ponętne stanowisko asystenta na rosyjskiej politechnice. Kalinowski bez namysłu odrzuca propozycję. Tu, w Polsce, nie chce oddać swego mózgu i rąk na usługi Rosjan.

W Warszawie powstał wówczas projekt utworzenia przy Muzeum Przemysłu i Rolnictwa gabinetu fizycznego, w którym urządzanoby pokazy dla polskiej młodzieży, uczącej się w kompletach i prywatnych szkołach, które nie były wyposażone w przyrządy i pomoce szkolne. Kalinowski otrzymuje propozycję zorganizowania takiego „Gabinetu Fizycznego“. Z wdzięcznością przyjmuje to zadanie. Przystępuje natychmiast do pracy. We wrześniu 1899 r. rozpoczęły się pokazy. Mimo szczupłych funduszy zbiory „Gabinetu Fizycznego“ rosły z roku na rok. Stopniowo powstał jeden z najbogatszych zbiorów fizycznych w Warszawie. Dzieje „Gabinetu Fizycznego“, przekształconego potem wraz z rozszerzeniem działalności na „Pracownię Fizyczną“ i w końcu na „Instytut Fizyczny“, będą obszerniej opisane poniżej.

Organizacja nowej placówki i zarobkowa praca nauczycielska w polskich szkołach prywatnych nie odsuwają Stanisława Kalinowskiego od działalności polityczno-społecznej. Staje się ona najbardziej czynna w r. 1905, roku przełomowym dla walk o polską szkołę pod zaborem rosyjskim. Jako członek tajnej organizacji „Koła Wychowawców“, Kalinow-

ski był autorem większości odezwo tego Koła i jednym z najczynniejszych organizatorów strajku szkolnego. Występuje publicznie, nawołując do wytrwałej i bezkompromisowej walki o polskie szkolnictwo i polski język nauczania. W każdej chwili groziło Kalinowskiemu aresztowanie. Na tłumnym wiecu rodzicielskim, który odbył się w wielkiej sali Muzeum Przemysłu i Rolnictwa, zapadła decyzja strajku szkolnego. Tego samego dnia, wieczorem, Kalinowski uczestniczył w naradzie, zwołanej przez przełożone kilku prywatnych szkół polskich w Warszawie. Uchwała wiecu rodzicielskiego obudziła pewne zastrzeżenia. Utwierdza to tylko Kalinowskiego w jego stanowczej postawie: odtąd nauka w polskich szkołach musi się odbywać tylko w języku polskim. Rosyjska mowa musi zostać wygnana z murów, wśród których uczy się polska młodzież.

Na naradzie przełożonych rozległy się głosy sprzeciwu:

— Nauczać po polsku? Władze rosyjskie zamkną szkoły.

— Nie zamkną — brzmi stanowcza odpowiedź Kalinowskiego.

— A co będzie, gdy na lekcji zjawi się inspektor rosyjski? — pada czyjeś pytanie.

— Będę wykladał w obecności inspektora po polsku — replikuje Kalinowski.

Po odbytych głosowaniach okazało się, że większość przełożonych przeciwna jest jawnemu wprowadzeniu języka polskiego. Kalinowski natychmiast zgłasza rezygnację ze stanowiska nauczycielskiego w ich szkołach. W walce o polskie szkolnictwo nie chciał uznać żadnego kompromisu.

W okresie poprzedzającym strajk szkolny Stanisław Kalinowski organizował cykle odczytowe, związane z działalnością kierowanej przez niego Pracowni Fizycznej. Do odczytów z zakresu fizyki przygotowywał się w charakterystyczny sposób. Nie spisywał nigdy treści odczytu. Nie przygotowywał żadnych notatek. Na godzinę czy dwie przed prelekcją zasia-

dał natomiast... do fortepianu. Improwizowaną najczęściej muzyką nastrojał się do wygłoszenia odczytu. „Część muzyczna“ była jakby niezbędną przygrywką do odczytu. W taki szczególny sposób muzyk pomagał fizykowi. Nastrojał go na właściwy ton.

Kalinowski niestrudzenie zabiegał o rozwój pracowni, stworzonej przy Muzeum Przemysłu i Rolnictwa. Jej działalność rozszerza się, obejmując poza dotychczasowym programem pokazów i odczytów pracę naukową oraz techniczną (sprawdzanie przyrządów pomiarowych, jak termometry, barometry itp.).

Należało jednak pomyśleć o własnej pracy naukowej, zdecydować się na jakąś specjalność. Na decyzji i wyborze zaważyły względy na pozór nieważne i prozaiczne. Od Muzeum Przemysłu i Rolnictwa otrzymał Stanisław Kalinowski do swej dyspozycji dwa pokoje, w których mieściła się Pracownia Fizyczna. W dwóch niewielkich pokojach dokonywano sprawdzań przyrządów, urządzano pokazy dla młodzieży szkolnej i organizowano ćwiczenia fizyczne oraz wykłady. Gdzie w takiej ciasnocie znaleźć miejsce na własną pracę naukową? Gdzie ustawić niezbędne do badań przyrządy? Wniosek nasuwał się prosty i nieodparty: trzeba obrać takie badania, by można je było przeprowadzać poza obrębem ciasnego lokalu, w którym panował wieczny tłok ludzi, zajęć i rzeczy. Takie mając podyktowane warunki, Stanisław Kalinowski miał ułatwioną decyzję. Jako dziedzinę pracy naukowej obrał magnetyzm ziemski.

Badania geomagnetyczne są bowiem tego rodzaju, że nie trzeba ich dokonywać w czterech ścianach laboratorium. Są związane z otwartą przestrzenią. Z nabytym tanim przyrządem rozpoczął Kalinowski w 1907 r. próbné pomiary w małym ogródku przy muzeum, potem dokonywał pomiarów w ogrodzie Frascati i na Polu Mokotowskim. Ciasnota lokalu przesądziła tedy w pewnej mierze o tym, że Kalinowski po-

święcił się magnetyzmowi. Wchodziły tu jednak w grę i inne ważne względy. Kalinowski powziął myśl rozpoczęcia systematycznych badań magnetyzmu na ziemiach polskich. Dokonywane były dotąd dorywczo i bezplanowo.

Kalinowski pozostał od owego czasu wierny magnetyzmowi. Upłynęło dwadzieścia pięć lat od pierwszych próbnych pomiarów i oto w 1930 r. Kalinowski kończy żmudną pracę uwieńczoną sukcesem: z pomiarów na terenie całego kraju powstaje mapa magnetyczna Polski.

Idea, na której narodzinach zaważyła... ciasnota dwupokojowej pracowni, owocuje w kilka lat później: Kalinowski postanawia stworzyć nową placówkę badawczą, Obserwatorium Magnetyczne. Dzieje tego obserwatorium, które powstało i rozwinęło się dzięki niezmożonym i bezinteresownym wysiłkom jednego człowieka to odrębny, piękny rozdział życia Stanisława Kalinowskiego.

W roku 1914 Obserwatorium staje w Świdrze pod Warszawą. Wybucho wojna. Niefortunnym zbiegiem okoliczności Kalinowski zostaje w 1915 r. odcięty od Polski i do r. 1918 zmuszony jest przebywać w Kijowie. Tu naucza w szkołach polskich i organizuje wspólnie z innymi uczelnię o charakterze akademickim pod nazwą „Polskie Kolegium Uniwersyteckie“.

Po powrocie do kraju obejmuje Kalinowski kierownictwo Pracowni Fizycznej, uruchamia Obserwatorium Magnetyczne. Staje się jednym z organizatorów, a potem prezesem Polskiego Towarzystwa Fizycznego. Tak samo jest jednym z inicjatorów i organizatorów, a potem prezesem Związku Zawodowego Nauczycielstwa Polskich Szkół Średnich. Wykłada na Wolnej Wszechnicy Polskiej i zostaje jej rektorem. Otrzymuje tytuł członka honorowego tej uczelni. (Członkami honorowymi Wolnej Wszechnicy Polskiej są: Józef Piłsudski, b. król Alfons XIII i Stanisław Kalinowski).

W r. 1920 — podczas wojny z Sowiecami — Kalinowski

jest członkiem Rady Obrony Stolicy. Przeżywa niezapomniane chwile. Ważyły się wówczas losy Warszawy, a nieprzerwane posiedzenia Rady Obrony odbywały się na Ratuszu pod wtór huków armatnich, odgłosów walk pod Warszawą.

W r. 1921 obejmuje Stanisław Kalinowski katedrę fizyki na Politechnice Warszawskiej.

Katedrze tej na wydziale chemii przydzielony zostaje w 1922 r. Zakład II Fizyki. Istniejący do tego czasu Zakład Fizyki, obsługujący wszystkie wydziały, podzielony bowiem został na dwa Zakłady (I i II). Cały inwentarz pozostał jednak własnością Zakładu I Fizyki. Natomiast Zakład II pod kierownictwem profesora Kalinowskiego mógł korzystać z przyrządów do ćwiczeń studenckich i mógł rozporządzać przyrządami pokazowymi na wykładach, lecz nie posiadał ani jednego przyrządu zasadniczego lub pomocniczego, który mógłby posłużyć kierownikowi lub asystentom do prac badawczych czy też studentom do pogłębiania wiedzy lub prac dyplomowych.

Urządzenie właściwego, własnego laboratorium należało rozłożyć na szereg lat. Dopiero specjalna dotacja, przyznana w r. 1933, przyspieszyła częściową realizację planu.

W takich warunkach prace własne Zakładu musiały, oczywiście, rozpocząć się ze znacznym opóźnieniem.

Zakład odegrał inną jeszcze rolę dzięki temu, że kierownik jego jest jednocześnie kierownikiem Świderskiego Obserwatorium. Nie posiada ono laboratorium. Mogą tam być dokonywane jedynie obserwacje. Wszystkie prace laboratoryjne Obserwatorium Magnetycznego były wykonywane w Zakładzie, co podkreślają publikacje Obserwatorium.

Pracę naukową w Obserwatorium i profesurę godzi Kalinowski z tradycją dawnych, jeszcze w gimnazjum poczętych zamiłowań do pracy społeczno-politycznej. W latach od 1922 do 1927 jest senatorem Rzeczypospolitej i przewodni-

czącym komisji oświatowej senatu; w latach od 1928 do 1930 jest posłem na Sejm.

Profesor Kalinowski pozostał też wierny muzyce. Od czasów, nad którymi ciążył jak zhora stryjowski zakaz gry na fortepianie, upłynęło wiele lat, wypełnionych trudem i stworzonymi dziełami. Dziś jednak, jak przed wielu laty, Stanisław Kalinowski jest entuzjastą i miłośnikiem muzyki. Całym sobą oddaje się muzyce, płynącej nurtem improwizacji spod palców.

Polityk — działacz społeczny — organizator placówek badawczych — muzyk — uczonec...

...Życie Stanisława Kalinowskiego musiało być „wielopłaszczyznowe“. Jego bujna natura musiała — jak wielościan — przylegać wielu płaszczyznami naraz do świata i życia.

INSTYTUT FIZYCZNY

Gdy w „Oddziale Odczytów“ przy Muzeum Przemysłu i Rolnictwa powstała w 1899 r. myśl założenia Gabinetu Fizycznego — przybył właśnie z Kijowa do Warszawy Stanisław Kalinowski. Ten szczęśliwy zbieg okoliczności sprawił, że Kalinowski otrzymał propozycję zorganizowania gabinetu.

We wrześniu 1899 r. zapoczątkowane zostały pokazy dla uczącej się młodzieży. Zbiory Gabinetu powiększały się i stopniowo powstał jeden z najbogatszych zbiorów fizycznych w Warszawie.

Gabinet mieścił się z początku w dwóch niewielkich salach na pierwszym piętrze Muzeum, gdzie dziś znajdują się zbiory przyrodnicze.

W r. 1903 gabinet został przeniesiony na parter do dwóch pokoi.

Dziś, po trzydziestu kilku latach, niewiele zmienił się wygląd i urządzenie tych pokoi. Jeden z nich odznacza się... osobliwymi piecami. Są one niskie, lecz biegną wzdłuż całej

ściany. Te długie, osobliwe piece (nie opalane, bo zbyt żarłoczne) nie mniej osobliwe miały niekiedy przeznaczenie: służyły kierownikowi gabinetu, Stanisławowi Kalinowskiemu, za... łóżko, gdy ten wracał z podróży pomiarowych.

Stoją też tutaj, w niezmienionej od przeszło 30 lat pozycji — biurko i fotel. Wiele wspomnień wiąże się dla profesora Kalinowskiego z owym biurkiem, nad którym pochylał się młodszy o lat blisko czterdzieści i przy którym dziś siedzi, jako kierownik Instytutu Fizycznego.

W drugim pokoju ustawione są szafy, przepelnione zbiorami przyrządów.

Z roku na rok wzrastała frekwencja na pokazach. W r. 1900 obecnych na nich było 1512 osób, w 1904 — 2696, w 1907 — 5169, w 1910 — 8916, w 1917 — 13346, w 1919 — 14062. W dalszych latach frekwencja maleje; szkoły w niepodległej Polsce zyskują własne pracownie fizyczne.

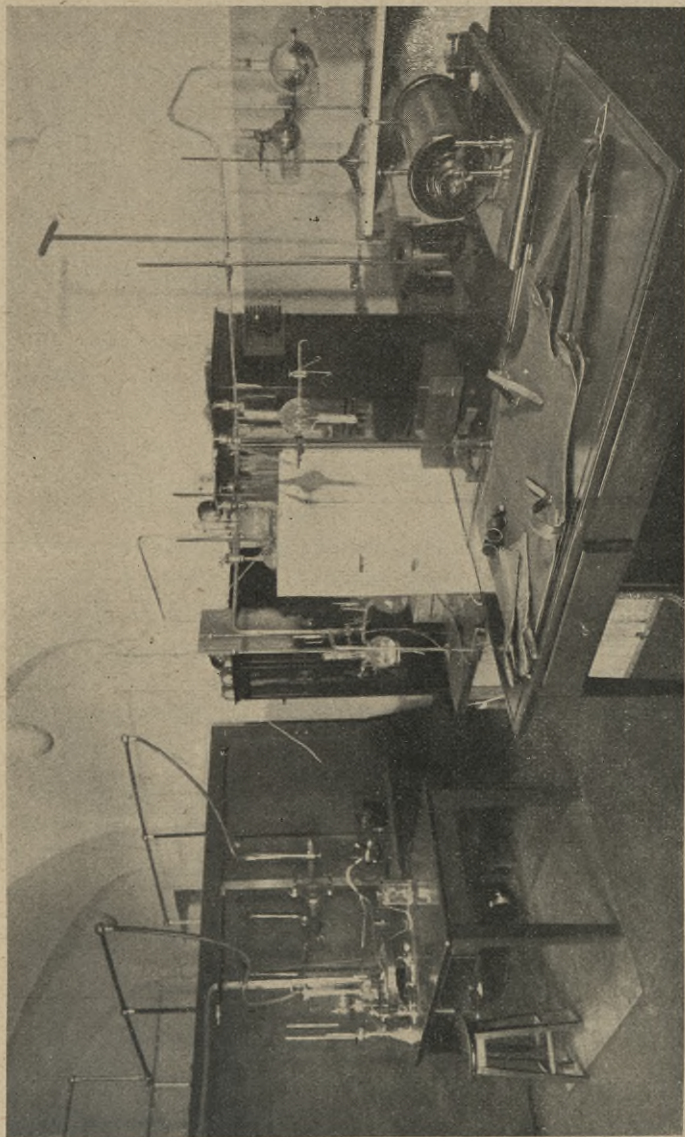
W ciągu lat 1899—1930 urządzono tu 10285 pokazów dla 175.000 osób, co wymownie świadczy o roli pracowni.

Kierownik gabinetu wyjeżdża w r. 1902 za granicę, by oddać się przez pewien czas wyłącznie pracy naukowej. Udaje się do Monachium do pracowni Roentgena. Za wykonaną tu pracę zostaje laureatem Uniwersytetu Monachijskiego. Podczas ferii zwiedza najrozmaitsze niemieckie i szwajcarskie instytuty i pracownie fizyczne. Po powrocie do kraju w r. 1904 występuje od razu z inicjatywą rozwinięcia i przestoczenia Gabinetu w Pracownię Fizyczną.

Pracownia o rozszerzonym zakresie działania została uruchomiona w 1905 r.

Obok dotychczasowej działalności pedagogicznej miała Pracownia wykonywać samodzielne prace naukowe z zakresu fizyki oraz sprawdzać wszelkiego rodzaju przyrządy fizyczne.

Tworząc ten nowy dział sprawdzeń, chodziło głównie Kalinowskiemu o uniezależnienie się w Polsce od obcych urzędów miar i stworzenie własnej, polskiej placówki tego typu.



W pracowni Instytutu Fizycznego (fragment instalacji rentgenowskiej)

Pracownia, której dotkliwie daje się we znaki ciasnota w 2 pokojach, zyskuje w 1906 r. trzeci pokój.

Pozostawało to w związku z nową inicjatywą. W r. 1905 wybuchł w Kongresówce historyczny strajk szkolny. Opustoszały szkoły rządowe, wzmożła się praca w polskim szkolnictwie prywatnym, w kompletach.

Stanisław Kalinowski, jeden z najczynniejszych organizatorów strajku, rzuca nową myśl: nie należy poprzestawać na tworzeniu polskiego szkolnictwa początkowego i średniego, ale stworzyć również szkolnictwo wyższe i założyć uczelnię polską, która by zastąpiła wyższe uczelnie zaborcze w stolicy.

Kalinowski zaproponował rozpocząć od stworzenia wydziału matematyczno-przyrodniczego.

W styczniu 1906 r. Stanisław Kalinowski wygłasza inauguracyjny wykład. Sala jest przepełniona. Następny wykład przenieść już musiano do wielkiej sali odczytowej.

W parę miesięcy później zorganizowane zostały przy Stowarzyszeniu Techników wykłady humanistyczne i techniczne. Z wydziałów tych powstaje T. K. N.: Towarzystwo Kursów Naukowych. Po uwolnieniu Kongresówki od okupacji rosyjskiej T. K. N. przekształca się w Wolną Wszechnicę Polską, która jest najstarszą z dzisiejszych uczelni wyższych w stolicy.

W dwóch, a potem w trzech pokojach Pracowni Fizycznej narodziła się tedy z inicjatywy Kalinowskiego tajna polska uczelnia wyższa.

Jeśli chodzi o techniczną działalność Pracowni, to rozwijała się ona w szybkim tempie. W r. 1905 sprawdzono 13 przyrządów, w 1908 — 1093, w 1920 — 2802, w 1925 — 7600, w 1935 — 23359!

Działalność Pracowni rozrastała się, a wraz z tym rósł lokal. W r. 1924, w 25-lecie pracy Stanisława Kalinowskiego w Muzeum Przemysłu i Rolnictwa przemianowano Pracownię na Instytut Fizyczny.

Dziś zwiedzając placówkę, przechodzimy przez szereg pokoi, w których mieści się instalacja roentgenowska oraz sprawdzane są — termometry, manometry, vacuummetry, galwanometry, liczniki elektryczne — nim docieramy do dwóch „najstarszych“ pokoi, w których mieściła się przed 30 laty Pracownia Fizyczna.

W jednym pokoju stały zbiory. Nie mieściły się w dziesięciu dużych szafach.

W drugim pokoju (z osobliwymi piecami) odbywały się pokazy z fizyki dla szkół. Mieścił się tam stół wykładowy i krzesła.

Po wykładach ustawiało się tam naprędce przyrządy do pracy i nazajutrz sprzątano je przed następnym pokazem.

Gdzież w takiej ciasnocie pracować naukowo? Chyba na wolnym powietrzu. Tak też, jak już wiemy, postąpił Kalinowski, obierając badania magnetyczne.

Z rozpoczęciem pomiarów magnetycznych związała się nowa inicjatywa. Stanisław Kalinowski marzy o Obserwatorium Magnetycznym. To już odrębny jednak rozdział życia i twórczej inicjatywy Kalinowskiego.

...Z okien jednego z pokoi Instytutu Fizycznego widać niewielkie podwórko — niby ogródek. Przylega doń stara oficyna. W przyziemnym parterze tej oficyny, w trzech ciemnych pokoikach, których okna znajdują się na poziomie „nibyogródka“, utworzona została w r. 1887 Pracownia Fizyczna, której niedługi był sądzony żywot, a która była poprzedniczką placówki Stanisława Kalinowskiego.

Owe trzy ciasne, przyziemne i mroczne pokoiki godne są bacznej uwagi. Pracowała tu młoda dziewczyna, której geniusz zapłonął potem wspaniałym, olśniewającym blaskiem: Maria Skłodowska. W biednej, piwnicznej niemal pracowni na Krakowskim Przedmieściu stawiała „pierwsze kroki naukowe“ genialna Polka, odkrywczyni radu.

OBSERWATORIUM MAGNETYCZNE

Obserwatorium Magnetyczne znajduje się w odległości 24 kilometrów od Warszawy.

Na 5-morgowym obszarze gruntu świderskiego wznoszą się 4 budynki: biuro Obserwatorium, pawilon pomiarów absolutnych i przyrządów samopiszących oraz „domek elektryczny“.

Wokół budynków pomiarowych ziemia jest dzika. Nie wolno jej uprawiać. Pług, brona czy inne przedmioty żelazne o magnetycznych właściwościach zakłóciłyby bowiem dokonywane pomiary i badania. Żelazo jest wrogiem Obserwatorium, a jak groźnym — o tym przekonamy się za chwilę.

Oto pierwszy drewniany budynek, w którym dokonywa się pomiarów zwanych bezwzględnyymi, o wielkiej doniosłości naukowej.

Wszelkie obliczenia przejawów magnetyzmu ziemskiego — a planeta nasza jest jednym wielkim magnesem — przeprowadzane na terenie całej Polski, są kontrolowane i prostowane na podstawie wyników, ustalanych w tym budynku.

W tym pawilonie nie może być i nie ma żadnych części żelaznych, czy też innych „zanieczyszczeń“ magnetycznych. Zafałszowałyby pomiary.

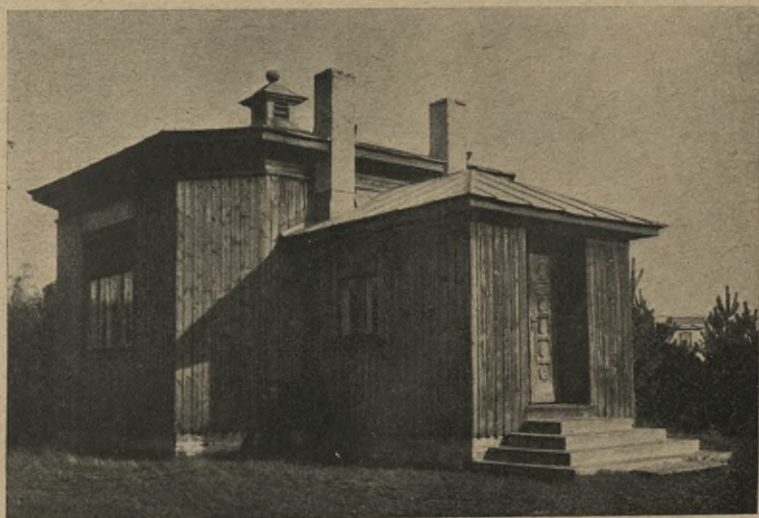
Obserwatorium Magnetyczne musi posiadać specjalną konstrukcję. Do budowy mogą być użyte tylko materiały niemagnetyczne. Szczególnej zaś troskliwości wymaga pod tym względem budynki pomiarów bezwzględnych.

Klamki i klucze są mosiężne. Każdy gwóźdź, użyty przy budowie, poddany był uprzednio czujnej kontroli, czy nie odznaczał się magnetycznymi własnościami.

Tak tedy wszystkie materiały, jak mosiądz, z którego robiono klamki, klucze, zamki, okucia drzwi i okien, wreszcie gwoździe, wszystkie arkusze blachy cynkowej do pokrycia dachu, wapień, piaskowiec i marmur, użyte na słupy, w końcu kafle, cegły, glina, farba — wszystko to było najskrupulatnie badane i kwalifikowane do budowy lub odrzucane.



Teren Obserwatorium



Pawilon do pomiarów bezwzględnych

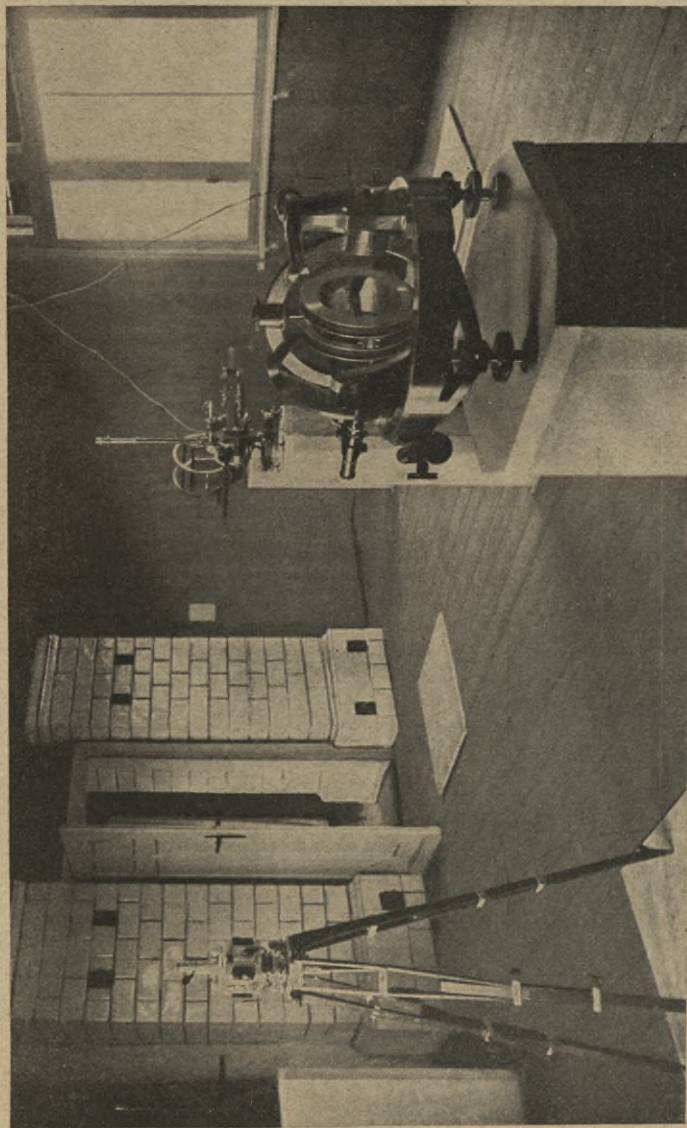
Nie trudno wyobrazić sobie kłopoty z dostawcami materiałów, skoro na przykład z pięćdziesięciu arkuszy blachy cynkowej można było wybrać tylko kilka, wolnych od magnetycznych domieszek! Dostawcy uważali to za... szkany,

Oryginalne są też piece w tym budynku. Nie mają rusztów żelaznych ani drzwiczek.

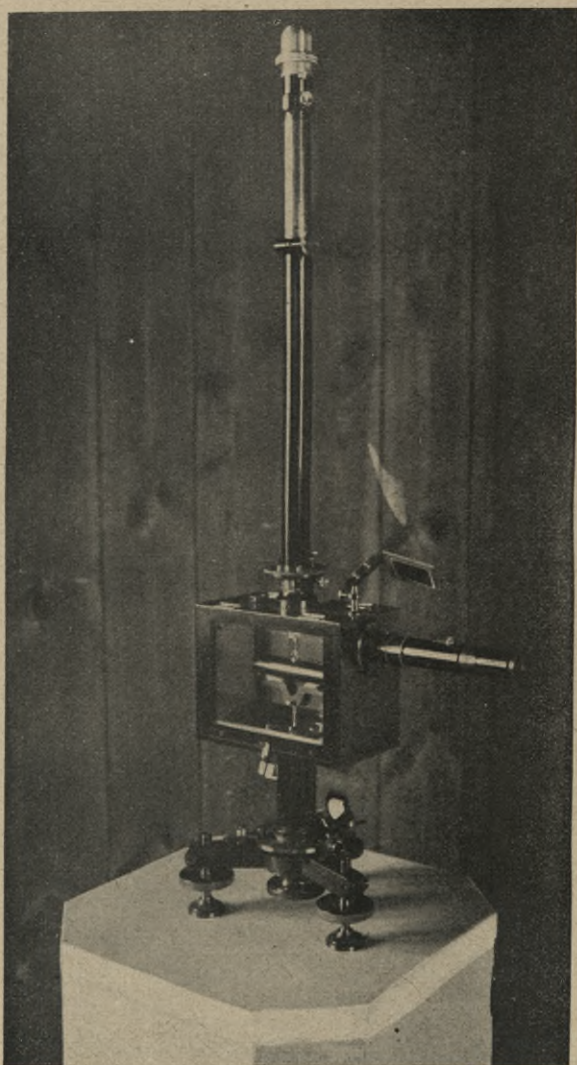
Rolę drzwiczek odgrywa oblepiona gliną cegła, którą przy każdorazowym paleniu trzeba odbijać.

Przybysz, zanim przestąpi próg, musi się rozbroić: by nie zakłócić pomiarów, musi pozbyć się wszelkich magnetycznych przedmiotów; kluczy, szczyryka... W pawilonie pomiarów bezwzględnych obowiązuje bezwzględny nakaz „rozbrojenia magnetycznego“...

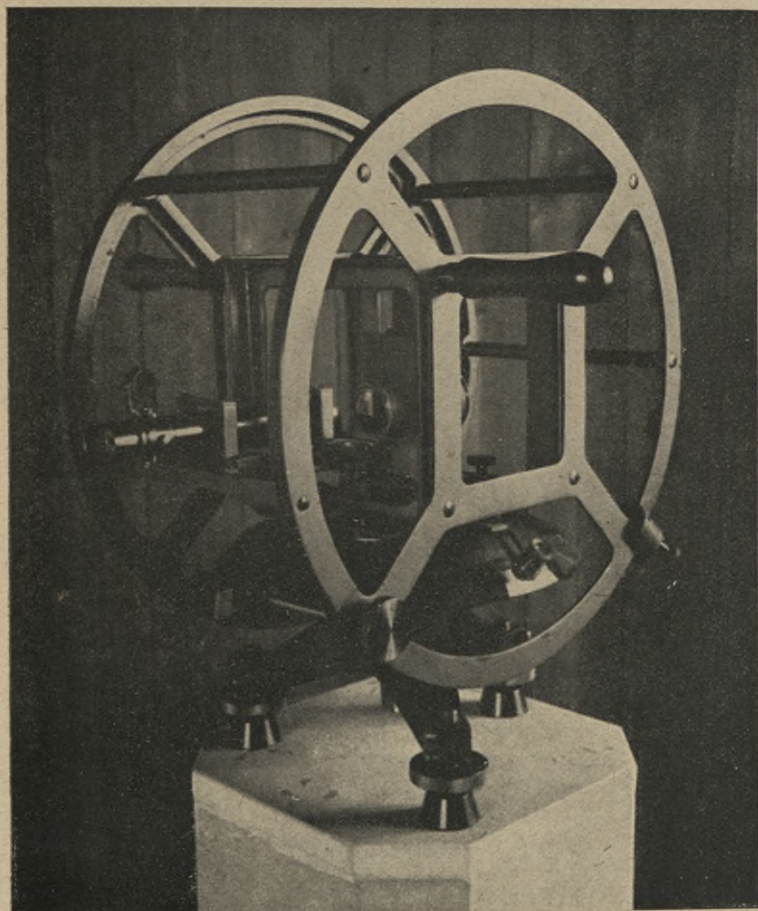
Precyzyjne przyrządy do pomiarów magnetycznych (zbożenia, nachylenia i natężenia pola magnetycznego) stoją na smukłych słupach z wapienia.



Wnętrze pawilonu z przyrządami: induktorem ziemskim, magnetometrami i wariometrem

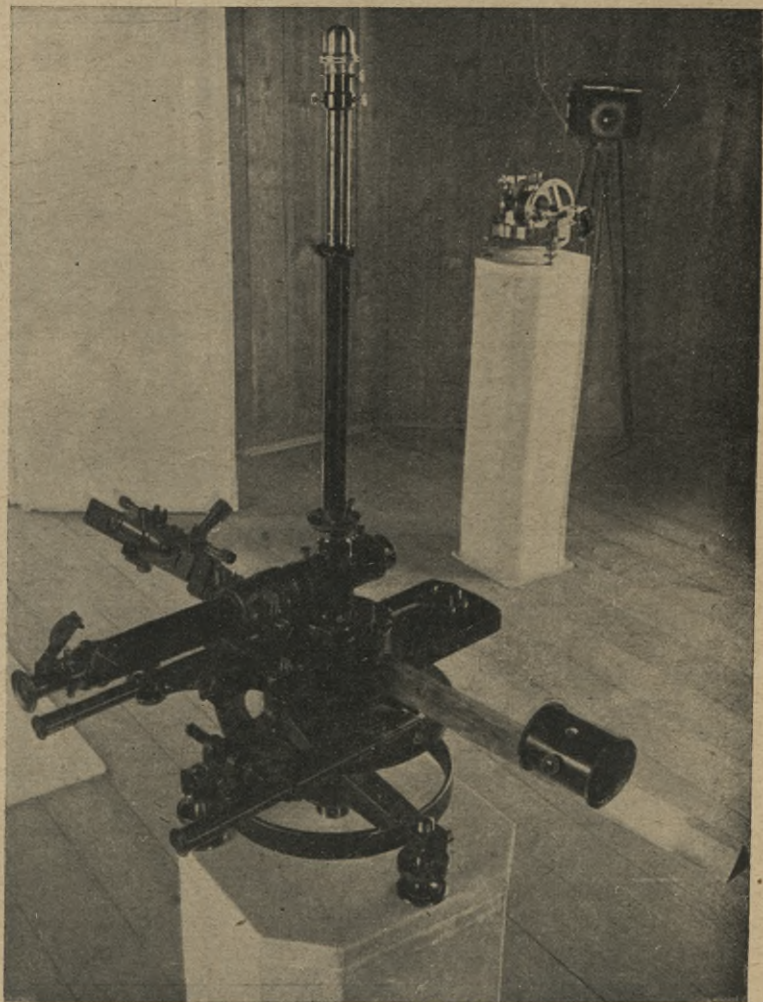


Część magnetometru do obserwacji wahań magnesu



Magnetometr elektryczny

Słupy te przebijają podłogę, sięgając jeszcze w głąb na dwa metry. W ten sposób przyrządy są uchronione przed wstrząsami. Wapień kielecki, z którego zrobione są wysokie pale, jest naturalnie niemagnetyczny. Na każdym słupie spoczywa płyta z marmuru kararyjskiego.



Część magnetometru do obserwacji zboczenia i odchylenia

Używane tu magnesy otoczone są pieczęlowitą opieką. Są izolowane, chronione przed najlżejszym wstrząsem. Gdy zabiera się je w podróż do badań terenowych, wozi się je jak najtroskliwiej na kolanach, by ustrzec od wstrząsu.

Po powrocie zaś z podróży magnes poddany zostaje precyzyjnej kontroli. Wszystkie jego „przeżycia“ i dane z nim związane są szczegółowo zapisywane. Magnesy Obserwatorium mają dokładniejsze życiorysy od niejednego spośród nas...

„Rozbrojenie magnetyczne“ obowiązuje również w drugim budynku, do którego przejdziemy z kolei: w pawilonie instrumentów samopiszących.

(Swego czasu zwiedziło Obserwatorium kilku wojskowych. Oddali klucze, scyzoryki, a zapomnieli o... rewolwerach. Dopiero na uwagę zwróconą przez kierownictwo Obserwatorium musieli rozbroić się w dosłownym i pełnym tego słowa znaczeniu).

Wstępujemy do pawilonu samopisów. Gmach jest mурwany.

Bez przerwy, dzień po dniu, godzina po godzinie — od dwudziestu prawie lat działają w tym budynku aparaty samopiszące. Na bromosrebrnej taśmie utrwalają zmiany magnetyczne.

Zwiedzający dokonywa niezwykłego odkrycia: wewnątrz tego domu z białej cegły znajduje się... drugi dom, drewniany. Dom w domu!

Jaka jest tajemnica „podwójnego domu“?

Chodzi o ustrzeżenie przyrządów przed szybkimi zmianami temperatury. Warstwa powietrzna pomiędzy zewnętrzną ścianą ceglana a wewnętrzną drewnianą odgrywa rolę izolującą. Korytarz, biegnący dokoła i oddzielający dwa budynki, ma szerokość dwumetrową.

Nie wolno też w tym pawilonie długo przebywać. Przybysz zakłóca bowiem mimo woli równomierną temperaturę.



Pawilon, mieszczący magnetografy

Człowiek odgrywa tu rolę... pieca, promieniując z siebie ciepło.

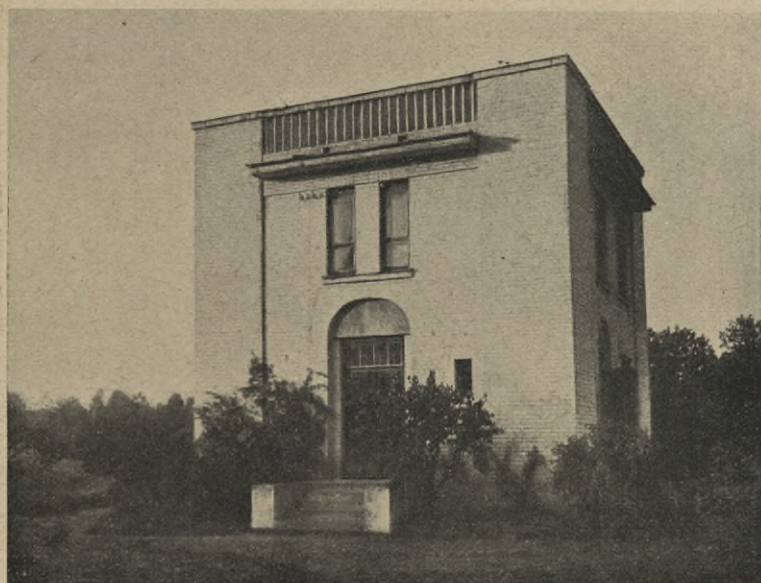
Ściany pomalowane są czerwoną farbą, by refleksy światła nie zaszkodziły taśmie fotograficznej.

Wewnętrzny budynek drewniany podzielony jest na dwie równe, symetryczne części. W tym drugim pomieszczeniu jest miejsce na drugi komplet przyrządów, którego nie ma jeszcze z braku funduszków.

Trzeci pawilon — również z białej cegły — służy do pomiarów elektryczności ziemskiej.

Przed domkiem zawieszono na drutach dwa niby dzwoneczki: są to tak zwane sondy promieniotwórcze. Dwoma przewodnikami są one połączone z elektrometrami, bez przerwy i samoczynnie notującymi od sześciu lat.

Jakie są dzieje Obserwatorium Magnetycznego w Świdrze?



Budynek administracyjny obserwatorium

Budowa rozpoczęta w 1913 r. ukończona została w r. 1914. Wybuch wojny uniemożliwił i opóźnił rozpoczęcie działalności naukowej. Przygotowania do pracy podjęto znów w 1919 r., a w rok później Obserwatorium rozpoczęło działalność.

W 1920 r. bolszewicy wkroczyli do Świdra. Obserwatorium ewakuowano. Przyrządy wywieziono.

Dopiero od początku r. 1921 datuje się nieprzerwana — ani na sekundę dosłownie — praca Obserwatorium.

Cała placówka, jedna z kilkudziesięciu istniejących na świecie, jest dziełem i tworem jednego człowieka: profesora Stanisława Kalinowskiego. Od początku swego istnienia Obserwatorium związane jest nierozdzielnie z osobą i imieniem profesora Kalinowskiego. Wzniósł je, rozwinął i do dziś nim



Elektrometry samopiszące w pawilonie elektrycznym

kieruje przy współpracy dwóch tylko asystentek: p. Wandy Drège, która od dwudziestu kilku lat poświęca się badaniom magnetycznym, oraz swej córki, p. Zofii Kalinowskiej.

Gdy w r. 1905 podejmuje Stanisław Kalinowski badania magnetyczne, a w sześć lat później inicjuje budowę Obserwatorium, kierują nim ambicje naukowe przede wszystkim i — co bardzo znamienne — ambicje polityczne.

W owym czasie badania magnetyzmu ziemskiego przeżywały chwilę wspaniałego rozkwitu dzięki inicjatywie amerykańskiego, naukowego Instytutu Carnegie'ego. Pomiar magnetyczne stały się odtąd sprawą międzynarodową. Stanisława Kalinowskiego gnębiło i trapiło pytanie: kto zajmie się tymi badaniami w Polsce? Czy będzie to dziełem rządów zaborczych, czy też obcej, naukowej ekspedycji Instytutu Carnegie'ego?

— Nie! — powiedział sobie Kalinowski. — Choć Polska utraciła wolność polityczną, ani na chwilę nie przestała wobec świata składać dowodów, że istnieje i pracuje dla nauki i cywilizacji równie dobrze, jak inne narody! Mimo tragicznego położenia politycznego, Polska potrafi w sprawach naukowych i kulturalnych kroczyć w jednym szeregu z ogółem państw cywilizowanych! W dziedzinie międzynarodowych badań magnetycznych Polska musi dorównać pracom państw niezależnych, państw szczęśliwszych. Mapa magnetyczna Polski musi być dziełem samych Polaków!

Stworzenie Obserwatorium stało się tedy dla Stanisława Kalinowskiego ambicją nie tylko naukową, lecz również — narodową.

Obserwatorium poczęło się z... odezwy, wydanej przez Kalinowskiego w 1911 r. Nagłówek brzmiał: „W pilnej sprawie naukowej“.

Oto zaś pełny tekst odezwy:

„Wobec całego szeregu nie załatwionych u nas spraw znaczenia, że tak powiem, najcodzienniejszego, zda się niejednemu ironią poruszenie przed szerszym ogółem sprawy potrzeby naukowej. „Zwalczajmy najprzód analfabetyzm, potem pomyślimy o nauce — tymczasem to dla nas zbyt“”. Rozumowanie to jest dość popularne. Ale jeżeli tak, zamknijmy wszystkie szkoły z wyjątkiem elementarnych i otwórzmy je dopiero wtedy, gdy nie pozostanie u nas ani jednego analfabety...

W życiu społeczeństwa kulturalnego należy uwzględniać różne strony, ze stanowiska społecznego jednakowo ważne, i jeżeli wsze-

dzie są braki, to wszędzie starać się je naprawić. Daleko lepsze jest utrzymywanie pewnej równowagi przy naprawianiu wszystkiego potrosze, aniżeli jednostronne, jakkolwiek bardziej wyczerpujące, zajęcie się jedną sprawą. Źle idąca maszyna może iść dalej, jeżeli się pilnuje uważnie wszystkich jej szczegółów, systematyczne naprawianie jej od początku byłoby niewątpliwie skuteczniejsze, ale wymagałoby bezwarunkowo zatrzymania. Społeczeństwo ludzkie jest maszyną, której zatrzymywać nie można, którą naprawiać należy tylko w ruchu.

W naszych warunkach wiele nam może być przebaczone, uwzględnione; jeżeli jednak pragniemy nie stracić w świecie ucywilizowanym stanowiska samodzielnej jednostki kulturalnej, nie możemy się opierać jedynie na pobłażliwości ludów bardziej szczęśliwych — winniśmy, o ile to jest w naszej mocy, dawać wciąż dowody żywotności na wszystkich polach i, gdybyśmy nie mogli innych prześcignąć, dbać przynajmniej o to, by nas zbyt nie prześcigano. Nauka jest kwiatem, ale zarazem i dźwignią cywilizacji. Jeżeli więc pragniemy iść w jednym szeregu z resztą świata ucywilizowanego, powinniśmy zaliczać potrzeby naukowe do rzędu najważniejszych.

Sprawa, którą tu pragnę poruszyć, posiada znaczenie międzynarodowe i jest rzeczą niezmiernie dla nas ważną, jakie stanowisko w niej zajmą Polacy.

Chodzi tu o akcję, rozpoczętą przez Instytut Carnegie'go w Washingtonie. Instytut ten ufundowany został, jak wiadomo, przez niezwyklego miliardera, który w 1902 r. ofiarował 10.000.000 dolarów, do tego zaś w roku 1907 dodał jeszcze 2.000.000 dolarów na popieranie badań naukowych. Opierając się na takich środkach, instytut mógł wystąpić z szeroką inicjatywą. To też między innymi podjął on sprawę gruntownego zbadania zagadnienia niezmiernie ważnego i dla nauki, i dla marynarki, i dla geodezji, i dla górnictwa, — zagadnienia, w którego rozwiązaniu zainteresowany jest cały świat ucywilizowany. Rozwiązanie to możliwe jest jedynie przez dokonanie pomiarów magnetycznych na całej kuli ziemskiej.

Należy zauważyć, że jakkolwiek początki systematycznej obserwacji tego zjawiska sięgają w niektórych miejscach Europy XVI stulecia, jednak dopiero od czasów Gaussa (40-tych lat XIX stulecia) datuje się początek badań ścisłych oraz próby teorii zjawiska. Zdawałoby się, że Europa w ciągu $\frac{3}{4}$ wieku, które od tego czasu upłynęło, posunęła się tak dalece, że przynajmniej w granicach tej części świata można już uważać kwestię za zbadaną.

Bynajmniej. Gdy Instytut Carnegie'go zwrócił się do europejskich uczonych po dane, dotyczące ich krajów, okazało się, że tylko Anglia, Francja i Dania sprawę tę u siebie załatwiły. Wówczas Instytut rozpoczął systematyczne badania oceanów i dzikich okolic ziemi, dając czas Europejczykom na wykonanie zaległej pracy, grożąc jednakże, że o ile do czasu, aż oni skończą rozpoczęte badania, Europa nie będzie gotowa, przybędą amerykańscy badacze do Europy i zrobią to, czego uczeni europejscy zrobić przez tyle czasu nie zdołali.

W obawie przed takim skandalem zabrano się w Europie do energicznej pracy. W roku ubiegłym wydana została pierwsza mapa magnetyczna północnych Niemiec, wykreślona nie na zasadzie teoretycznych domysłów, jak czyniono dotychczas (domysłom tym często doświadczenie zaprzeczało), ale na zasadzie szczegółowo przeprowadzonych pomiarów. W dalszym ciągu gromadzony jest materiał do map pozostałych części Niemiec. To samo w innych państwach europejskich. W Rosji projektowane przeprowadzenie całkowitych pomiarów w ciągu najbliższych lat 10—15.

Pytanie, kto ma zbadać pod tym względem Polskę? Czy naprawdę Amerykanie, gdy skończą z oceanami i najbliższymi okolicami świata, czy wydelegowani do nas uczeni któregokolwiek z państw europejskich? Czy nie byłoby dla nas rzeczą niesłychanie ważną wobec całego świata złożyć dowód, że potrafimy współpracować z innymi narodami, że dbamy tak samo o poznanie swego kraju, jak inni, że zarazem solidaryzujemy się ze współczesnymi usiłowaniami rozwiązania zagadnień powszechnej doniosłości? Sądzę, że dwóch odpowiedzi być na to pytanie nie może.

Powstaje inne pytanie, czy podolamy? Rząd Stanów Zjednoczonych utrzymuje obserwatoria magnetyczne, a Instytut Carnegie'go wydaje na to 20.000 dolarów rocznie. Specjalnie dla badań na oceanach zbudowano statek „niemagnetyczny“, prawdziwe obserwatorium pływające, kosztem 75.000 dolarów. W Poczdamie pod Berlinem utrzymywane jest przez rząd niemiecki obserwatorium magnetyczne. W Pawłowsku pod Petersburgiem mieści się wspaniale urządzone obserwatorium magnetyczne, a specjalna komisja magnetyczna Akademii Nauk w Petersburgu robi starania u rządu o fundusze, niezbędne dla przeprowadzenia pomiarów, żądając jednorazowej zapomogi 22.400 rb; a niezależnie od tego po 28.190 rb rocznie przez lat 10...

A jednak powinniśmy spróbować i przy dobrych chęciach rzecz się niewątpliwie uda. Nie będziemy mieli tego komfortu, w jakim

pracują uczeni szczęśliwszych narodów, będzie się nam to udawało trudniej, ale wydołać możemy.

Przed paru laty niżej podpisany rozpoczął próby w tym kierunku. Niestety, Pracownia Fizyczna Muzeum Przemysłu i Rolnictwa, utrzymywana głównie z ofiar kilku osób dobrej woli, była za uboga, by dało się nabyć przyrządy droższe i trzeba było zadowolić się tańszymi. Ten okazał się wadliwy, skutkiem czego wypadło starać się o nowe przyrządy, a przede wszystkim o środki na nie. Częściowo ze szczupłych środków pracowni, częściowo zaś z zapomogi Kasy J. Mianowskiego udało się nabyć doskonalsze przyrządy, które po zbadaniu okazały się najzupełniej odpowiadającymi spóczesnym wymaganiom. W roku ubiegłym można było już zabrać się do pomiarów. Nowa przeszkoda — a środki na podróże? Z pomocą przychodzi Zarząd Kolei Wiedeńskiej, który ofiarowuje na kilka miesięcy bilet wolnej jazdy. W ten sposób w 15-tu punktach Królestwa zostają pomiary przeprowadzone.

To jednak tylko początek. Na ułożenie mapy magnetycznej Królestwa trzeba wykonywać poszczególne pomiary w punktach, odległych od siebie o 20 km przeciętnie — w ten sposób wypada 300 mniej więcej punktów obserwacyjnych. Doświadczenie z roku ubiegłego wykazało, że, o ileby się rozpoczynało pomiary wczesną wiosną i prowadziło do jesieni, można byłoby rocznie przeprowadzić je w 60 punktach przeciętnie. W ten sposób 5 lat potrzeba na to, by zadaniu podolać. Ale nie dość na tym. Wyznaczenia wartości charakterystycznych dla poszczególnych punktów (zbożenia, nachylenia, składowej poziomej) dokonywane będą w różnym czasie, a wartości te ulegają zmianom dziennym, rocznym, wiekowym. Dla otrzymania właściwego obrazu danego zjawiska na terenie Królestwa należy zredukować otrzymane rezultaty pomiarów do jakiejś określonej epoki, jakiejś określonej daty. Uczynić to można, jeżeli w ciągu tych pięciu lat pomiarów funkcjonować będzie stacja z przyrządami samopiszącymi, które notować będą nieustannie zmiany powyższych wartości. Takiej stacji jeszcze nie ma, ale stworzyć ją nie trudno, — wystarczyłoby na to małego ułamka funduszy, rok rocznie wydawanych, dajmy na to, na rzecz wyścigów konnych.

Pracownia Fizyczna Muzeum Przemysłu i Rolnictwa postawiła sobie za cel pomimo wszystko zadania dokonać, ale zadanie to istotnie dla tak ubogiej instytucji jest ponad siły. Ze strony Krakowskiej Akademii Umiejętności niewątpliwie przyjdzie poparcie, ale pamiętajmy, że Akademia ma obowiązków dużo, a środków

mało. Carnegie'ich u siebie nie posiadamy, ale czyżby się nie znalazło u nas ludzi, którzy by chcieli i mogli przyjść Pracowni w tym ważnym wypadku z pomocą? Czyżby się nie znalazło u nas ludzi, którym by zależało, by w danej sprawie międzynarodowej Polska stanęła w jednym szeregu z innymi narodami kulturalnymi?

Pytanie to rzucam w świat. Czas pokaże, czyjej pomocy Pracownia zawdzięczać będzie szczęśliwe dokonanie zamiaru“.

Gdy Stanisław Kalinowski wydawał tę odezwę, najżyyczliwsze nawet osoby uważały projekt za mrzonkę i... brak poczucia rzeczywistości. Z odezwy ma począć się wielka placówka naukowa? Tak może sądzić i wierzyć niepoprawny tylko optymista.

I niepoprawny optymista zwyciężył. Z hojnych ofiar, jakie zaczęły napływać po ogłoszeniu odezwy, powstał fundusz budowy. Odezwa odegrała decydującą rolę. Mrzonka stała się rzeczywistością.

Dla opracowania zdjęcia magnetycznego Polski stworzył też profesor Kalinowski sieć, obejmującą 375 punktów pomiarowych na terenie całego kraju. Twórca i kierownik Obserwatorium pracuje w nim bezinteresownie, podobnie jak w Instytucie Fizycznym. Dowiedzieć się tego można dopiero od asystentki, p. Drège. Profesor Kalinowski nie lubi bowiem mówić o sobie, swych zasługach i ofiarności.

* * *

Obserwatorium nie tylko posiada doniosłe znaczenie naukowe, lecz spełnia również ważne zadanie praktyczne. Każdy, kto posługuje się busolą magnetyczną, a więc lotnik, marynarz, geometra, geodeta, górnik — musi rozporządzać mapą magnetyczną terenu. Mapy magnetyczne są tedy niezbędne w żegludze zarówno okrętowej, jak powietrznej, w górnictwie.

Praca Obserwatorium ma także doniosłe, a niedoceniane znaczenie dla polskiego przemysłu. Z wykresów magnetycznych można bowiem odczytać, gdzie znajdują się pokłady bogactw kopalnych, rudy żelaznej, ropy naftowej.

Szwecja zawdzięcza rozwój swego żelaznego przemysłu badaniom magnetycznym. Niemcy podjęły energiczną kampanię badawczą i już zawdzięczają jej wiele nowo odkrytych złóż kopalnych!

Obserwatorium Magnetyczne jest też wobec świata cenną legitymacją kulturalnego i naukowego imienia Polski.

Jak cenną — o tym świadczy choćby ankieta, rozpisana w sprawie Obserwatorium Magnetycznego przez Muzeum Przemysłu i Rolnictwa.

Najwybitniejsi specjaliści świata w dziedzinie magnetyzmu wskazali w swych opowiadaniach, że Obserwatorium Świderskie należy do najlepszych w Europie, a jego prace mają doniosłą wagę naukową w skali międzynarodowej.

Dyrektor duńskiego Instytutu Meteorologicznego i prezes Międzynarodowej Unii Geodezyjnej i Geofizycznej, D. La Cour, pisze — „Zaliczam Obserwatorium w Świdrze do najlepszych obserwatoriów magnetycznych w Europie. Jedyne budżet jego wydaje mi się szczupły dla wyciągnięcia pożądanых korzyści z całokształtu pracy. Publikacja „Zdjęcie magnetyczne Polski“ jest dziełem doniosłego znaczenia“.

Profesor Chapman, członek Royal Society, pisze: „...Zdjęcie magnetyczne, dokonane przez prof. Kalinowskiego, jest dziełem o istotnej doniosłości narodowej i przynosi realną korzyść krajowi w związku z całokształtem pomiarów i awiacją, a być może i w przewidywaniu bogactw mineralnych, jak to wykazało już doświadczenie innych narodów, które przeprowadziły podobne pomiary... Wszystkie większe państwa Europy podejmują taką pracę jako część składową swej działalności kulturalnej“. A dalej: „...Pragnąłbym dać wyraz swemu podziwowi dla niezmordowanego poświęcenia, okazanego przez prof. Kalinowskiego w długiej pracy... Jego entuzjizm dla nauki, jego górujące nad samolubstwem i wyrachowaniem ideały, jego szlachetny patriotyzm, wyrażający się w dążeniu do zdobycia korzyści dla własnego kraju, ale

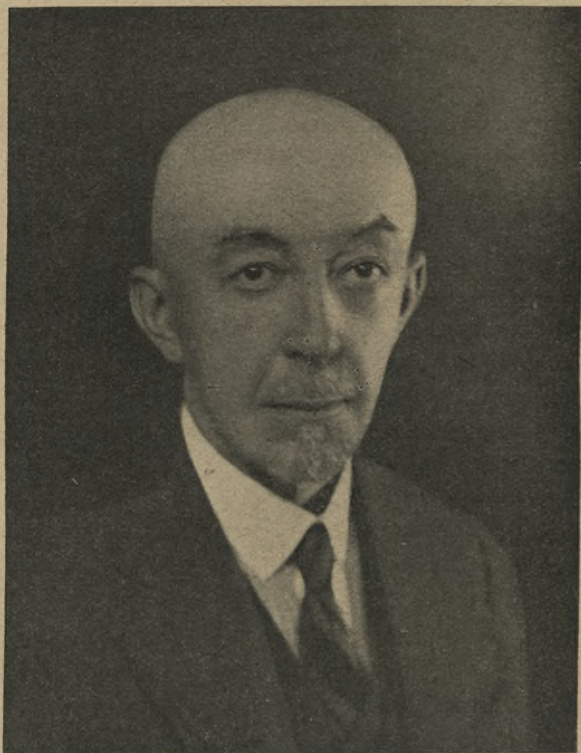
w sposób nie szkodzący żadnemu innemu krajowi, a raczej wzbogacający cały świat ucywilizowany — zasługują według mnie na uznanie i poparcie jego rodaków i ich rządu“.

Najznakomitszy ze współczesnych magnetologów, profesor Adolf Schmidt:

„...Profesor Kalinowski zasłużył się swym dziełem i nauce o magnetyzmie i naukowej powadze swej ojczyzny. Wymierzony przezeń teren był do tego czasu białą plamą na magnetycznej mapie Europy, a brak obserwatorium magnetycznego w Polsce tworzył bardzo szkodliwą lukę w sieci europejskich zakładów tego rodzaju“.

Profesor Stanisław Kalinowski marzy o dalszym rozwoju Obserwatorium, o poszerzeniu jego działalności, o przeistoczeniu go w ośrodek wszechstronnych badań, związanych z geofizyką, czyli fizyką ziemi.

Czy do takich marzeń nie uprawniają go w pełni — poza własnymi zasługami i dziełem — przytoczone opinie wybitnych uczonych świata?



CZESŁAW WITOSZYŃSKI

Czesław Witoszyński urodził się w 1875 r. w Horoszkach na Podlasiu. Dzieciństwo jego upłynęło na wsi, wśród krajobrazu pól i lasów. Jako dziecko odznaczał się Czesław Witoszyński szczególną ciekawością, która była może zaczątkiem i ziarnem późniejszych zainteresowań i zdolności badawczych.

— Skąd? Po co? Dlaczego? Takie pytania stale zaprzątały młodego chłopca.

Największą dłań rozrywką było rozkładanie na części zabawkowych mechanizmów. Z przejęciem i zachwytem psuł zegar, wśród kół zębatych, sprężyn i śrubek szukając tajemnicy mechanizmu.

Do gimnazjum uczęszczał Czesław Witoszyński w Częstochowie. Lata spędzone wśród murów rosyjskiej szkoły wspomina dziś uczony jako ciężkie czasy. Należało i trzeba było uczyć się oszukiwać władze szkolne. Było się szczęśliwym, gdy udawał się podstęp wobec nauczycieli. Uczniowie-Polacy i nauczyciele-Rosjanie tworzyli dwa wrogie obozy. Zakusy rusyfikacyjne, nietolerancja wobec jakichkolwiek przejawów polskości rozbijały się o zawziętość i upór młodych serc i umysłów. Polska książka, zbiór poezyj i podręcznik ojczystej historii — były najserdeczniejszą ewangelią, czytaną po kryjomu wbrew surowym zakazom i groźbom.

Chłopcy schodzili się w polskich domach, urządzali tajne zebrania i czytanie przy szczelnie zamkniętych drzwiach.

Szkoła miała w sobie coś z więzienia. Jediną ulgą i przerwą w nastroju więziennym ośmiu lat gimnazjalnych były dla młodego chłopca wakacje spędzane w rodzinnym domu na wsi.

W szkole wyróżniał się Czesław Witoszyński wybitnymi zdolnościami do matematyki i fizyki. Tym większą wkładał też energię w naukę tych przedmiotów i tym większym darczył je sentymentem, że nie drażniły one jak inne przedmioty — historia czy literatura rosyjska — uczuć patriotycznych.

Najlepiej czuł się Witoszyński w szkolnej pracowni fizycznej. Dostęp do niej był niełatwy. Przekupywał tedy Witoszyński woźnego i po godzinach szkolnych eksperymentował w pracowni. Temperament badawczy szukał ujścia. Podczas wakacyj, spędzanych w rodzinnym domu na wsi, chłopiec projektował i klecił przyrządy, konstruował najróżniejsze mechanizmy.

W r. 1893 ukończył Witoszyński gimnazjum. Wstępuje na uniwersytet w Petersburgu. Bez wahania wybiera wydział matematyczno-fizyczny. Z zamiłowaniem studiuje swe ulubione przedmioty. Rodzi się w nim szczególne zainteresowanie dla jednego z działów mechaniki, dla mechaniki gazów i cieczy (czyli mechaniki ośrodków ciągłych). W dziedzinie tej rozpatrywane są wszelkie zjawiska, związane z r u c h e m c i a ł w c i e c z y i g a z i e.

Witoszyński pozostał wierny — jak zobaczymy — tej dziedzinie wiedzy. Stała się jego specjalnością. Zyskał sławę jednego z najwybitniejszych na świecie znawców tej gałęzi nauki.

W r. 1897 ukończył Czesław Witoszyński uniwersytet petersburski. Pojawia się pytanie: co robić dalej? Mógł zostać nauczycielem, lecz tylko w Rosji. Polak nie mógł nauczać w Polsce. Witoszyński porzuca myśl o pracy pedagogicznej. Ciężył mu już pobyt w Petersburgu, gdzie czułby się przez cztery lata uniwersyteckie jak na wygnaniu, gdyby nie wielkie środowisko polskiej młodzieży akademickiej. Nauczanie w Rosji, obracanie się wśród Rosjan — byłoby udręką nie do zniesienia.

Witoszyński postanawia wówczas wyjechać za granicę, by wyspecjalizować się i poświęcić potem pracy w przemyśle. W r. 1897 przybywa do Leodium i wstępuje na wydział mechaniczny uniwersytetu. Po dwuletnich studiach powraca do kraju. Jako inżynier-mechanik zaczyna pracować w przemyśle.

Na pracę naukową pozostaje Witoszyńskiemu niewiele czasu w ciągu następnych lat. Jednak nie porzuca jej całkowicie. Od czasu do czasu ogłasza artykuły naukowe z dziedziny mechaniki ośrodków ciągłych.

Zagadnienia naukowe musiały znaleźć się na marginesie pracy zawodowej. Mimo nie sprzyjających warunków zainteresowania czysto naukowe i teoretyczne nie gasną i w pewnym okresie — po roku 1910 — zaczynają pogłębiać się i rozwijać. Rozprawy z mechaniki cieczy i gazów stają się poważnym i trwałym dorobkiem naukowym.

W latach przedwojennych kieruje Witoszyński własną niewielką wytwórnią pomp i turbin, założoną w 1907 r. Po wybuchu wojny wycofuje się z przemysłu. Uczony bierze górę nad przemysłowcem.

W r. 1915 okupacyjne władze niemieckie zezwoliły na otwarcie politechniki w Warszawie. Witoszyński zostaje wykładowcą nowej uczelni.

W owym czasie konkretyzuje się marzenie, z którym od dawna już nosił się Witoszyński. Pragnie stworzyć placówkę badawczą, poświęconą zagadnieniom lotnictwa, a biorąc najogólniej — zagadnieniom ruchu ciał w ośrodku gazowym, jakim jest powietrze.

Marzeniom tym nie prędko było sądzone przyoblec się w kształt rzeczywistości. Witoszyński nie zraża się trudnościami. Wytrwale zabiega, czyni starania, szuka środków. Dopiero po dziesięciu latach osiąga cel. W r. 1926 powstaje przy Politechnice Warszawskiej — Instytut Aerodynamiczny.

Jego powstanie, organizacja i wspinały rozwój są wyłączną zasługą Czesława Witoszyńskiego, choć uczone nie lubi mówić o tym, wskazując: — „Instytut musiał powstać. Bez niego lotnictwo polskie nie mogło żyć i rozwijać się. Instytut był żywotną potrzebą. Potrzeby zaś pojawiają się, rosną, stają się natarczywe i muszą być zaspokojone“.

W tym przedstawieniu genezy Instytutu nie ma — jak widzimy — osoby Czesława Witoszyńskiego. W istocie zaś Czesław Witoszyński — wbrew jego własnym, skromnym i... „bezosobowym“ wyjaśnieniom o placówce — jest inicjatorem, twórcą i duszą Instytutu Aerodynamicznego.

Czesław Witoszyński jest laureatem nagrody naukowej miast Łodzi i Warszawy.

BADANIA AERODYNAMICZNE

Dlaczego piłka nożna, tocząca się po boisku, zatrzyma się sama po pewnym czasie, choćby żaden z graczy nie hamował jej ruchu? Dlaczego swobodnie puszczone po poziomej powierzchni kula metalowa czy drewniana zwalnia biegu i wreszcie staje?

Rolę hamulca odgrywa tarcie. Jest to najpowszechniejsza przeszkoda ruchu. Istnieją jednak inne jeszcze hamulce naturalne. Zanurzymy deseczkę pionowo do wody. Poruszanie deseczką wymaga przewyciężenia oporu, jaki stawia woda. Taki sam, choć znacznie słabszy, opór wyczuwamy, gdy poruszamy tekturą w powietrzu.

Wprawione w ruch ciało rozpycha przed sobą wodę czy powietrze. Zgęszczenie ośrodka przeciwdziała ruchowi. Istnieje jeszcze druga przyczyna, dla której ośrodek stawia opór. Powierzchnia ciała poruszającego się, choćby najgładsza, porywa ze sobą przylegającą warstwę gazu lub cieczy. Warstwa ta ociera się o sąsiednie warstwy ośrodka. Przy wzajemnym tym przesuwaniu się powstaje tarcie, zwane

w e w n ę t r z n y m lub lepkością. Lepkość gazu jest naturalnie mniejsza niż cieczy.

Opór ośrodka odgrywa doniosłą rolę w komunikacji zarówno lądowej, morskiej, jak powietrznej. Okręt pokonywa opór mas wodnych, a ponadto kadłub jego tnie dziobem powietrze. Im większa jest szybkość pociągu lub samochodu, tym większy jest opór powietrza. Samolot zanurzony jest całkowicie w ośrodku powietrznym; powstaje więc w czasie ruchu opór, przybierający na sile wraz z prędkością ruchu.

Opór, jaki stawia ośrodek, zależy od prędkości i kształtu poruszającego się ciała. Przekonywa nas o tym proste doświadczenie ¹.

Do jednego ramienia dźwigni przytwierdzamy okrągły talerzyk T. Drugie ramię obciążone jest przesuwalnym ciężarkiem Q. Nim przystąpimy do doświadczenia, równoważymy dźwignię.

Przed talerzykiem umieszczamy rurę R. Doprowadza ona prąd sprężonego powietrza. Prąd ten uderza w talerzyk i wychyla dźwignię z równowagi. Aby z powrotem ją zrównoważyć, przesuwamy w prawo ciężarek Q.

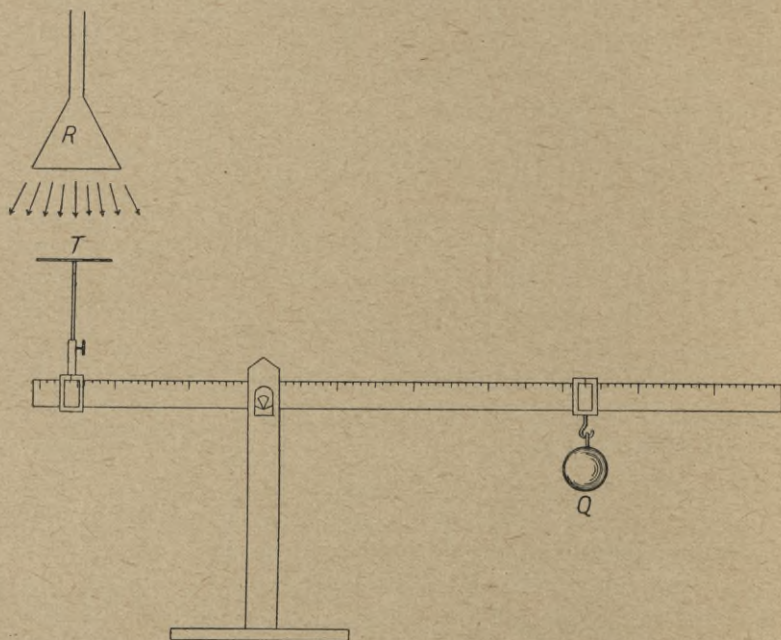
Zmieniając prędkość strugi powietrznej, możemy badać zależność oporu ośrodka od prędkości ruchu.

W doświadczeniu zmieniliśmy co prawda rolę ośrodka i ciała. Zamiast — jak to się dzieje w rzeczywistości — wprawić w ruch ciało, pozostawiamy je w spoczynku. Ośrodek natomiast — powietrze — wprawiony zostaje w ruch. Odwrócenie ról nie wpływa na przebieg zjawiska. Obojętne jest, czy talerzyk, czy też powietrze porusza się względem ziemi byle tylko ruch względny obu tych ciał odbywał się z tą samą prędkością. Pomiar w tych warunkach jest zaś znacznie łatwiejszy. Mniej trudu sprawia bowiem zmienianie szybkości prądu powietrznego, niż poruszanie ciała.

¹ Przykłady i wyjaśnienia zaczerpnięte z podręcznika St. Bąkowskiego i F. Lorenza.

Na dźwignię możemy też kłaść talerzyki różnej wielkości. Ujawni się wówczas zależność oporu od powierzchni ciała.

Doświadczenie poucza, że opór ośrodka rośnie wraz z prędkością strugi powietrznej oraz wielkością powierzchni talerzyka.

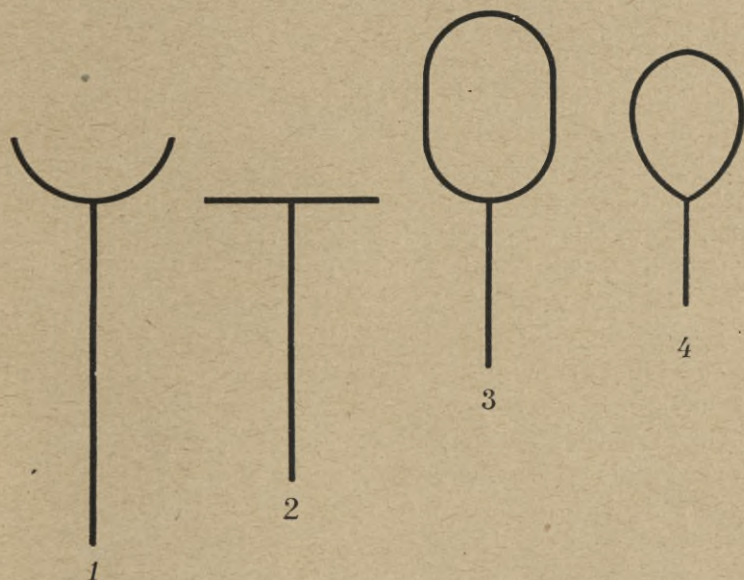


Z kolei założymy na dźwignię ciała o różnym kształcie:
1. półkulę wydrążoną; 2. tarczę kołową; 3. ciało jajowate;
4. ciało kształtu spadającej kropli wody.

U wszystkich tych ciał jednakowy jest największy przekrój poprzeczny, prostopadły do kierunku strugi powietrznej. Przekrój ten nazywamy powierzchnią czołową.

Przekonywamy się, że opór powietrza zależy od kształtów ciał. Opór maleje w kolejności przedstawionej na rysunku.

Największy jest u półkuli wydrążonej (pustej), zwróconej wklęsłą stroną w kierunku prądu, a najmniejszy u ciała, posiadającego kształt spadającej kropli i zwróconego tępym końcem ku prądowi.



Z doświadczenia wypływa prosty wniosek: ciało o kształcie kropłowym wywołuje najmniejszy opór powietrza. Ciało upodobnione do kropli posiada tedy najkorzystniejszy kształt, jeśli chodzi o zmniejszenie oporu powietrza. Mówi się o takim ciele, że posiada profil aerodynamiczny, zwany inaczej profilem o liniach opływowych lub profilem kropłowym. Godzi się tu wspomnieć o „kropłowym” kształcie ciała ryb i — w przybliżeniu — ptaków.

W świetle badań naukowych nasze wnioski są prawdziwe nie tylko dla ośrodka powietrznego lecz również dla wody,

dla innych gazów i cieczy. Taki lub inny kształt nadając ciału, przystosowujemy je do wywoływania większego lub mniejszego oporu ośrodka.

Doświadczenie nauczyło nas, że półkula wydrążona (1) doznaje największego oporu. Na tej zasadzie oparte jest działanie spadochronu. Opadając, wydyma się on w kształcie czaszy kulistej. Duży opór, jakiego doznaje wskutek takiego właśnie kształtu, sprawia, że spadek jego jest powolny.

Spadochron jest tedy kształtem swym przystosowany do zwiększenia oporu. Dla zmniejszenia zaś oporu nadajemy ciału profil aerodynamiczny, najbardziej celowy i najkorzystniejszy dla osiągnięcia dużych szybkości.

Badania nad zależnością oporu powietrza od kształtu ciała mają doniosłą wagę dla konstrukcji samolotów. Badań tych dokonywa się w instytutach aerodynamicznych. Bada się w nich całokształt zjawisk i sił, występujących przy powietrznej podróży samolotu.

Ocean powietrzny jest dla samolotu żywiołem niemniej groźnym, niż ocean wodny dla okrętu. Walka o opanowanie i ujarznienie tego żywiołu toczy się przede wszystkim w instytutach aerodynamicznych.

INSTYTUT AERODYNAMICZNY

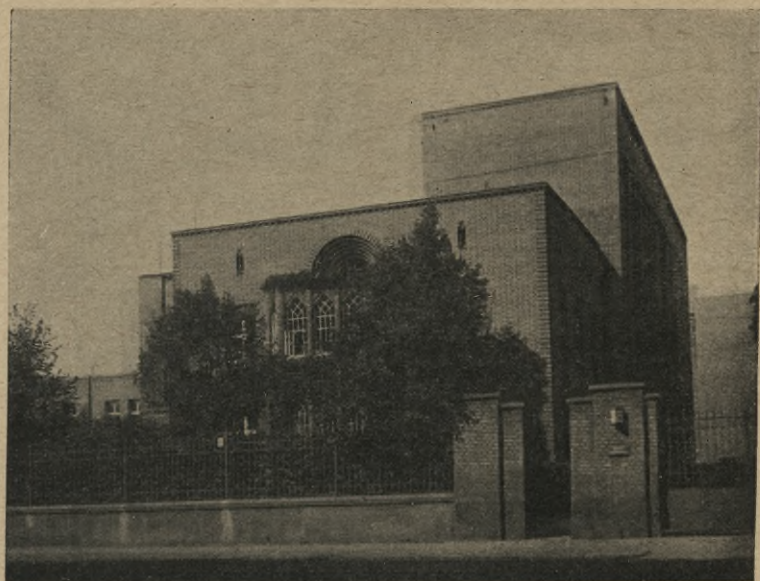
Wielka, jasna, widna sala. Przybysz nie czuje się zamknięty w obrębie czterech ścian. Jest tak rozległa i pełna światła.

Za nią, na lewo, rozciąga się druga, większa jeszcze sala. Wydaje się tym rozleglejsza, że jest pusta. W podłodze zieją kwadratowe otwory, z których schody prowadzą w dół.

Rozległa perspektywa i wielkość dwóch sal Instytutu Aerodynamicznego nieodparcie kojarzy się z obrazem wolnej, swobodnej przestrzeni. Nasuwa się refleksja:... to wewnątrz Instytutu Aerodynamicznego ma wymowę symbolu. Przecież tu



Rozległa sala w Instytucie Aerodynamicznym



Gmach Instytutu Aerodynamicznego

dokonywa się badań nad samolotami. Tu nauka ujarzmia groźny, niezmierny ocean powietrzny. Wolna i nieograniczona przestrzeń podniebna jest królestwem, które aerodynamika zdobywa i zagarnia pod swe władztwo.

Lotnictwo walczy o coraz większą szybkość; o idealne bezpieczeństwo podróży powietrznej; o skuteczną broń przeciw groźnym żywiołom burz, wichur i śnieżyc; o loty coraz wyższe, które pozwolą zdobyć dla komunikacji powietrznej krainę wiecznej pogody, nie znającą deszczów i burz: stratosferę.

Front, na jakim toczy się zdobywcza walka lotnictwa, jest tedy bardzo rozległy. Na froncie tym czołową pozycję zajmują instytuty aerodynamiczne. One są przednią strażą postępu. W instytutach aerodynamicznych rodzi się bowiem kształt samolotu, najlepiej przystosowany do żeglugi powietrznej, najlepiej przysposobiony do walki

z przeciwnościami, najlepiej osiągający zawrotne szybkości i wysokości. Poszukiwania, próby i badania, dokonywane w instytucjach aerodynamicznych całego świata, są szlakiem, którym kroczy rozwój lotnictwa.

Przedstawmy w skrócie kolejne etapy narodzin samolotu. Konstruktor opracowuje projekt. Oblicza siły, jakie będą działały na poszczególne części aparatu. Projekt wędruje do wytwórni. Gotowy aparat musi zostać wypróbowany. Pilot, odbywający pierwsze loty i poddający samolot wszechstronnemu egzaminowi, naraża swoje zdrowie, a nawet życie. Dopiero bowiem w locie zawieszona w powietrzu maszyna zdradza swe wady. Wytrzymałość konstrukcji, sprawność sterów, stateczność — zgotować mogą groźną, a nawet katastrofalną niespodziankę. Aparat może okazać się niezdatny do lotu — wbrew wszelkim, choćby najskrupulatniejszym obliczeniom, dokonywanym przez projektodawcę-konstruktora. Lot próbny kończy się katastrofą. Zjawiska związane z lotem w powietrzu i właściwości aerodynamiczne są bowiem tego rodzaju, że można je przewidzieć i obliczyć w przybliżeniu tylko, a nigdy w pełni. Można przewidzieć rolę poszczególnych części samolotu, lecz spod ścisłych obliczeń wymyka się wzajemne oddziaływanie tych części.

Ile wysiłków daremnych, kosztownych eksperymentów i ofiar życia ludzkiego pochłonęłyby tedy wypróbowanie w powietrzu projektów lotniczych! Marnotrawstwu pieniędzy i pracy oraz narażaniu życia pilotów zapobiega jednak instytucja aerodynamiczna.

Projekt nowego samolotu nie trafia bowiem wprost do wytwórni. Przedtem musi zawędrować do instytucji. Tu wykonywa się — nie samolot, lecz jego model. Model bardzo dokładny. Poddaje się go próbom. Instytut stwarza bowiem sztucznie te same warunki, w jakich odbywa się rzeczywisty lot. Model składa egzamin ze swoich zdolności lotniczych. Zdaje go lub bezapelacyjnie zostaje „ścięty“. Najczęściej

zdaje egzamin z pewnymi poprawkami: dokonywa się wówczas potrzebnych zmian w projektowanej konstrukcji. Wyeksperymentowany i zatwierdzony projekt wędruje dopiero do wytwórni.

Ilu ofiarami okupiony byłby postęp lotnictwa, gdyby nie było instytutów aerodynamicznych! Jak kosztowny, a tym samym — utrudniony i powolny byłby rozwój lotnictwa!

Nieocenioną usługę oddał tedy Czesław Witoszyński polskiemu lotnictwu. Kilkanaście lat zabiegał, czynił starania, wytrwale szukał środków. W 1926 r. trudy uwieńczone zostały sukcesem: przy Politechnice Warszawskiej rozpoczął swą działalność pierwszy w Polsce Instytut Aerodynamiczny.

— „Skoro nasze lotnictwo miało żyć i rozwijać się, to Instytut musiał powstać. Bez niego lotnictwo polskie skazane byłoby na szary, nędzny żywot bez przyszłości!”

Te słowa inicjatora i twórcy Instytutu Aerodynamicznego najdosadniej przedstawiają znaczenie placówki.

* * *

W jaki sposób odtwarzane są w Instytucie Aerodynamicznym naturalne warunki lotu? Jak w ograniczonej przestrzeni budynku badany jest samolot, pędzący ze znaczną szybkością?

Odpowiedź na te intrygujące pytania dają rysunki, rozwieszane na ścianach wielkiej sali. Przedstawiają one urządzenia Instytutu, które pozwalają badać samolot przy szybkości 150—200—250, a nawet 300 kilometrów na godzinę! Jak to możliwe, by wewnątrz budynku model samolotu osiągał takie szybkości?

Rysunki, pod którymi stoimy, wyświetlają tę zagadkę w sposób prosty i niespodziewany. Oto model...

...Rozważania, które snujemy przed rysunkami, zostają naraż brutalnie przerwane. Pod nami, pod wielką salą, rozlega się ostry świst. Potężnieje z chwili na chwilę. Przemienia się w huk, który wzmaga się, rośnie. Sala zdaje się drżeć. Pod

nami huczy rozpętany, tajemniczy żywioł. I równie nagle, jak się rozpętał — huk zaczyna słabnąć. Poszum staje się głuchszy, przechodzi w świst, gaśnie i wreszcie ustaje.

— Uruchomiono tunel Nr 2 — pada wyjaśnienie jednego z pracowników Instytutu.

W przywróconej ciszy powracamy do rysunków... Przedstawiają one właśnie tunele Instytutu. Są to urządzenia, w których wytwarzany jest prąd powietrza o szybkości sięgającej 80 metrów na sekundę czyli 288 kilometrów na godzinę! W tej sztucznej, a potężnej wichurze umieszczony zostaje model samolotu. Efekt jest taki sam, jak przy locie modelu z szybkością 288 kilometrów na godzinę. Dla celów badawczych odwrócone zostają role samolotu i powietrza. Samolot jest nieruchomy, a w ruch wprawia się otaczające powietrze. Niezależnie bowiem od tego, czy aparat porusza się względem ziemi czy też powietrze względem ziemi — występują te same siły parcia masy powietrznej na samolot. A o badanie tych sił właśnie chodzi.

Proste doświadczenie poucza, że odwrócenie zjawiska nie odgrywa roli. Otwarty, stojący samochód ustawiony jest pod silny wiatr. Siedząc w tym nieruchomym samochodzie, odczuwalibyśmy siłę parcia powietrza. Przy bezwietrznej zupełnie pogodzie pojedźmy samochodem z tą samą prędkością, z jaką przedtem dał wiatr. Odczujemy takie samo, jak poprzednio parcie powietrza. Otóż aerodynamiczne tunele pozwalają...

W tok naszych myśli i wyjaśnień, udzielanych przez oprowadzającego nas pracownika Instytutu, znów wpada nagle i brutalnie poświst, który przeistacza się w głuchy łoskot. Huk wypełnia sobą całą przestrzeń. Oglusza. Więźną w nim i przepadają słowa.

To działa inny z kolei tunel. Podobnie jak pilot przywyka do warkotu silnika, tak w Instytucie Aerodynamicznym przy-

wyknąć trzeba do huku i łoskotu, jakim daje o sobie znać sztuczny żywioł.

W podłodze wielkiej sali znajduje się kwadratowy otwór, ogrodzony barierą. Z otworu prowadzą schody w dół. Schodzimy do podziemia.

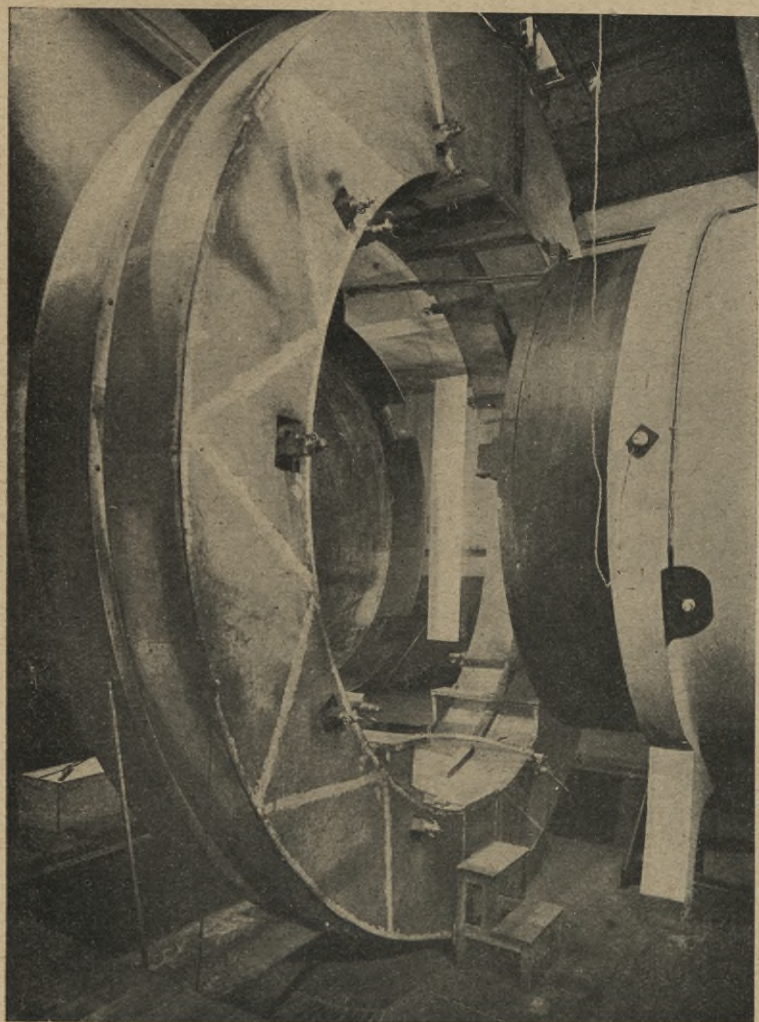
Stajemy przed *t u n e l e m*, jednym z sześciu posiadanych przez Instytut. *T u n e l*? Zwykło się pod tym słowem rozumieć przestrzeń, przekopaną pod ziemią. *T u n e l a e r o d y n a m i c z n y* inaczej się przedstawia. Jest to wielka rura, licząca wszerek i wżwyż dwa i pół metra. Rura ta nie jest ciągła. Składa się z dwóch części. Jedna jest krótsza, druga znacznie dłuższa. Rozstęp między obiema częściami daje otwartą przestrzeń. W niej właśnie zawieszony jest model samolotu.

W rurze tunelowej wytwarza się ową rozhukaną, ogłuszającą wicherę. Wprawia się w ruch strumień powietrza za pomocą potężnego *w e n t y l a t o r a*. Jest on obracany silnikiem elektrycznym o mocy 500 KM. Pięcioramienny wentylator może wykonywać blisko 600 obrotów na minutę.

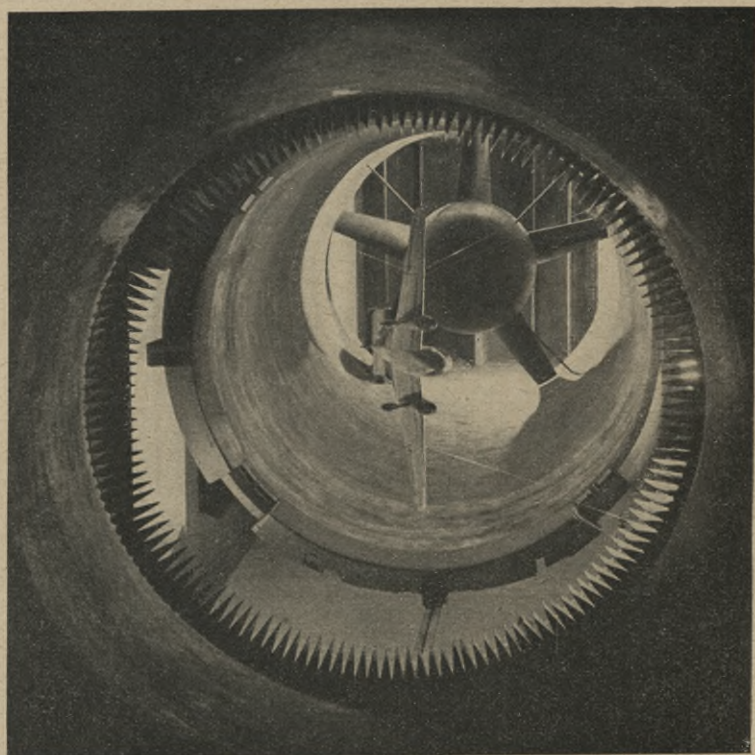
Umieszczony w głębi tunelu wentylator zasysa strumień powietrza, które z bezruchu może zostać wprawione w zawrotny pęd.

Włączmy prąd. Wieloramienne śmigło rozpędza się. Podziemie wypełnia łoskot. Strumień powietrzny mknie coraz szybciej. Sztuczna wichera sięga teraz 140 kilometrów na godzinę. U wylotu tunelu ustawiamy na chwilę dłoń. Dzieje się z nią coś niesamowitego, co każe natychmiast dłoń cofnąć: pęd wiatru unosi ją bowiem z sobą, zdaje się ją zabierać. Czujemy, że dłoń staje się nie nasza, obca, zdana na łaskę potężnej siły. Obroty śmigła wentylatora zyskują na szybkości.

Przezornie usuwamy się w bok. Bliskość rozpętanego żywiołu niepokoi. Żywioł ten uwięziony jest co prawda w żelazobetonowej potężnej rurze.



Pierścień między dwiema częściami tunelu

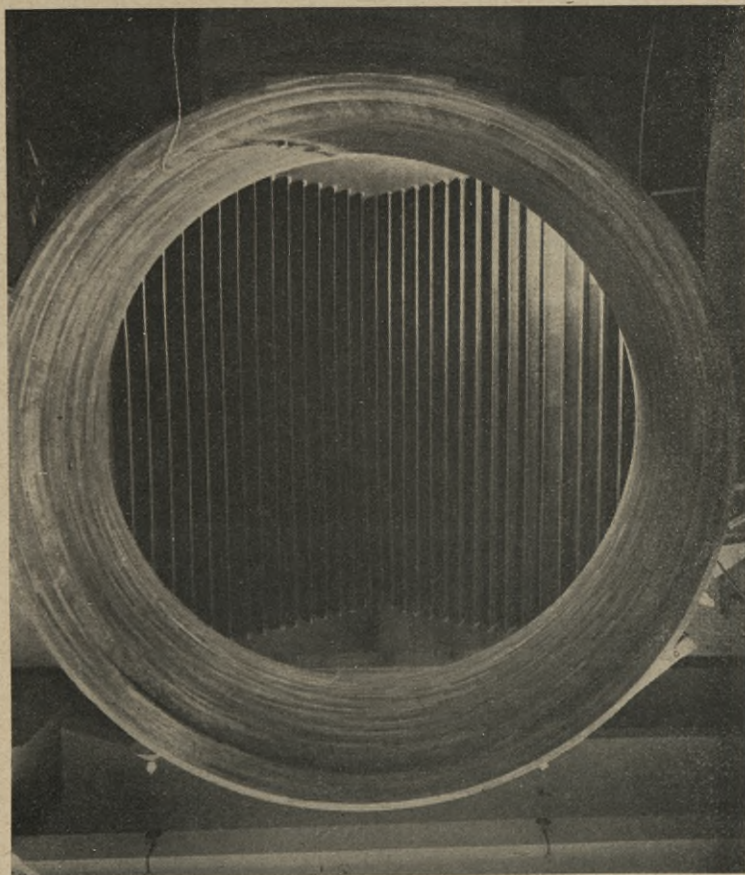


Tunel. W głębi wentylator

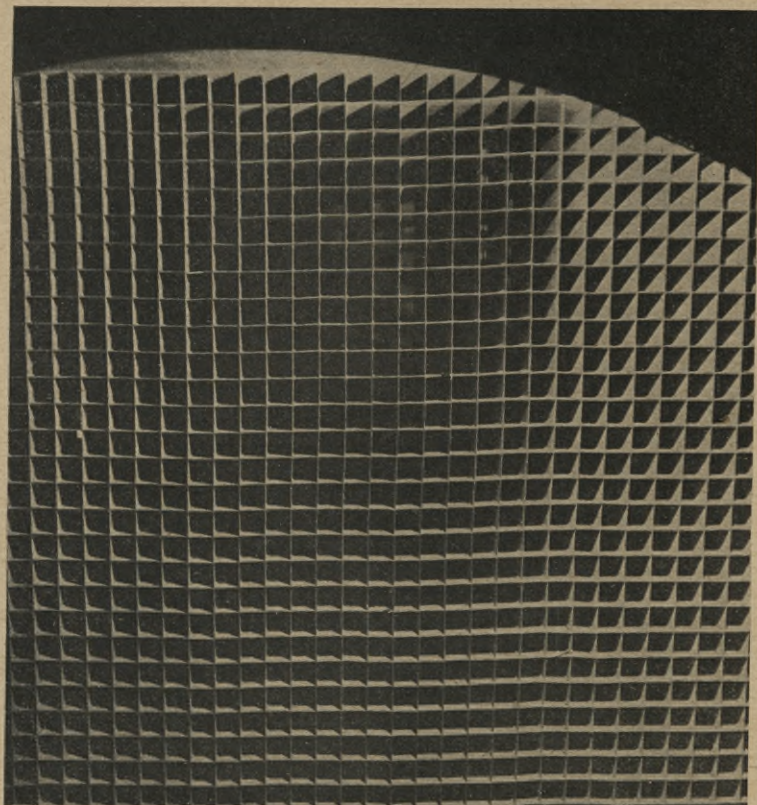
Dokąd mknie strumień powietrza? Czy z tunelu wpada na otwartą przestrzeń? Nie. Z lewej i z prawej strony biegną dwa długie korytarze. Wydostawszy się z tunelu, wichura biegnie tym lewym i prawym kanałem i... wraca do tunelu. Rozpędzony strumień powietrzny krąży tedy bez przerwy dookoła. W ciągu ułamka sekundy, przez mgnienie oka przelatuje wichura przez otwartą przestrzeń, dzielącą dwie części rury tunelowej. Wpada wówczas na model samolotu, nieruchomo zawieszony w owej przestrzeni. Wichura naciera na skrzy-

dła, kadłub, stery. Samolot targany jest tymi samymi siłami, które działałyby przy jego własnym locie z szybkością równą tej, z jaką pędzi teraz masa powietrza. Tak więc odbywają się w Instytucie Aerodynamicznym loty „à rebours“.

Przejdźmy przez tunel. Wówczas naturalnie, gdy wentylator nie działa. Wizyta podczas szalejącego huraganu by-



Kierownice



Prostownica

łaby aż nadto ryzykowna. Wchodzimy tedy do długiej, żelazobetonowej rury. Mijamy ustawiony w głębi wentylator. Wieloramienne jego śmigło wydaje się niecierpliwie, spragnione pędu. Oto pierwsza część tunelu kończy się. Teraz mamy do wyboru: skręcić na lewo lub prawo. Na skrętach stoją zaokrąglone ścianki, zwane kierownicami. Skierowują one strumień powietrza do bocznych korytarzy, gdy zawraca w lewo lub prawo. Idźmy lewym kanałem. Jest to korytarz

o drewnianych ścianach, suficie i podłodze, który ugina się pod naszym krokiem. Ściany są elastyczne. Odgrywa to ważną rolę. Ściany i podłoga poddają się drganiom, w jakie wprawia je rozpedzona masa powietrza. Sztuczny huragan mógłby wstrząsnąć całym budynkiem. Elastyczność bocznych kanałów łagodzi wstrząsy.

Korytarz skręca. Stajemy znów przed tunelem (z przeciwnej oczywiście strony).

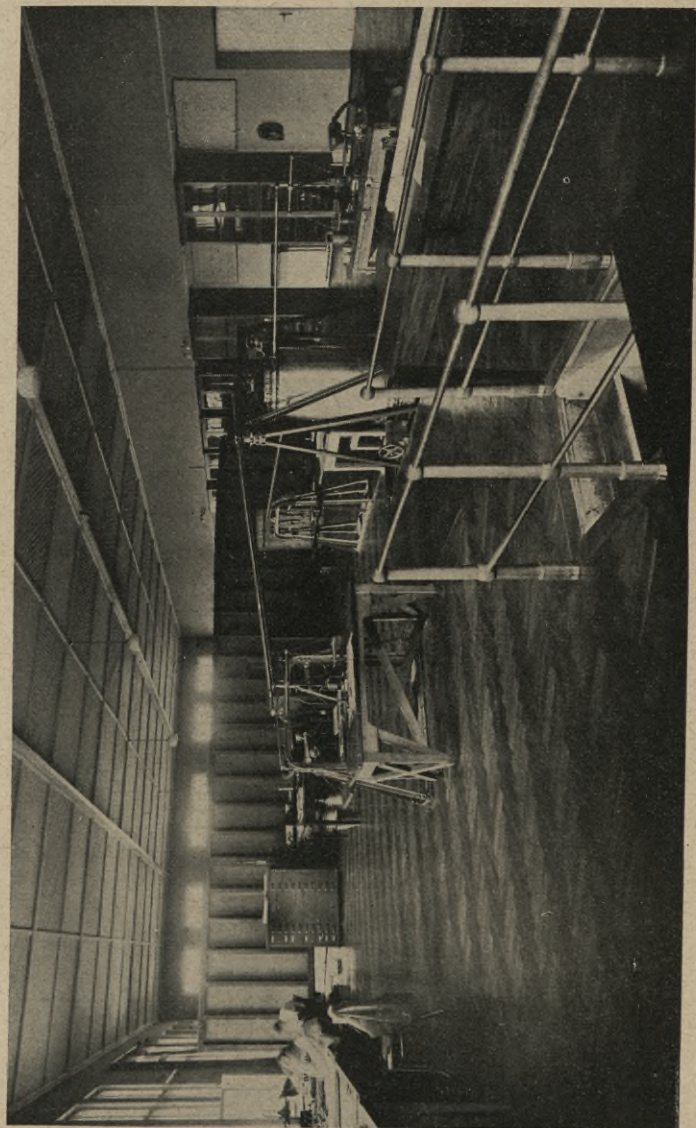
Odbyliśmy w ten sposób tę samą drogę, jaką przebiega strumień powietrzny. Z tunelu wpada on do dwóch bocznych kanałów i wraca z powrotem do tunelu. Napotyka wówczas na drewnianą, pionową kratę z kwadratowymi otworami. Przepływając przez siatkę, strumień powietrza zostaje jakby „wyprostowany“: różnice prędkości, wywołane skrętem, zostają wyrównane. Krata nosi nazwę prostownicy.

„Wyprostowana“ struga powietrza wypada na krótką chwilę w otwartą przestrzeń, gdzie zawieszony jest model samolotu; potem biegnie do tunelu i znów pędzi tą samą drogą, uwięziona w wydrażonym długim tunelu i elastycznej przestrzeni bocznych kanałów.

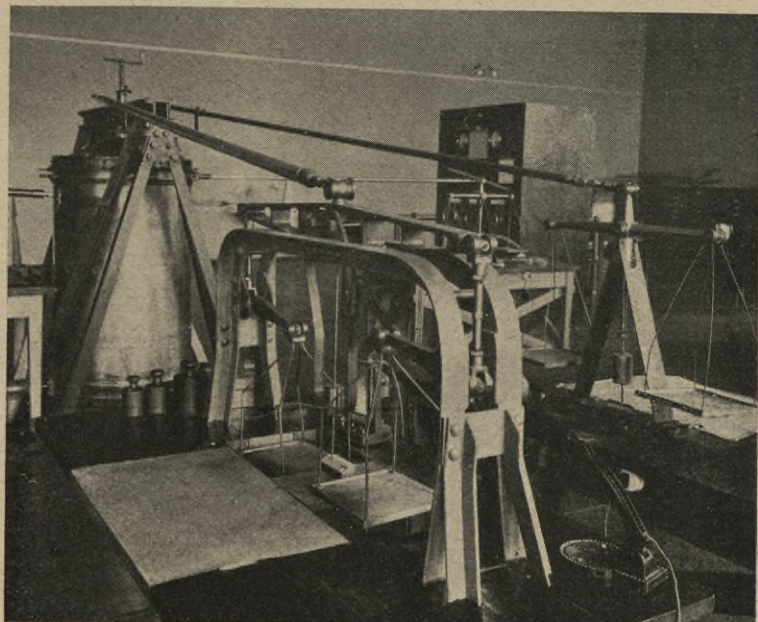
W chwili, gdy pędząca masa powietrza naciera gwałtownie na model samolotu, występuje zjawisko, które jest przedmiotem badań Instytutu Aerodynamicznego. Na skrzydła, kadłub, stery działają siły sztucznego huraganu. Gdyby samolot pruł spokojnie powietrze z szybkością owego huraganu, działanie sił — jak już wiemy — byłoby identyczne. Chodzi teraz o zmierzenie owych sił. Uzyska się w ten sposób odpowiedź na zasadnicze pytania:

Jakie siły musi przewyciężyć aparat? Przy jakiej konstrukcji samolotu natarcie powietrza jest najłagodniejsze, czyli jaki kształt samolotu wywołuje najmniejszy sprzeciw (opór) powietrza?

Pomiar sił, działających na model, opiera się na prostej zasadzie. Samolot zawieszony jest na naprężonych drutach



Fragment hali z instalacjami wagowymi



Instalacja wagowa

w obrębie metalowego pierścienia. Ten zawieszony jest na wadze. Pęd powietrza targa samolotem, wychyla go z pierwotnego położenia — a wraz z nim pierścień.

Wychylenie to równoważy się na wadze ciężarkami. Tak mierzy się siły, działające na samolot. Pomiar staje się zaś punktem wyjścia dla obliczeń: jaką samolot projektowany osiągnie szybkość i wysokość? Jaka będzie stateczność, czy nie będzie „ciskało“ samolotem, czy nie będzie „kiwał się“ ze skrzydła na skrzydło?

W trakcie pomiaru model ukazuje wszystkie swe zalety i wady. Nierzadko model zostaje zdyskwalifikowany. Najczęściej wnosi się poprawki. Wówczas dopiero wędruje do wytwórni, by przeistoczyć się w samolot o wiadomych z góry

właściwościach i walorach. Wykluczone zostają zarówno kosztowne niespodzianki w rodzaju niezdatności aparatu, jak i ryzyko życia pilota podczas próbnych lotów.

Z podziemia, w którym rozpętać można w każdej chwili potężny żywioł, powróćmy na górę, do rozległej hali. Pod jedną ze ścian stoją w oszklonych szafach najróżnorodniejsze modele samolotów, szybowców, modele samych kadłubów i skrzydeł. Płaty o najrozmaitszych przekrojach poprzecznych, czyli profilach uszeregowane są w długie rzędy.

Oto zaś nowy tunel, znacznie mniejszy od zwiedzonego przez nas. Jego średnica wynosi jeden metr. W konstrukcji tego małego tunelu oryginalne są ściany bocznego kanału: są one gumowe. Drgania i wstrząsy powietrzne więzną w gumowej masie. Uruchamiamy silnik i oto w tunelu zaczyna hulać wichura z szybkością ponad 40 metrów na sekundę!

Z hali pierwszej przechodzimy do drugiej. Imponuje swą wielkością. Tym bardziej, że jest jeszcze pusta. W podłodze zieją kwadratowe otwory ze schodami, prowadzącymi w dół. Pod halą buduje się właśnie nowe, wielkie tunele o średnicy dwu i pół metrowej. Instytut wzbogaca się o nowe urządzenia badawcze.

W wielkiej hali, którą wypełnią w przyszłości niedalekiej urządzenia pomiarowe, ustawione są na razie na długim stole rozmaite modele: jest to zaczątek przyszłej wystawy, przeznaczony dla zwiedzających.

Oto model RWD, który wślawił imię polskich konstruktorów na cały świat. Sąsiaduje z dwoma „bezogonowcami“. Są to samoloty pozbawione tylnych sterów. Przeniesiono je na skrzydła. Obok stoją same tylko kadłuby. Pośród niezmiernego bogactwa form szuka się dla nich kształtu najlepiej przystosowanego do żeglugi powietrznej.

Oto zaś ciało o idealnym kształcie, którego ruchowi towarzyszy najmniejszy opór: to ciało o kształcie kropli.

Obok modeli lotniczych znajdują się też samochody, moto-

cykle, pociągi. W tunelach Instytutu Aerodynamicznego szukano np. najwłaściwszego kształtu dla szybkobieżnej „torpedy“ kolejowej.

Dobitny kontrast tworzą dwa modele samochodowe. Jeden przedstawia typ stary, o kanciastych, ostrych kształtach. Drugi reprezentuje opływowy kształt, zaprojektowany przez Instytut. Dzięki nowemu oprofilowaniu pojazd napotyka na 3-krotnie mniejszy opór powietrza! Zamiast „walczyć z powietrzem“, samochód może rozwijać większą szybkość.

Innym zejściem wracamy jeszcze raz do podziemi. Znajdują się tu warsztaty Instytutu: ślusarski, mechaniczny, stolarski. Tu powstają idealnie dokładne modele samolotów, płatów, śmigieł. Miniaturowa wytwórnia lotnicza.

Z warsztatami sąsiaduje tunel o oryginalnym kształcie.

W czterech bocznych ramionach tego tunelu ustawione są cztery wentylatory. Wytwarzają one „wichurę pionową“: strumień powietrzny pędzi z dołu w górę (a nie „poziomo“, jak w innych tunelach).

Tunel o „pionowej wichurze“ ma specjalne przeznaczenie: służy do badania „korkociągów“. Korkociąg jest trudną ewolucją lotniczą. Czasami oznacza prawie nieuniknioną katastrofę.

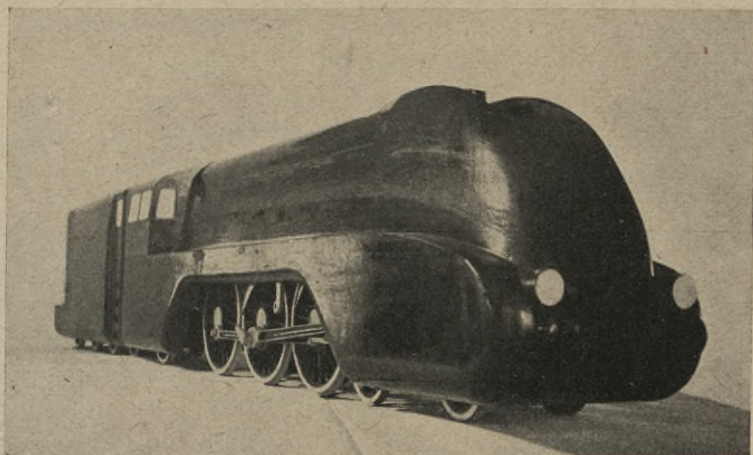
Korkociąg jest wypadkiem, w którym samolot zaczyna tracić nośność: ruchem korkociągu, wdrażającego się w korek, aparat zaczyna gwałtownie spadać, obracając się dokoła własnej osi, wwiercając się w powietrze.

Badania nad tą niebezpieczną ewolucją zapoczątkowane zostały w Polsce przez Instytut Aerodynamiczny. Tunel pozwala na obserwacje korkociągu w dowolnej chwili.

Do badań używa się tutaj modeli sporządzonych z wyjąt-



Ciało
kropłowe



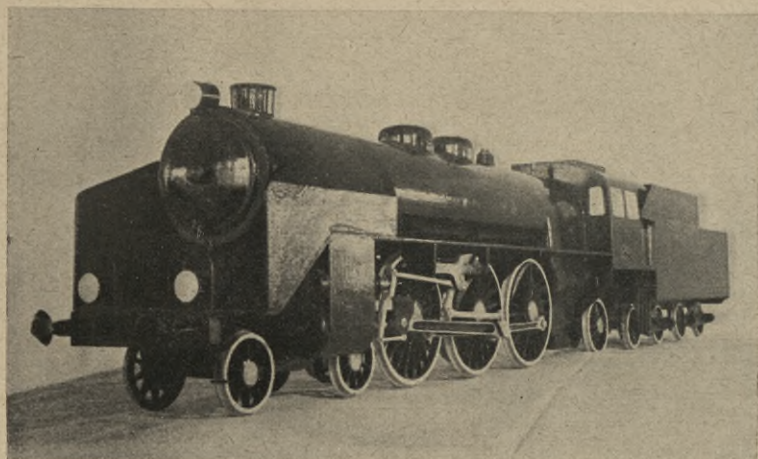
Lokomotywa aerodynamiczna

kowo lekkiego drzewa balsa, lżejszego od korka. Pochodzi ono z Ameryki Południowej.

Uruchomione wentylatory pędzą strumień powietrzny z dołu w górę. Do tunelu wpuszczamy leciutki model samolotu. Tunel osłonięty jest siatką ochronną, by model nie uszkodził się w razie upadku. Porwany prądem powietrza samolot wpada w korkociąg. Obraca się dokoła osi, opada, zupełnie bezsilny, zdany na łaskę żywiołu, który nim targa i miota... Żywioł jest sztuczny, a samolot tylko modelem. Przeniesione wyobraźnią w rzeczywistość, widowisko w tunelu oznacza groźbę katastrofy. Pilot mocuje się ze sterami, samolot wpada w coraz szybszy, obłądny taniec, wwierca się korkociągiem w przestrzeń!

...Warkot ustaje. To wyłączono wentylatory. Samolot bezwładnie opada.

Po tej demonstracji groźnej ewolucji powietrznej w podziemiach Instytutu Aerodynamicznego wzniesmy się o trzy piętra wyżej, by poznać oryginalne urządzenie, pierwsze w swoim



Lokomotywa o dawnym profilu

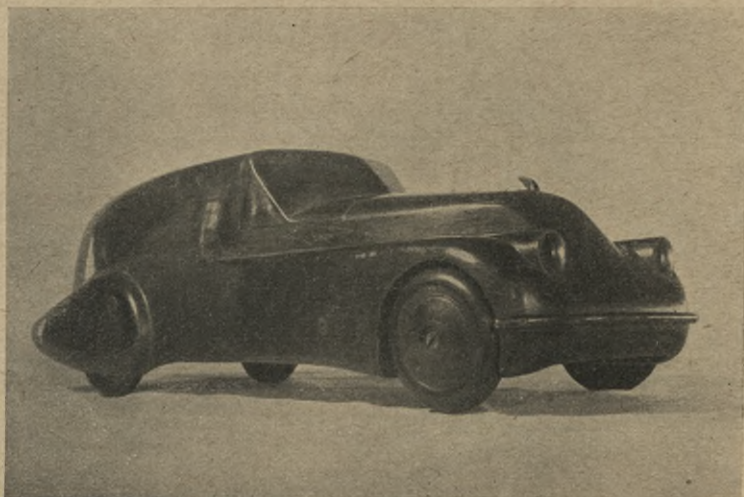
rodzaju na świecie. Służy ono do badania strug i wirów powietrza opływającego samolot.

Samolot pruje powietrze, jak ryba wodę. „Rozcinane“ warstwy powietrzne opływają jakby pędzący aparat. W równym, spokojnym locie powietrze przylega do samolotu, przy nagłym skręcie te przylegające warstwy odrywają się. Wówczas przy pewnych częściach aparatu tworzy się nagle próżnia, a za chwilę — wir powietrzny. Jest on niebezpieczny dla samolotu. Godzi w jego równowagę.

Sposób, w jaki masa powietrza opływa samolot, jest tedy doniosłą w lotnictwie sprawą. Jak jednak badać ją, skoro powietrze jest niewidzialne, a tym samym niewidzialne są linie, wzdłuż których przywiera ono lub odrywa się od samolotu.

Próbowano sobie radzić w ten sposób, że strumień powietrza z adymiano. Opływ wokół modelu stawał się widoczny. Nie zdołano jednak wynaleźć tak silnego zagęszczenia dymu, by przy dużej szybkości nie rozpraszał się.

Stosowano też inne metody, które okazały się równie nie-



Opływowy kształt samochodu

dogodne. Dopiero w warszawskim Instytucie Aerodynamicznym zbudowano urządzenie, które pozwala widzieć sam opływ powietrza. Niewidzialne zjawisko staje się uchwytnie dla oka.

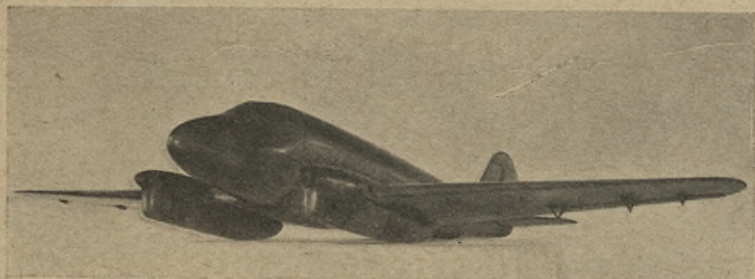
Urządzenie jest niezwykle pomysłowe. W otwartej przestrzeni dzielącej dwie części małego tunelu (o średnicy 1 m) zawieszamy np. skrzydło samolotu, czyli płat. Włączamy silnik. Sztuczny wiatr zaczyna hulać w tunelu. Przed tunelem ustawiony jest aparat fotograficzny. Za tunelem — źródło światła (żarówka).

Struga powietrzna opływa płat. Jak utrwalić to na kliszy.

W poprzek otworu tunelowego umieszczony jest przewód gazowy — wielopłomienny. Zapalamy go.

Co się dzieje wówczas?

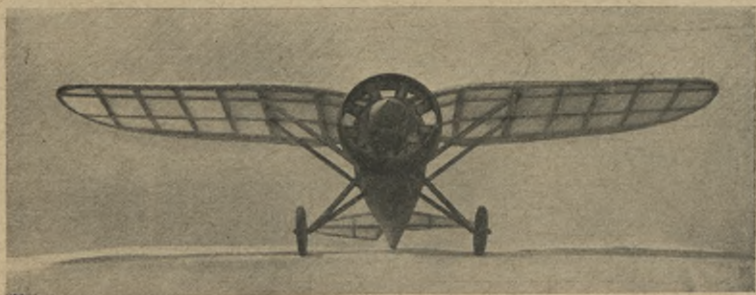
Promienie, idące od punktu świetlnego, kierujemy na zwierciadło wklęsłe. Otrzymujemy z odbicia snop równoległych



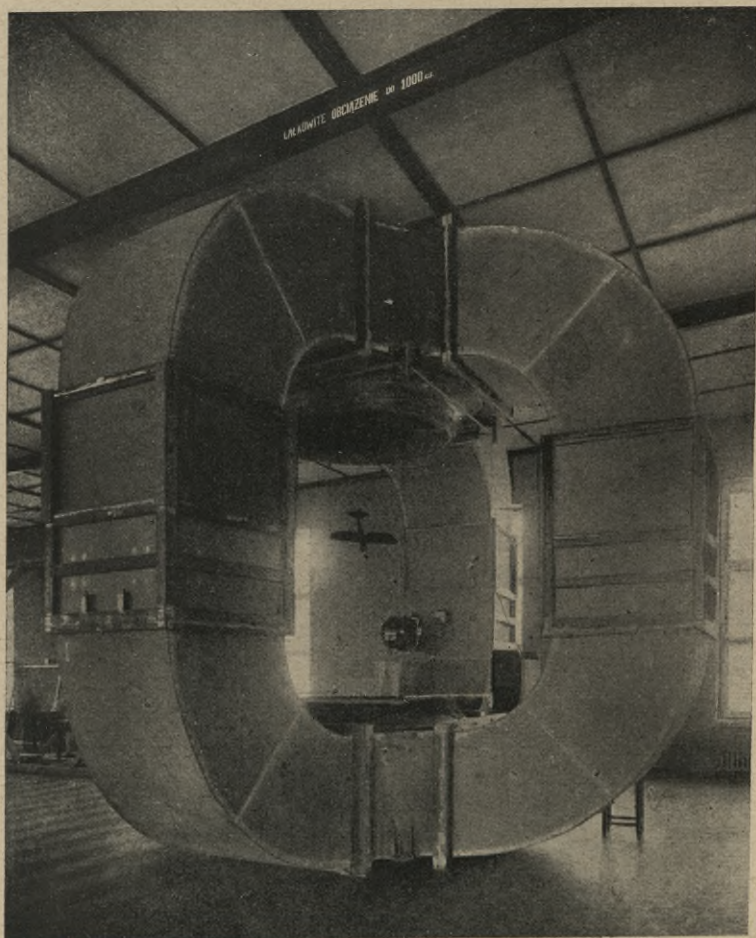
Model płatowca

promieni. Biegają one ku tunelowi. Tu trafiają na płat i ogrzane powietrze. Dalej biegają ku drugiemu, wklęsłemu zwierciadłu, które skupia snop promieni w obiektywie aparatu fotograficznego.

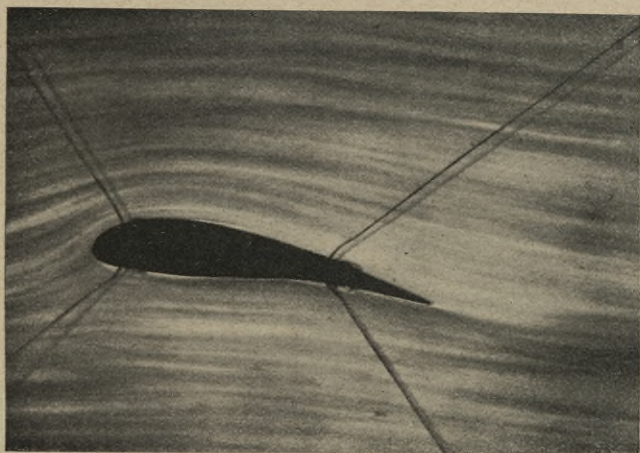
W ogrzonym powietrzu kąt załamania światła w różnych miejscach jest różny (z powodu niejednostajnej temperatury). Wskutek tego snop promieni przestaje być równoległy. Część promieni (silniej załamanych) nie zostaje tedy skupiona w obiektywie, pada poza jego obręb. Na matówce tworzą się więc cienie i światła: cienie od promieni, które nie trafiły do obiektywu, światła od tych promieni, które wpadają do obiektywu.



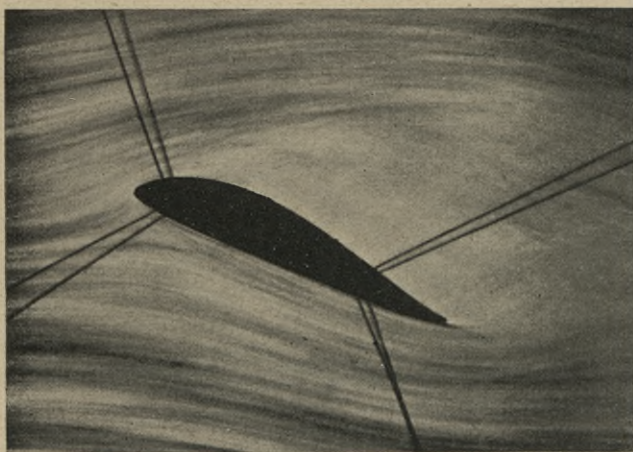
Model



Tunel „korkociągów“



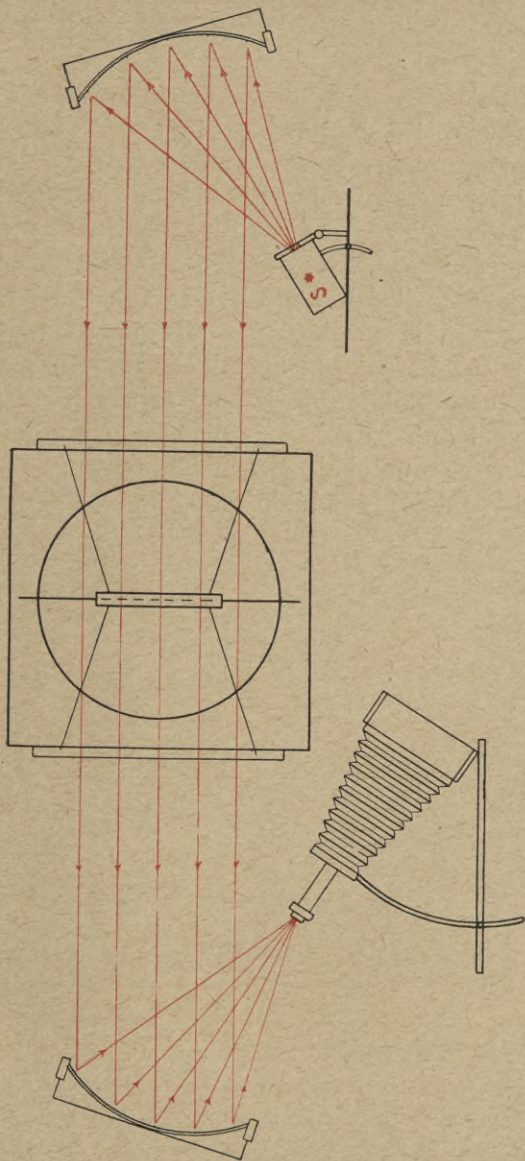
Powietrze przylega do płatu



Powietrze odrywa się...



Płomienie w tunelu



Schemat urządzenia, które pozwala widzieć i utrwalać na kliszy opływ powietrza

Na matówce powstaje tedy obraz powietrza. Widzimy, jak opływa ono płat.

Zmieńmy położenie skrzydła. Skierujmy je w górę. W chwili, gdy płat stromo ustawia się pod pęd wiatru, struga powietrzna przestaje przylegać do płatu (zdjęcie dolne na str. 251). Następuje oderwanie i zakłócenie powietrza, za płatem tworzą się wiry. Jest to groźny moment dla samolotu. Traci nośność i równowagę. Chyboce się, targany wirami.

Przebieg zjawiska śledzimy bez trudu na matówce aparatu fotograficznego. Linie powietrznego opływu falują, jaśnieją i ciemnieją w przelewnej zmienności, łagodnie przywierają wzdłuż płatu lub brutalnie i nagle odbiegają, skłócone, chaotyczne, gniewne! Zmiana położenia płata, mniej strome ustawienie pod wiatr — uspokaja zwichrzony opływ: znów staje się łagodny i harmonijny w białoczarnej wzorzystości światła i cieni.



MIECZYŚLAW WOLFKE

Rok 1883 jest historyczną datą w dziejach nauki polskiej. Dwaj uczeni polscy, Karol Olszewski i Zygmunt Wróblewski, rozwiązaeli w owym roku zagadnienie, nad którym od dawna już trudzili się najwybitniejsi badacze wielu krajów: skroplili tlen i azot.

Tegoż roku 1883 urodził się w Łasku — pod Łodzią — Mieczysław Wolfke, który w dojrzałych latach swej kariery naukowej zasłynąć miał w tej samej dziedzinie badań, w której świetny triumf odnieśli Olszewski i Wróblewski: w dziedzinie niskich temperatur i skraplania gazów. Kontynuując tradycję badań dwóch wielkich Polaków, Mieczysław Wolfke miał ponadto stać się inicjatorem i twórcą specjalnego Instytutu Niskich Temperatur.

Można wskazać na pewien węzeł, łączący Mieczysława Wolfkego z historycznym odkryciem Olszewskiego i Wróblewskiego.

Oto w pierwszym komunikacie, przesłanym przez dwóch uczonych Akademii Krakowskiej dnia 5 kwietnia 1883 r. — wspomniani są dwaj naoczní świadkowie skroplenia tlenu:

„Tlen był skroplony po raz pierwszy i widziany jako ciecz przez jednego z nas (Wróblewskiego) dnia 29 marca. Gdy w przyrządzie została zrobiona mała zmiana, ułatwiająca obserwację, zjawisko mogło być obserwowane po raz drugi dnia 4 kwietnia w całej swej wspaniałości — jak przez obu nas, tak też przez pp. Nowaka i Kościńskiego, obecnych przy tym doświadczeniu“.

Otóż ów Kościński, na którego świadectwo powołują się uczeni, był — wujem Mieczysława Wolfkego.

* * *

Ojciec Mieczysława Wolfkego był inżynierem drogowym. Brat matki, Gustaw Koźmiński — o którym wspomina komunikat Olszewskiego i Wróblewskiego — był fizykiem. Ukończył uniwersytet petersburski. Potem pracował u sławnych uczonych, Mendelejewa, Helmholtza i u wybitnego chemika Fremy'ego.

Niewątpliwe zamiłowanie do fizyki, jakie we wczesnym wieku zaczął już zdradzać Mieczysław Wolfke, mogło tedy w pewnej mierze wywodzić się zarówno od ojca, jak od wuja.

Umiłowaną zabawą młodego chłopca było — budownictwo. Z przejściem wznosił domy, budowle, mosty. Zawsze bawił się sam. Unikał towarzystwa rówieśników. Wspólne zabawy nie sprzyjały jego poważnym pomysłom i projektom.

Dzieciństwo Mieczysława Wolfkego upływało w spokoju. Gdy liczył osiem lat, rodzina przeniosła się do Częstochowy. Chłopiec oddany zostaje do gimnazjum, do którego uczęszcza aż do klasy piątej. Już od pierwszej klasy zdradza zainteresowanie dla zagadnień i zjawisk fizycznych.

Ojciec kupował chłopcu najróżnorodniejsze przyrządy i maszyny. W Częstochowie zakładano w owym czasie elektryczność. Chłopiec korzysta z nadarzającej się okazji. Z okien mieszkania przerzuca druty na przewody i „ściąga“ elektryczność dla swych doświadczeń. Uruchamia elektrycznością prymitywne maszyny, zdradzając przy tym zdumiewającą — na swój wiek — wprawę i orientację. Korzystanie z... miejskiego prądu skończyło się zresztą w sposób niewesoły. Pewnego wieczoru nastąpiło krótkie spięcie. Zapalony dwunastoletni eksperymentator pograżył całą Częstochowę w ciemnościach.

Całą młodzieńczą, a raczej dziecięcą istotą oddany „zabawie w fizykę“, dwunastoletni Mieczysław Wolfke stawia sobie cel, do którego z uporem dąży w ciągu kilku lat. Cel jest ambitny. Chłopiec przysięga sobie, że „jedynym celem jego życia“ będzie nawiązanie komunikacji z in-

ny mi planetami, a przede wszystkim — z księżycem.

W 1895 r. zaczyna pisać rozprawę o międzyplanetarnej komunikacji. Gdy dziś spojrzeć na poźółkłe już karty tej młodzieńczej pisaniny, ogarnia podwójne zdumienie: że dwunastoletni chłopiec mógł z taką powagą traktować swój marzyielski plan i że miał tak rozsądne i daleko w przyszłość wybiegające pomysły...

Na tytułowej stronie „rozprawy“ widnieje napis:

PLANETOSTAT

Wysokie, niezgrabne litery zdradzają niewprawny jeszcze charakter pisma. Pod tytułem widnieje data: 1895 — uzupełniona po tym innymi dwiema datami, w których rozprawa była kontynuowana: 1902—1903.

Systematycznie, z pomocą formuł i wyliczeń, w sposób przejrzysty i planowy, zdradzający wrodzony zmysł matematyczno-fizyczny, rozważa młodociany autor możliwości podróży między planetami, a przede wszystkim na księżyc.

Rozprawka zaczyna się od rozdziału zatytułowanego „Prawo podstawowe“. Czytamy: „Pewna masa, znajdująca się w przestrzeni, może być wprawiona w ruch postępowy za pomocą pewnej siły, przy czym jest niezbędny punkt oparcia dla tej siły, który bezwarunkowo musi leżeć poza masą wprawioną w ruch“.

Rozważa tedy „nieletni autor“, jaki musi być punkt oporu dla wprawienia w ruch pewnej masy i przeniesienia się „z jednego planety na drugiego“. I po analizie różnorodnych możliwości postanawia rozpatrywać dwa sposoby przenoszenia się za pomocą wehikułów księżycowych o nazwach:

1. Planetostat mechaniczno-odtylcowy,
2. Planetostat eteryczny.

Drugi rozdział nosi tytuł: „O ruchu“. Tu wywody najezone już są wzorami, w których skład wchodzi szybkość planety i ziemi, droga między nimi, czas niezbędny na podróż

planetarną, szybkość samego wehikulu czyli planetostatu.

Z kolei idzie rozdział p. n. „Ogólna teoria mechanicznego planetostatu“. Autor dzieli planetostaty na poruszane pociskami stałymi i nie-stałymi.

Przedstawiony tu jest najpierw schemat aparatu do podróży między planetami, wprawiamy w ruch za pomocą pocisków stałych, odrywających się i wyrzucanych „od tyłu“ i siłą reakcji — nadających szybkość aparatowi.

Otóż najbardziej jest chyba zadziwiająca, że zasada na której oprzecz chciał kilkunastoletni chłopiec budowę aparatu międzyplanetarnego, jest w samej rzeczy słuszna i po dziś dzień pozostała wytyczną w planowanych podróżach na inne planety.

„Planetostat odcylcowy“, pomysłu młodego Mieczysława Wolfkego, opiera się na słusznej i aktualnej po dziś dzień zasadzie odrzutu: odrywające się z tyłu aparatu „pociski“ odrzucają aparat naprzód, w przetrzeń.

Z kolei opisuje Wolfke planetostat, w którym rolę „pocisku

Szybkość przedstawimy w formie dla porównania dla t. stojącej,

$$p = \frac{f \cdot t}{M \cdot S_m} = \frac{f \cdot \sqrt{2} m_0}{M \sqrt{\frac{2}{m_0}} + S_m} = \frac{f \cdot \sqrt{2} m_0}{f} \cdot \frac{M \sqrt{2} m_0 + S_m \sqrt{f}}{\sqrt{2}}$$

$$p = \frac{f \cdot \sqrt{2} m_0}{M \sqrt{2} m_0 + S_m \sqrt{f}}$$

Przygotowanie to będzie tylko na początek takemu, co o dwa tygodnie aparat p. będzie stale poruszał, albowiem dowie się, że masa pocisków jest w stosunku do masy M bardzo mała, że jeżeli przyspieszymy p. w state, to ten ruchony będzie na niekorzyść aparatu, przyspieszamy, że podnoszą ciężar ciała ciała aparatu p. jest stałym.

Jeżeli droga aparatu jest S, to mamy następująco:

$$S = p \cdot t = \frac{f \cdot \sqrt{2} m_0}{2(M \sqrt{2} m_0 + S_m \sqrt{f})}$$

lub też

$$2 S M \sqrt{2} m_0 + 2 S S_m \sqrt{f} = f \cdot \sqrt{2} m_0$$

podzielmy całe równanie przez $f \sqrt{2} m_0$:

$$\frac{S^2}{f \sqrt{2} m_0} + \frac{2 S S_m}{f \sqrt{2} m_0} - 1 = 0$$

$$S^2 + \frac{2 S S_m}{\sqrt{2} f} - \frac{2 S M}{f} = 0$$

lub, rozwiązując równanie, znajdujemy

$$S = \frac{S M}{\sqrt{2} f} = \frac{\sqrt{S_m^2}}{2 f} + \frac{2 S M}{f} = \frac{S M}{f} = \frac{\sqrt{S_m^2 + 4 S M}}{\sqrt{2} f}$$

czyli, że $\sqrt{S_m^2 + 4 S M} > S M$, a zatem moim zdaniem jest tylko

$$S = \frac{S M + \sqrt{S_m^2 + 4 S M}}{\sqrt{2} f}$$

Fragment „rozprawy“ o planetostacie

odrzućtowego“ odgrywa gaz sprężony i wypychany przez wy-
lot rezerwoaru.

Na dwudziestu arkuszach pokratkowanego papieru utrwa-
lił i spisał młodzieniec swe marzenia o podróży z Ziemi na

Planetostat o pociskach statycznych.

Planetostat o pociskach statycznych da się przedstawić pod po-
ciem schematycznym na fig. 2, gdzie M jest statą masą aparatu
o m. m. m. osi nazywa pocisków. Środkowi osi opiera-
ne w kierunku N , a planetostat przymocowany w kierunku
i K.



- Oznaczenia
- M - masa staty aparatu
 - m - masa jednego pocisku
 - f - siła
 - F - czas działania aparatu
 - S - długość aparatu, na który działa
 - p - przyspieszenie początkowe aparatu
 - s - długość pocisku, na który działa siła
 - t - czas działania siły na każdy pocisk
 - n - ilość pocisków w początku działania

Przedwzrostkiem zauważamy, że siła f działa bezprzerwy,
wywołując pociski, a zatem możemy napisać:

$$p = \frac{f}{M + n \cdot m}$$

Jeżeli czas działania aparatu jest F , to ilość pocisków

$$n = \frac{F}{t}, \text{ z tego}$$

$$p = \frac{f}{M + \frac{F \cdot m}{t}} = \frac{f \cdot t}{M \cdot t + F \cdot m}$$

Długość pocisku $s = \frac{1}{2} p t^2$, gdzie p jest przyspieszenie początkowe

$$p = \frac{f}{m}, \text{ z tego } s = \frac{f \cdot t^2}{2m}$$

a zatem

$$f^2 = \frac{2ms}{t^2} \quad t = \sqrt{\frac{2ms}{f}}$$

Fragment „rozprawy“ o planetostacie

interesowań filozoficznych powstaje druga rozprawka, później-
sza. Nosi ona tytuł: „A b s t r a k t y k a“.

Tytuł ten w pełni określa charakter „rozfilozofowanych“
wywodów na przestrzeni dwudziestu i jeden arkuszy. Wy-
wody te są aż nadto abstrakcyjne, oderwane; roi się w nich
od zawiłych i tajemniczych terminów.

W części pierwszej o „Abstraktyce czystej“ dowiadujemy

się np. o indekretach, elementach, systematach zespolonych i izotropicznych, o pojęciach przyczyny i „skótku“ (jak widzimy, młody filozof był wyraźnie pokłócony z ortografią...).

Oto próbka młodocianej filozofii:

— „Coś“ jako pojęcie najogólniejsze, nie łączące się z pojęciem żadnej własności, nie zawierające w sobie nawet pojęcia bytu, nazywamy indekretem czystym“.

Zawile, trudne, skomplikowane wywody zdumiewają jednak swoistą logiką. Są one zarazem próbką wysokich i śmiałych ambicj młodego umysłu.

W r. 1899 Mieczysław Wolfke kończy w Częstochowie piątą klasę gimnazjalną. Zdecydowanie rozmiłowany w fizyce, pragnie dalszą naukę odbywać w szkole realnej. Było to związane z przeniesieniem się do innego miasta. Rodzice Wolfkego nie zgadzają się na to. Nie chcą rozstać się z jedynakiem. Ten jednak, gdy chodzi o ukochaną fizykę, okazuje się zawzięty i twardy. Urządza osobliwy strajk. Przynosi ze szkoły... same dwóje i pały. Rodzice ustępują. Chłopiec wyjeżdża do Sosnowca, gdzie składa egzamin do szóstej klasy realnego gimnazjum. Pozostaje zresztą w szóstej na drugi rok. Udreką był dlań język rosyjski i ortografia.

W Sosnowcu dokonywa siedemnastoletni Wolfke wynalazku... telewizji. Od władz rosyjskich otrzymuje patent na swój przyrząd, ochrzczony mianem „te le k t r o s k o p u“.

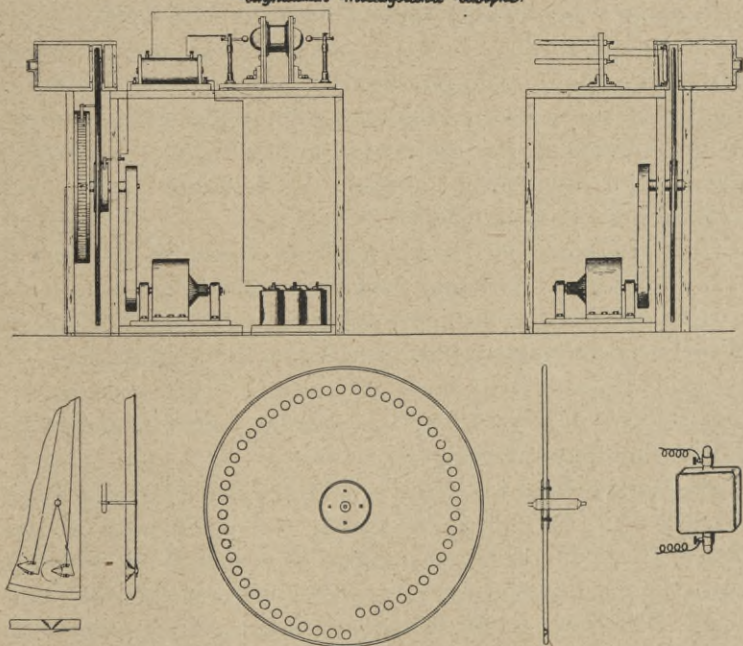
„Telektroskop bez „drutów“ służyć miał do „przenoszenia obrazów“ na odległość za pomocą fal elektromagnetycznych. Plan wynalazku, wystawiony we Lwowie, na jubileuszowej wystawie Towarzystwa Politechnicznego, wywołał nie małą sensację. Sensacyjny był nie tylko wynalazek, lecz i osoba wynalazcy. Uczeń — wynalazcą! Oto fragment wzmianki z ówczesnej prasy:

„Ministerium skarbu wydało w tych dniach patent na nowy wynalazek. Jest to przyrząd, za pomocą którego można oglą-

dać obrazy na bardzo dalekie odległości. Przyrząd podobny wynalazł już Szczepanik, lecz dla odbicia widoku niezbędne były druty elektryczne (!). Nowo wynaleziony przyrząd ma tę przewagę, że przesyłanie odbywa się przy pomocy fal

Telekroskop bez drutów

*Apparat do przenoszenia obrazów za pomocą fal elektromagnetycznych.
Wynalazek Mieczysława Wolfke.*



elektromagnetycznych i druty są zupełnie zbędne. Wynalazca, p. Mieczysław Wolfke, ma lat 17 i jest uczniem szkoły realnej w Sosnowcu“.

Wynalazkowi, choć zyskał szeroki rozgłos, nie sądzono było przyoblec się w rzeczywisty kształt. Pozostał jednak do dziś probierzem odkrywczego talentu i naukowego temperamentu młodego Mieczysława Wolfkego.

Po ukończeniu szkoły realnej w Sosnowcu Mieczysław Wolfke zamierzał — na życzenie ojca — studiować elektrotechnikę. Wyjeżdża w 1902 r. za granicę. Do Leodium przybywa za późno i wstępnie na uniwersytet, jako wolny słuchacz. Potem jednak w przyspieszonym tempie składa egzaminy.

Jeszcze jako student pierwszego semestru, Wolfke zaczyna pracować w laboratorium profesora fizyki, De Heena. Szuka ujścia dla swego temperamentu badawczego. Rychło zdaje sobie jednak sprawę, że nie wiele zdoła się nauczyć. Niski poziom, na jakim stało nauczanie i praca laboratoryjna, nie mógł zaspokoić ambicji Wolfkego. Głód wiedzy fizycznej rósł w nim i wzmagał się, nie znajdując pożywnej i niezbędnej strawy. Po dwuletnim pobycie w Leodium postanawia Wolfke przenieść się do Paryża.

Od r. 1904 do 1907 przebywa Mieczysław Wolfke w Paryżu. Studiuje w Sorbonie fizykę i matematykę.

Dla dalszego pogłębienia studiów wyjeżdża z kolei do Wrocławia. W latach 1907—1910 pracuje w Zakładzie Fizycznym Uniwersytetu Wrocławskiego. W 1910 r. otrzymuje tam stopień doktora filozofii z odznaczeniem za rozprawę z dziedziny optyki teoretycznej.

W latach pobytu we Wrocławiu pracuje jednocześnie Mieczysław Wolfke nad praktycznym wynalazkiem. Poświęca się technicznym badaniom lamp kwarcowych. Konstruuje nową lampę kadmowo-rtęciową. Wynalazek nabywa firma „Carl Zeiss“ w Jenie, angażując jednocześnie wynalazcę, jako naukowego współpracownika swych zakładów optycznych. Rok 1911 spędza tedy Wolfke w Jenie.

Niedługo jednak mógł wytrzymać w laboratorium, gdzie czyhano przede wszystkim na praktyczne korzyści prób i poszukiwań naukowych. Po rocznej pracy w zakładach Zeissa Wolfke z radością przyjmuje proponowane mu stanowisko asystenta przy Zakładzie Fizycznym na Politechnice w Karlsruhe.

W rok później, w 1913, habilituje się jako docent fizyki teoretycznej na Politechnice w Zurychu (u prof. Einsteina), zaś w 1914 — habilituje się na uniwersytecie. Na obu uczelniach wykłada fizykę doświadczalną i teoretyczną do r. 1922.

Podczas pobytu w Zurychu otrzymuje Wolfke nową propozycję od firmy Zeiss: czy nie zaznajomiłby wielkiej wytwórni lamp kwarcowych „Westinghouse Cooper Hewitt“ w Surrenes pod Paryżem ze swym wynalazkiem lampy kadmowo-rtęciowej?

Wolfke wyraża zgodę. W laboratorium wielkiej wytwórni wyrabia modele swych lamp. Naczelnny dyrektor firmy proponuje wówczas Wolfkemu wysokie stanowisko, do którego przywiązana była niemniej wysoka pensja. Wolfke odrzuca propozycję. Chce wrócić do Zurychu, do pracy naukowej.

— A jaką pensję pobiera pan w Zurychu, jako docent? — zapytał zdumiony odmową dyrektor.

— Nie mam żadnej pensji.

— Nie rozumiem pana... Odrzuca pan wspaniałą karierę?

Dopiero gdy Wolfke użył wobec Amerykanina porównania, że nauka może pasjonować jak... sport — naczelnny dyrektor przestał go odwozić od zamierzonego powrotu do Zurychu i od czystej nauki, do której „nie była przywiązana wysoka pensja“...

Wybucho wojna. Warunki materialne, które pozwalały dotąd Wolfkemu na pracę naukową, pogarszają się nagle. Trzeba pogodzić pracę czysto naukową z pracą techniczną, zarobkową. Wolfke zostaje doradcą szeregu firm elektrotechnicznych, oświetleniowych. Występuje też jako ekspert w procesach patentowych.

W r. 1920 zostaje Mieczysław Wolfke powołany na katedrę fizyki teoretycznej Uniwersytetu Warszawskiego.

Dopiero jednak w dwa lata później powraca do kraju. Na tę zwłokę wpłynął przede wszystkim lęk przed niemożnością pracy doświadczalnej, naukowej, gdyż wówczas na

Uniwersytecie Warszawskim nie było jeszcze pracowni przy katedrze fizyki teoretycznej.

Po powrocie do Polski w 1922 r. Mieczysław Wolfke obejmuje katedrę na Politechnice Warszawskiej oraz kierownictwo Zakładu Fizycznego I Politechniki.

W r. 1924 uniwersytet w Lejdzie zaprasza profesora Wolfkego do przeprowadzenia badań w zakresie niskich temperatur. Autorem zaproszenia był sławny uczony Kamerlingh Onnes.

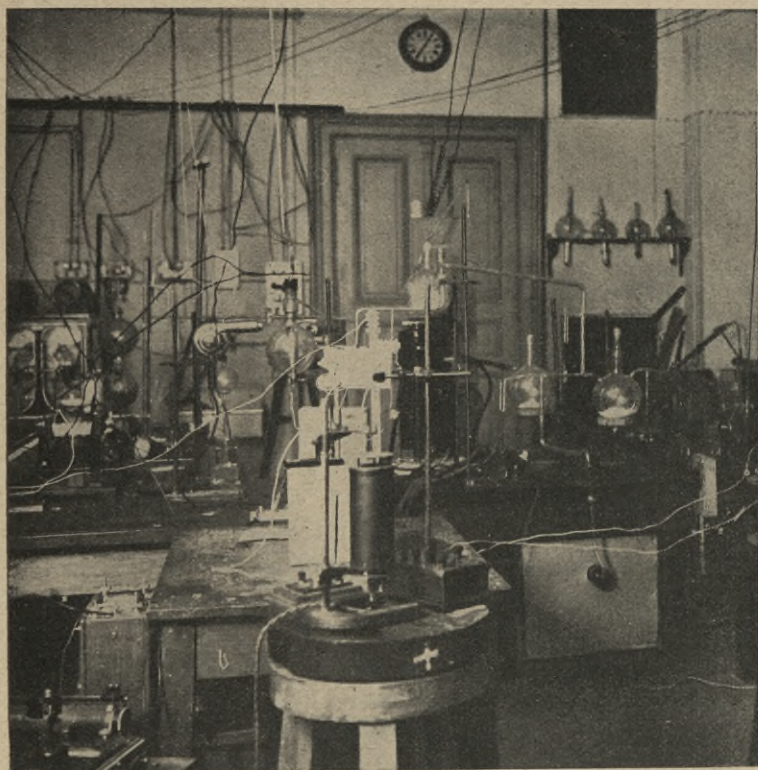
Wyjazd do Lejdy w 1924 r. uważać można za fakt i datę o dużym znaczeniu w karierze naukowej Mieczysława Wolfkego. Dotąd jego zainteresowania naukowe leżały w dziedzinie optyki oraz teorii atomowych. Teraz, wraz z pobytem w Lejdzie następuje zbliżenie do nowej dziedziny badań: niskich temperatur.

W Lejdzie przeprowadza Wolfke badania nad ciekłym wodorem i helum. Wpada na pomysł, jak otrzymać w stanie stałym najoporniejszy do skroplenia gaz, którym był hel. Zawierza swój pomysł profesorowi Kamerlingh-Onnesowi. Ten nie zgadza się jednak na doświadczenia. Nie wierzy po prostu, by można było hel zestalić.

Pomysł Wolfkego był jednak trafny i słuszny. Okazało się to po upływie dwóch lat. Następca Kamerlingh-Onnesa na stanowisku kierownika laboratorium w Lejdzie, profesor Keesom, zestalił w 1926 r. hel. Dokonał tego doniosłego czynu naukowego, stosując metodę eksperymentalną opracowaną przez Mieczysława Wolfkego.

Odkryciem metody zestalenia helu zdobył sobie polski uczony poczesne miejsce wśród badaczy w dziedzinie niskich temperatur.

W r. 1928 profesor Wolfke zostaje po raz drugi zaproszony do Lejdy. Dokonywa wówczas ciekawego odkrycia dwóch odrębnych odmian ciekłego helu (zwanych: I i II).



Pracownia prof. Wolfke

Te odkrycia przesądziły o dalszym kierunku prac badawczych Mieczysława Wolfkego. Z tym kierunkiem prac wiąże się jego inicjatywa — stworzenia polskiego Instytutu Niskich Temperatur.

NISKIE TEMPERATURY

Temperatura ognia w piecu kuchennym przekracza tysiąc stopni.

Temperatura płomienia w palniku gazowym bliska jest dwóch tysięcy stopni, a w palnikach tlenowo-acetylenowych, używanych przy spawaniu metali, przekracza dwa tysiące stopni. Tak samo włókno metalowe w żarówce elektrycznej ma temperaturę ponad 2.000 stopni.

Wyższe temperatury, ponad 3.000 stopni, daje łuk elektryczny. W łukach wysoko-amperowych i pod ciśnieniem temperatury przekraczają 10.000 stopni.

Na powierzchni słońca panuje temperatura około sześciu tysięcy stopni. Temperatura gwiazd waha się od 3 do 30 tysięcy stopni. O odtworzeniu tego rodzaju ciepłoty nie ma co marzyć na ziemi.

Ale i te temperatury są niczym zaprawdę wobec tych, które panują we wnętrzu gwiazd. Tam ciepłota sięga kilkudziesięciu milionów stopni!

Skala temperatur powyżej zera jest tedy bardzo rozległa. Na przytoczonych wyżej przykładach widzimy, jak temperatura wspina się wzwyż od tysięcy poprzez dziesiątki tysięcy ku milionom stopni.

Spróbujmy teraz odbyć podróż w kierunku wręcz przeciwnym. Od zera w dół. Czeka nas podróż znacznie krótsza. Jak wiemy bowiem z fizyki, możemy co najwyżej, a raczej „co najniżej“ zstąpić do $-273,1$ stopni czyli $273,1$ stopni poniżej 0° Celsjusza. Jest to n a j n i ż s z a możliwa temperatura. Tak zwane z e r o b e z w z g l ę d n e (a b s o l u t n e). Niższa temperatura istnieć nie może. Za chwilę przypomnimy — dlaczego.

W porównaniu z bogatą, imponującą skalą temperatur powyżej zera — dziedzina temperatur poniżej zera przedstawia się ubogo i niepozornie. Tam miliony, dziesiątki milionów stopni niewyobrażalnego żaru, tu zaledwie 273 stopnie...

Nie marząc nawet o rywalizacji z naturą w odtwarzaniu wysokich temperatur gwiazdnych, pokusili się jednak

uczeni — i to z powodzeniem — o odtworzenie temperatur niskich.

Zima podbiegunowa daje temperaturę około — 60 stopni. Zbliżona temperatura panuje w stratosferze. Niższych znacznie temperatur szukać trzeba dopiero w międzyplanetarnych przestworzach. Tam panuje zimno bliskie zera bezwzględnego czyli — 273,1 stopni!

Geniusz zdobywczy i wynalazczy uczonych zdołał odtworzyć w laboratorium zimno przestrzeni kosmicznych. Pobito nawet ten rekord zimna międzygwiazdowego. W Holandii osiągnęli bowiem uczeni temperaturę o trzy tysięczne części stopnia odległą tylko od zera absolutnego! Ten wspaniały wynik jest owocem długiej i wytrwałej walki, jaką toczą uczeni w specjalnych laboratoriach niskich temperatur.

Dlaczego —273,1 stopnia jest temperaturą najniższą?

Cząsteczki i atomy każdego ciała znajdują się — jak poucza nauka o budowie materii — w bezustannym ruchu. Im ruchy cząsteczek są szybsze, tym wyższa jest temperatura ciała. Energia ruchu cząsteczek i atomów jest bowiem ciepłą energią ciała.

Z jaką prędkością poruszają się cząsteczki? W temperaturze pokojowej szybkość ta wynosi kilkaset metrów na sekundę. W temperaturze gorejących pieców gwiazdnych szybkość ruchu cząsteczek jest zawrotna: kilkaset kilometrów na sekundę!

Dlatego właśnie skala „dodatnich“ temperatur jest tak rozległa. Nie może istnieć górna granica temperatur, gdyż energia ruchu cząsteczek może być dowolnie wielka.

Istnieje jednak szybkość najmniejsza, czyli po prostu — bezruch. Dlatego też istnieje dolna granica temperatur. Temperatura najniższa jest właśnie tą, w której ciało wyzute zostaje z wszelkiej energii cieplnej, w której wszelkie ruchy cząsteczek ustają. Bezruch cząsteczek następuje

właśnie w temperaturze $-273,1$ stopnia, czyli w temperaturze zera bezwzględnego.

Niżej — w dziedzinie niskich temperatur zstąpić już nie można. To kres.

Niskie temperatury, królestwo zimna „tęższego“ od kosmicznego — choć zdają się ubogie w swej skali wobec milionów stopni temperatur ciepła — odtworzone zostały w laboratoriach najcięższym, upartym wysiłkiem uczonych. W pochodzie ku niskim temperaturom, w osiągnięciu coraz niższych temperatur polscy uczeni zajmują poczesne miejsce. Wkład najcenniejszy i pierwszy złożyli w tej dziedzinie przed przeszło pięćdziesięciu laty Karol Olszewski i Zygmunt Wróblewski.

Cennych odkryć w dziedzinie niskich temperatur dokonał Mieczysław Wolfke. Współ z holenderskim uczonym odkrył — jak wspomnieliśmy — odmianę ciekłego helu (ciekły hel II) i opracował metodę, która pozwoliła otrzymać hel w stanie stałym.

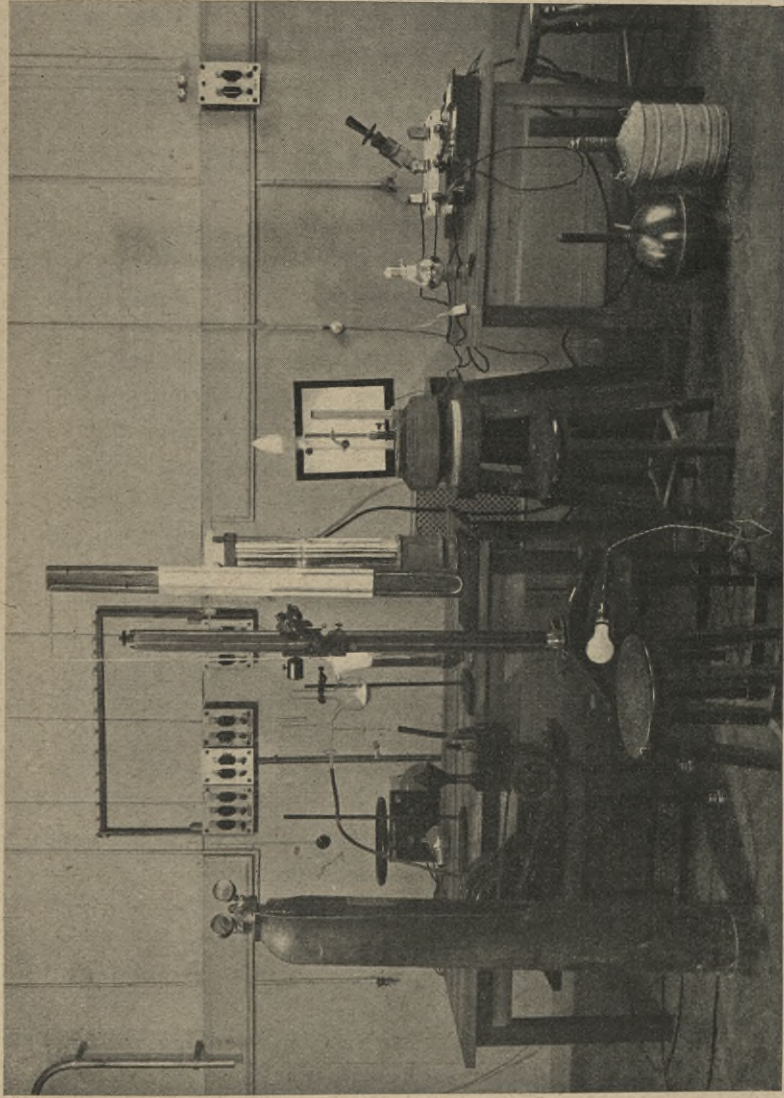
Z inicjatywy Mieczysława Wolfkego powstała też w Polsce — jak wspomnieliśmy — pierwsza placówka badań naukowych w dziedzinie niskich temperatur.

INSTYTUT NISKICH TEMPERATUR

Wszystkie niemal próby osiągnięcia coraz niższych temperatur związane były ze skraplaniem gazów. Dlaczego?

Wiemy, że w gazach korzystają cząsteczki ze znacznej swobody. W cieczech natomiast odległości między cząsteczkami są tak małe, że są one jakby związane siłą wzajemnego przyciągania. W gazach to przyciąganie też działa, ale znacznie słabiej. Cząsteczki gazu są ruchliwe, rozbiegane, włączają się gdzie się da. Dlatego też gaz wypełnia każdą zaofiarowaną objętość.

Niech uda się nam jednak poskromić ruchliwe cząsteczki



Pracownia, w której prof. Wolfke dokonał badań nad zmianą objętości ciekłego tlenu w polu magnetycznym. Zjawisko to, po raz pierwszy obserwowane w ciekłym tlenie, nosi nazwę „magnetoskrypcji“

gazu. Wówczas działać zaczną siły wzajemnego przyciągania i cząsteczki skupią się w gęstszą masę: gaz skropli się.

Wiemy, że ruchy cząsteczek są tym szybsze, im temperatura jest wyższa. Gdy temperatura obniża się, ruch cząsteczek staje się powolniejszy. A więc ze skupieniem cząsteczek czyli skropleniem gazu związane jest jego oziębienie, obniżenie temperatury.

Są gazy mniej lub więcej trwałe. Wymagają różnej temperatury dla skroplenia. Bardzo niskiej temperatury wymaga hel: skrapla się przy -269 stopniach, a więc w odległości czterech zaledwie stopni od zera absolutnego! Wodór skrapla się przy -253° , azot przy -197° , tlen przy -183° .

Temperatury poniżej 0° C aż do najniższych temperatur w pobliżu zera absolutnego otwierają przed nauką nową dziedzinę badań. Wiemy z fizyki, że wszystkie własności materii zależą od temperatury. To też badanie tych własności w rozległym obszarze temperatur prowadzi do poznawania nowych, często niespodziewanych zupełnie zjawisk.

Oto jedna z takich niespodzianek, odkryta przez wybitnego uczonego holenderskiego Kamerlingha Onnesa. Stwierdził on, że w temperaturach bardzo niskich występuje u pewnych metali, jak rtęć, ołów, cynk — osobliwe zjawisko *n a d p r z e w o d n i c t w a*.

Zanurzymy np. pierścień ołowiany w ciekłym helu. Pierścień utrzymujemy tedy w temperaturze -269 stopni. W pierścieniu wytwórzmy prąd przez chwilowe przyłożenie źródła prądu. I oto po usunięciu tego źródła, prąd nadal krąży w pierścieniu w ciągu długich godzin bez żadnego dostrzegalnego osłabienia.

Ołów staje się tedy w niskiej temperaturze — „*n a d p r z e w o d n i k i e m*“ prądu.

Niezliczone są zagadnienia naukowe z dziedziny zarówno fizyki, jak chemii i biologii — które wylaniają się w zakresie niskich temperatur. Materia objawia nowe własności.

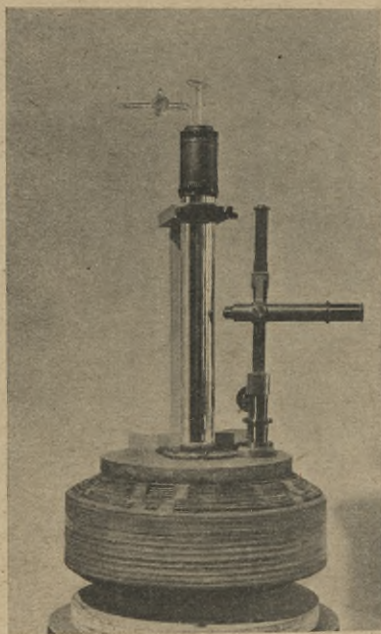
Badania w niskich temperaturach mają doniosłe znaczenie nie tylko naukowe, lecz również — techniczne i gospodarcze.

Z niskimi temperaturami związane jest przede wszystkim chłódnicstwo. Dla gospodarki krajów rolniczych posiada ono wielką wagę. Przechowywanie i przewożenie łatwo psujących się produktów rolnych wymaga — jak wiadomo — ustrzeżenia przed szkodliwymi wpływami ciepła. Technika chłodnicza wiąże się ściśle z badaniami naukowymi w dziedzinie niskich temperatur.

Badania te mają też wielką wagę i znaczenie ze stanowiska obrony państwa. Przede wszystkim samo chłodnictwo odgrywa doniosłą rolę w aprowizacji armii, w przechowywaniu zapasów i przy transporcie żywności.

Wyłaniają się jednak inne zagadnienia, bezpośrednio wiążące się z obroną państwa. Najważniejsze i najciekawsze jest zagadnienie raket dalekonośnych, pędzonych mieszaną ciekłego tlenu i benzyny czy alkoholu.

We wszystkich większych państwach robione są próby z raketami. W niektórych krajach doświadczenia zmierzają do stworzenia poczty raketowej. Poczta taką zastosowano już



Aparat, którym stwierdzono wzrost objętości ciekłego tlenu w chwili powstawania pola magnetycznego (zjawisko magneto-skrypcji)



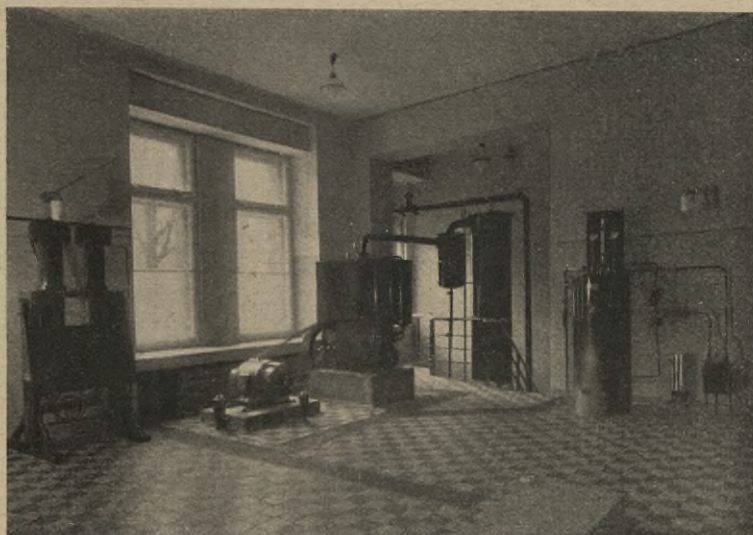
W Instytucie Niskich Temperatur

w górzystych miejscowościach Austrii. Komunikacja lądowa jest tam szczególnie uciążliwa. Rakieta przenosi w powietrzu pocztę. Niemieccy wynalazcy bliscy już są podobno urzeczywistnienia poczty raketowej, która by w ciągu kilku nastu minut przenosiła listy poprzez ocean, z Berlina do Nowego Jorku.

W razie wojny rakietą dalekonośną stałaby się straszliwą i potężną bronią. Może ona unieść setki kilogramów materiałów wybuchowych lub gazów trujących, wzbić się w stratosferę, tam przelecieć setki kilometrów i opaść na wrogim terenie.

Do rakiet dalekonośnej niezbędny jest, jako paliwo — ciekły tlen. Badania nad konstrukcją silnika raketowego dokonane być mogą tylko przy współpracy z naukową placówką niskich temperatur.

Aż nadto wiele względów przemawiało tedy za powsta-



W Instytucie Niskich Temperatur

niem w Polsce — Instytutu Niskich Temperatur. Placówka to niezbędna ze stanowiska nauki, techniki, obrony państwa.

Za granicą w pełni doceniono znaczenie placówek badań niskich temperatur. Do niedawna istniało tylko laboratorium niskich temperatur w Lejdzie, stworzone przez profesora Kamerlingha Onnesa, i pracownia w Toronto w Kanadzie. Dzisiaj zaś działają lub powstają laboratoria niskich temperatur ze skraplarkami wodoru i helu we wszystkich większych państwach:

w Niemczech — 3 (Berlin, Wrocław i Monachium),

w Anglii — 2 (Cambridge i Oxford),

w Rosji — 2 (Charków i Moskwa),

w Stanach Zj. — 3 (Pasadena, Washington i Berkeley),

we Francji — 1 (Paryż),

w Hiszpanii — 1 (Madryt).

Musiała tedy i w Polsce powstać tego rodzaju placówka

badawcza. Jej brak uchybiałby zresztą pamięci i imieniu Olshewskiego i Wróblewskiego, których prace oznaczały przełom w pochodzie ku najniższym temperaturom.

Instytut Niskich Temperatur umożliwi polskiej nauce kontynuowanie pięknej tradycji, zapoczątkowanej w dziedzinie niskich temperatur przez dwóch wielkich Polaków.

Program działalności Instytutu Niskich Temperatur obejmuje:

1. Z a g a d n i e n i a n a u k o w e:

Badania nad ciekłym i stałym helem, zapoczątkowane przez profesora Wolfkego w Lejdzie;

badania nad zagadkowym zjawiskiem n a d p r z e - w o d n i c t w a;

w specjalnych komorach, zwanych kryostatami, dokonywane będą badania fizyko-chemiczne i biologiczne w niskich temperaturach.

2. P r a c e o c h a r a k t e r z e t e c h n i c z n y m:

Komory o stałej temperaturze — w granicach od zera do najniższych temperatur — będą napełniane różnymi gazami i parami, co umożliwi badania licznych zjawisk — w zależności od temperatury w różnych warunkach atmosferycznych, jak na przykład:

własności metali i ich stopów (ważne dla płatowców przy lotach na dużą wysokość, gdzie panują niskie temperatury);

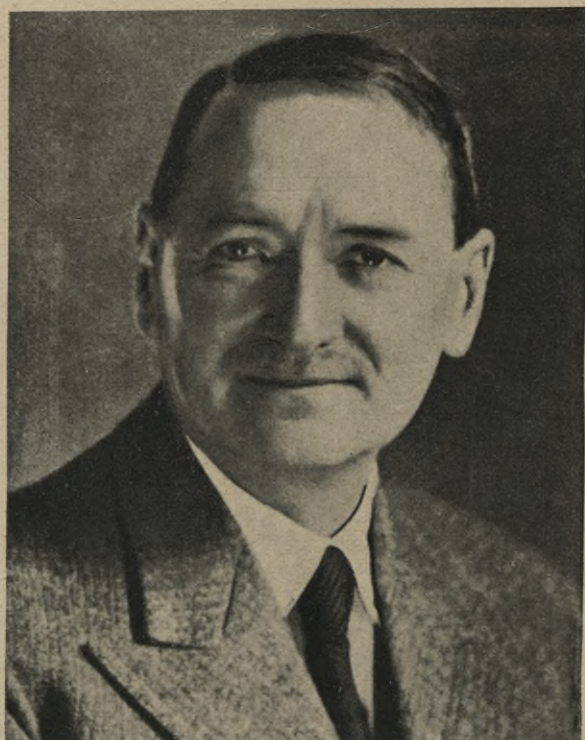
własności smarów, oliwy (ważne tak samo dla lotów wysokościowych);

sprawność aparatów i ich części w różnych warunkach;

zachowanie się środków spożywczych itd.

Odrębny dział badań poświęcony będzie r a k i e t o m d a l e k o n o ś n y m i konstrukcji silników, napędzanych ciekłymi gazami.

Tak przedstawia się w zarysie program działalności placówki.



STANISŁAW ZIEMECKI

Stanisław Ziemecki uczęszczał do gimnazjum klasycznego. Uczył się wzorowo. Pragnienie wiedzy wyżywa się u młodego chłopca w pilnej nauce. W roku 1899, jako 18-letni młodzieniec, kończy Ziemecki gimnazjum z wysokim odznaczeniem.

Nie tylko zresztą w szkolnej nauce szuka Stanisław Ziemecki zaspokojenia głodu, który go nęka. Od wczesnej młodości wiele czyta. Jest mołem książkowym.

Nad wielostronnymi zainteresowaniami młodego chłopca górować zaczyna w klasie czwartej i piątej zamięłowanie do chemii. Ziemecki zaczyna eksperymentować. Oczywiście poza szkołą, gdyż w programie ówczesnego gimnazjum nie było nauk przyrodniczych poza fizyką. Obok chemii darzy Ziemecki szczególnym zainteresowaniem matematykę.

To matematyczno-przyrodnicze nastawienie młodego umysłu, przejawiające się już wyraźnie w szkolnych latach, nie przeszkadzało jednak lekturze czysto literackiej.

Po ukończeniu gimnazjum wstępuje Stanisław Ziemecki na wydział lekarski Uniwersytetu Warszawskiego. Ojciec był lekarzem. Wydawało się Ziemeckiemu, że będzie mógł pogodzić medycynę z naukami przyrodniczymi.

W ciągu pierwszych dwóch lat studiów poświęca wiele czasu botanice. Na drugim roku studiów zdaje sobie sprawę, że dokonał niewłaściwego wyboru. Ujrzał, że zagadnienia praktyczne zaczynają górować nad czysto naukowymi i usuwają je na daleki plan. To nie mogło zadowolić umysłu Ziemeckiego, spragnionego wiedzy przyrodniczej, a nie praktycznych umiejętności lekarskich.

Ziemecki pojmuje, że popełnił błąd. Postanawia tedy po-

rzucić studia medyczne i oddać się — nie zważając na żadne konsekwencje — czystej nauce.

Przenosi się wówczas na wydział przyrodniczy. Najgłębsze zainteresowania budzi w Ziemeckim chemia i krystalografia. Pociągała go nauka o kryształach, wspaniałych tworach natury. Utrwalała bowiem i pogłębiała jego entuzjastyczną ciekawość i podziw dla mistrzostwa natury i piękna zjawisk.

Góruje jednak zainteresowanie dla chemii, zrodzone w szkolnych jeszcze latach.

Od chemii wiodła zaś prosta i niedaleka już droga do fizyki.

Ziemecki pracuje jako wolontariusz w laboratorium profesora fizyki. Szuka tam zaspokojenia swych ambicij naukowych i badawczych. Pracownia — zaniedbana i wyzuta z wszelkiej inicjatywy naukowej — niewiele mogła dać satysfakcji studentowi.

Po ukończeniu uniwersytetu i krótkim okresie pracy pedagogicznej wyjeżdża Stanisław Ziemecki — dla uzupełnienia studiów — za granicę.

Pracuje w laboratorium fizycznym w Genewie. Potem jedzie do Getyngi. Tu w ciągu dwóch lat poświęca się badaniom z dziedziny optyki.

Po powrocie do kraju w 1909 r. Ziemecki koncentruje pracę naukową w laboratorium przy Państwowej Wyższej Szkole Budowy Maszyn i Elektrotechniki, której został wykładowcą.

Laboratorium to odziedziczył Stanisław Ziemecki po profesorze tej uczelni i wybitnym fizyku, śp. Wiktorze Bierackim.

Laboratorium było dobrze urządzone, lecz jedynie dla celów nauczania, dla ćwiczeń i pokazów. Nie miało natomiast przeznaczenia czysto naukowego. Nie było przyrządów dla pracy badawczej. Część badawczo-naukowa pracowni stworzona została przez Stanisława Ziemeckiego. Dokonano

w niej szeregu badań specjalnych, głównie z dziedziny optyki.

W ostatnich latach dziedziną badań i „specjalnością“ Stanisława Ziemeckiego stało się promieniowanie kosmiczne. Dla zgłębienia zagadkowej do dziś istoty promieni kosmicznych dokonywa uczoney badań nie tylko w swym laboratorium; zainicjował badania, związane z lotami balonowymi. Loty te — do wysokości dziesięciu kilometrów — zasługują na miano „wypraw na połów promieni kosmicznych“.

PROMIENIE KOSMICZNE

Z wszechświata przybywają na ziemię niewidzialne promienie. Różnią się one od wszelkich innych, znanych promieniowań. Nie można ustrzec się przed ich działaniem. Przenikają bowiem na setki metrów w głąb ziemi i wody. Bez trudu przeszywają najgrubsze sklepienia żelazobetonowych schronów. Promienie te, odznaczające się wyjątkową przenikliwością, docierają do nas zarówno zimą jak latem, wiosną i jesienią. Z niezmiennym natężeniem działają za dnia i w nocy.

Promieni tych nie potrafimy wytwarzać w warunkach ziemskich. Rywalizacja uczonego i laboratorium z naturą jest w tej mierze wykluczona. Co więcej: w świetle dzisiejszej nauki promienie te nie powstają w ogóle w obrębie naszego układu planetarnego. Przybywają prawdopodobnie z najdalszych przestrzeni kosmicznych.

Odrębna i wyjątkowa natura promieni kosmicznych wymaga od uczonego odrębnych metod badawczych. Dla zgłębienia tajemnicy owych przybyszów z wszechświata uczoney musi opuścić cztery ściany laboratorium. Obszarem, na którym dokonywa badań promieni kosmicznych, jest cała powierzchnia ziemi, od bieguna południowego do północnego i od głębin wód do stratosfery. Słynne loty stratosfe-

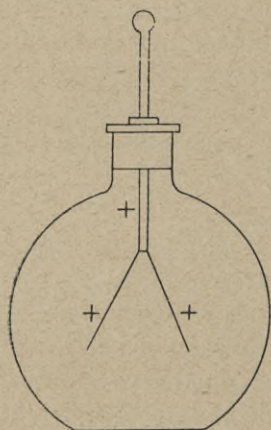
ryczne profesora Piccarda przedsiębrane były dla pogłębienia naszej wiedzy o promieniach kosmicznych.

A wiedza ta jest na razie niewielka i skromna. Nauka nie potrafi jeszcze udzielić ścisłej i wyczerpującej odpowiedzi na pytanie: gdzie powstają promienie kosmiczne? jaka jest ich natura?

Dlaczego tedy nazywamy je kosmicznymi? I skąd wiemy, że one istnieją?

Każdy z nas używał w pracowni szkolnej elektroskopu.

Przypomnijmy, jak wygląda. Jest to słoik szklany, przez którego szyjkę przesunięto pręcik metalowy, tkwiący w kawałku bursztynu. Pręcik zakończony jest z zewnątrz słoika metalową galką, a wewnątrz słoika — dwoma listkami pozłotki lub glinu. Osłonę można uziemić. Gdy galki dotkniemy jakimś naelektryzowanym ciałem, ładunek przepływa przez pręcik do listków.



Najprostszy elektroskop (bez uziemia osłony)

Te uzyskują nabój tego samego znaku (+ lub —) i odpychają się wzajemnie. Im większe naboje elektryczne uzyskały listki, tym silniejsze naturalnie jest ich rozchylenie. (Elektroskop zaopatrzony w skalę nosi — jak wiadomo — miano elektrometru).

Naładowany elektroskop nie powinien by tracić naboju, jeśli w budowie jego dbaliśmy o doskonałą izolację między jego prętem a osłoną, a na zewnątrz nie ma też żadnego widocznego przewodnika, łączącego galkę z ziemią. A jednak — chociaż przewodnika takiego nie będzie — elektryczność ucieknie z listków elektroskopu.

Nie trudno to spostrzec: pozostawmy naładowany elektroskop samemu sobie, a po pewnym czasie ujrzemy, że rozchy-

lenie listków jest coraz mniejsze. Listki opadają. Coraz słabsze jest ich wzajemne odpychanie. Ładunek elektryczny gdzieś ucieka, rozprasza się. Żaden przewodnik nie odprowadza ładunku elektrycznego z listków, a jednak ładunek ten zmniejsza się.

Wyjaśnienie może być tylko jedno. Rolę przewodnika odgrywać musi powietrze, otaczające listki. Ale przecież powietrze nie odznacza się przewodnictwem!

Powietrze, jak wszelkie w ogóle gazy, przewodzi elektryczność dopiero wówczas, gdy ulegnie tak zwanej *jonizacji*. W normalnym stanie atomy i cząsteczki powietrza nie ujawniają ładunku elektrycznego. Są elektrycznie obojętne. Pod wpływem np. promieni Roentgena czy promieni radu cząsteczki gazu uzyskują naboje. Zostają naelektryzowane dodatnio lub ujemnie; noszą miano *jonów* (dodatnich lub ujemnych). Gaz taki nazywa się *zjonizowany*. Uzyskuje wówczas zdolność przewodzenia elektryczności.

Jeśli listki elektroskopu same opadają, a ładunek ich ucieka przez otaczające powietrze — to dzieć się to może tylko wówczas, gdy powietrze będzie miało zdolność przewodzenia. Innymi słowy: gdy powietrze to będzie *zjonizowane*, czyli powstaną w nim cząsteczki dodatnio i ujemnie naelektryzowane (*jony*).

Samorzutne rozładowywanie się elektroskopu oznacza, że powietrze otaczające listki jest *zjonizowane*. Pod wpływem jakich czynników? Co sprawia, że w powietrzu elektrycznie obojętnym tworzą się jony, to jest cząsteczki o ładunkach elektrycznych?

Tym zagadnieniem zainteresowali się przed przeszło trzydziestu laty dwaj uczeni, Rutherford i Mac Lennan. Doszli oni do wniosku, że powietrze jonizuje się i staje się przewodnikiem pod wpływem jakichś promieni z otaczającej przestrzeni. Uczeni ci zauważyli przy tym, że gdy elektroskop

otoczy się ołowianą lub żelazną osłoną, to listki nadal opadają, choć wolniej co prawda. Wniosek nasuwał się prosty: owe przypuszczalne promienie muszą być bardzo przenikliwe, skoro przedzierają się przez ołowianą osłonę i sprawiają, że powietrze staje się przewodnikiem, przez który ucieka ładunek z listków elektroskopu.

Fakt istnienia i działania tego rodzaju promieni nie wydał się wówczas czymś dziwnym. Wiadomo było, że wszędzie na ziemi istnieją w pewnych, bardzo małych ilościach ciała promieniotwórcze. Rad, tor, uran znajdują się w mikroskopijnie małych domieszkach we wszelkich skałach, a zatem i w każdej glebie. Przy przeobrażeniach pierwiastków promieniotwórczych, jak radu i toru, powstają gazy promieniotwórcze. Przenikają one z gleby do niższych warstw atmosfery. Żyjemy tedy w przestrzeni, przez którą przebiegają bez przerwy promienie ciał radioaktywnych. W domach materiały budowlane ścian zawierają zawsze ciała promieniotwórcze.

Przypuszczano zatem, że powietrze wokół listków elektroskopu jonizowane jest przez promienie¹ radu i innych ciał promieniotwórczych, rozsianych w całej skorupie ziemskiej.

Zagadka wydawała się rozwiązana.

Interesujące stało się wówczas pytanie, jak zachowa się elektroskop, gdy uniesie się go na pewną wysokość? Powietrze w górnych warstwach atmosfery musi okazywać mniejsze i słabsze przewodnictwo, słabszą jonizację, a to na skutek oddalania się od ciał promieniotwórczych, rozsianych w skorupie ziemskiej. Rozładowywanie się elektroskopu, opadanie jego listków winno tedy być coraz to powolniejsze.

Doświadczenie potwierdziło te przewidywania. Wynie-

¹ O rodzajach tych promieni patrz str. 332.

siono elektroskop na szczyt wieży Eiffla (około 300 m). Ładunek elektryczny uciekał z elektroskopu wolniej.

Sięgnięto po dalsze dowody. Wzniesiono się z elektroskopem jeszcze wyżej przy pomocy balonów, w latach 1910 i 1911. Pomiary dały te same wyniki: w miarę oddalania się od skorupy ziemskiej — przewodnictwo powietrza słabło.

W r. 1913 wznosił się austriacki uczoney Hess (laureat Nobla w 1936 r.) na wysokość około 5.000 metrów.

Lot ten dał zupełnie nieoczekiwane wyniki! Stanowiły one przewrót zupełny w badaniach nad promieniami, pobudzającymi powietrze do przewodnictwa.

Co zaobserwował Hess?

Do wysokości około tysiąca metrów przewodnictwo powietrza w zamkniętym elektroskopie malało. Potem jednak, od tysiąca metrów do 5.000 metrów wzwyż — przewodnictwo w z r a s t a ł o! Elektroskop coraz szybciej się rozładowywał.

Oznaczało to, że promieniowanie pobudzające powietrze do przewodnictwa było coraz silniejsze w miarę oddalania się od ziemi. Było więc wręcz przeciwnie, niż dotąd sądzono po dokonaniu pomiarów na mniejszych wysokościach.

Źródłem owego promieniowania nie mogła tedy być ziemia. Oddalono się od niej, a promieniowanie — miast słabnąć — wzmagало się!

Zdumiewające odkrycie Hessa dowiodło, że promienie te nie są wysyłane „z dołu“ — przez ziemię, lecz przybywają skądś „z góry“, z przestrzeni kosmicznych. Przechodząc przez atmosferę, otaczającą jak płaszcz Ziemię, promienie te tracą na energii. Dlatego też gdy Hess wznosił się na kilka tysięcy metrów — zetknął się z promieniowaniem o większym natężeniu.

Hess odkrył tedy pozaziemskie pochodzenie promieni.

Tuż przed wybuchem wojny, w lipcu 1914 roku niemiecki

uczony Kolhörster wznosił się balonem do wysokości 9.300 m. Odkrycie Hessa potwierdziło się. W miarę wznoszenia się promieniowanie było coraz silniejsze. Pozaziemskie, kosmiczne pochodzenie promieni zostało dowiedzione. Przybysze z przestrzeni międzyplanetarnych wdzierają się od góry w naszą atmosferę.

Wojna przerwała na szereg lat badania promieni kosmicznych. Wznowione zostały i rozwinęły się po wojnie.

Wybitny uczony amerykański i laureat Nobla, Millikan, użył do badań tzw. balonów-sond. Odbywają one lot same, bez ludzi, niosąc tylko kosz z przyrządami samopiszzącymi. Millikan wypuszczał dwa związane balony. Na pewnej wysokości jeden z balonów pękał (wskutek spadku ciśnienia atmosferycznego). Po pęknięciu jednego balonu drugi nie mógł już unieść kosza z przyrządami i powoli opadał na ziemię.

Millikan „sondował“ w ten sposób górne warstwy atmosfery do wysokości 15.500 metrów.

Słynne loty Piccarda przedsięwzięte były dla pomiarów i badań promieni kosmicznych. Piccard wznosił się — jak wiadomo — do stratosfery w szczelnie zamkniętej, kulistej gondoli. Był w ten sposób zabezpieczony od zewnętrznego spadku ciśnienia. W pierwszym locie, odbytym w maju 1931, osiągnął Piccard rekordową wysokość 15.781 metrów.

Po Piccardzie wzniesli się w stratosferę badacze rosyjscy Prokofiew, Godunow i Birnbaum na wysokość 19.000 metrów (we wrześniu 1933).

W listopadzie 1933 r. dwaj Amerykanie, Settle i Fordney, osiągnęli wysokość 18.666 metrów. Lot ten przyniósł obfity plon naukowy. Amerykanie przeprowadzili systematyczne badania nad tym, jak wzrasta natężenie promieni kosmicznych wraz z wysokością.

W styczniu 1934 r. trzech badacze rosyjscy, Fiedosiejenko, Wasienko i Usyskin, zdołali osiągnąć 22-kilometrową wysokość. Sukces okupiony jednak został śmiertelną katastrofą.

W czasie opadania balonu gondola oderwała się. Badacze ponieśli śmierć.

Ofiarą katastrofy padł również amerykański balon „Explorer“ w czasie wzlotu, dokonanego w lipcu 1934. Badacze ocalili. Wskoczyli ze spadochronami z oberwanej gondoli.

Obok tych badań zasługujących na miano „wysokościowych“ dokonywali uczeni badań „głębinowych“.

Więc profesor Millikan badał, jak głęboko przenikają promienie kosmiczne w jeziorach.

W wodach jezior górskich Muir Lake i Arrowhead Lake (Ameryka Półn.) i jeziora Miguila w Boliwii stwierdził Millikan działanie promieni kosmicznych na głębokości 70 metrów.

W 1929 r. badacz Regener wykrył w wodach Jeziora Bodeńskiego promienie kosmiczne na głębokości 252 metrów.

Badacz Corlin przeprowadzał badania w kopalniach rudy żelaznej w Kiirunavara w północnej Szwecji. Stwierdził, że promienie kosmiczne przenikają jeszcze przez warstwę rudy grubości przeszło 140 metrów. Warstwa taka równoważna jest 700 metrom wody!

Tak niepospolita jest przenikliwość promieni kosmicznych. Siedemset metrów wody odpowiada przeszło 60 metrom ołowiu. Wyobraźmy sobie gigantyczną płytę tej grubości. Wznosiłaby się na jakie 20 pięter wzwyż. Taki pancierz, wysokości przyzwoitego drapacza nieba, nie jest przeszkodą całkowicie nieprzenikliwą dla promieni kosmicznych. Potrafią go przesyć na wskroś i przeniknąć.

Zagadka promieni kosmicznych nie jest jeszcze rozwikłana przez naukę. Ukrywają jeszcze wiele tajemnic. Badania nad ich rozświetleniem dokonywane są — jak widzieliśmy — w olbrzymim laboratorium, którego rolę przejęła cała natura: na wysokościach stratosfery i w głębinach kopalni i wód.

Co wniosła nauka polska do badań nad promieniami kosmicznymi?

POLSKIE LOTY NAUKOWE

Wiele przedsięwzięć naukowych zorganizowano dla ustalenia, jak promienie kosmiczne przenikają przez powietrze i wodę. Wiemy już, że temu celowi służyły wzloty stratosferyczne i głębinowe badania podwodne.

Nieliczne natomiast są prace o pochłanianiu promieni kosmicznych przez inne ośrodki i ciała. Badania takie mogłyby zaś przyczynić się do rozświetlenia zagadki, jaką wciąż jeszcze stanowi dla nauki promieniowanie kosmiczne.

Porzucając utarty szlak badań, dokonywanych w wodzie i powietrzu, Ziemecki postanowił ustalić, jak pochłaniane są promienie kosmiczne przez inne ciała: sól.

Polska posiada wspaniałe złoża soli w Wieliczce i Bochni. Nie nadają się one jednak do badań. Dlatego przede wszystkim, że sól przykryta jest z wierzchu grubymi warstwami gliny, ilów, gipsu, piaskowca; ponadto sól ta jest niejednorodna.

Czystą i jednolitą sól znalazł Stanisław Ziemecki w kopalni w Wapnie (woj. Poznańskie). Kopalnia ta jest znacznie głębsza od Wielickiej.

W badaniach swych posługiwał się Ziemecki czystym pyłem, który powstaje w młynie solnym. Z pyłu tego urastały wielkie zwaly, sięgające przeszło 5 m wysokości. W grubym zwale kopano kanały. W ten sposób można było badać, jak promienie kosmiczne pochłaniane są na różnych poziomach.

W innej serii doświadczeń usypywano z pyłu solnego kopce. Z kolei zaś zbadana została ich przenikliwość dla promieni kosmicznych.

W eksperymentach swych użył Ziemecki około 40 tonn materiału.

Okazało się, że promienie znacznie silniej i intensywniej przenikają przez sól, niż przez inne, dotąd zbadane ciała. Doświadczenia Ziemeckiego ukazały wyjątkową przezro-

c z y s t o ś ć i „przepuszczalność“ soli kamiennej dla promieni kosmicznych.

Inne badania Stanisława Ziemeckiego nad promieniami kosmicznymi wiążą się ze zorganizowanymi przezeń lotami naukowymi. W tych lotach sam nie mógł brać udziału, gdyż wymagają one specjalnej sprawności fizycznej, silnego serca i zdrowych płuc. Był natomiast „naukowym patronem“ lotów balonowych, w których uczestniczyli — jego współpracownik dr K. Narkiewicz Jodko i znany aeronauta, kapitan Burzyński.

W pracowni Stanisława Ziemeckiego znajduje się przyrząd, użyty do badań podczas lotów. Przyrządem tym jest tak zwana komora jonizacyjna. Odbyla ona daleką, a raczej — wysoką podróż. Przyrząd umieszczono po zakończeniu obserwacji w drewnianej skrzynce. Stoi ona obok przyrządu na stole pracowni. Niczym nie zdradza, że odbyla podróż na wysokość 10.000 metrów! Aha, jest jeden tylko ślad: boki skrzynki są odrapane w kilku miejscach. Stało się to przy lądowaniu balonu.

Pod stołem w pracowni stoi druga skrzynia, towarzysząca pierwszej podniebnej podróży. Ta skrzynia jest większa. Znajdowały się w niej podczas balonowej ekspedycji baterie elektryczne, niezbędne do funkcjonowania przyrządu pomiarowego i inne przedmioty potrzebne w czasie lotu.

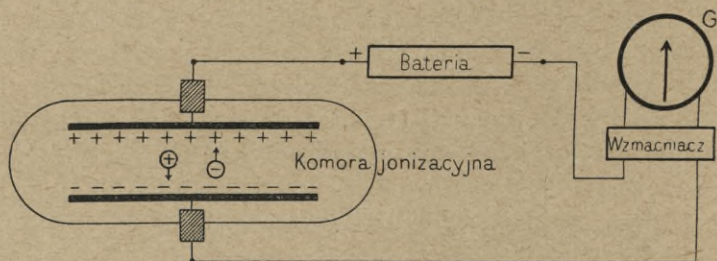
Ta skrzynia, stojąca teraz pod stołem, więcej przeżyła emocyj od swej towarzyszki.

Ważyla 46 kilogramów. Gdy balon osiągnął 10.000 metrów, przestał się wznosić. Nie mógł już iść wyżej. Załoga — w osobach kpt. Burzyńskiego i dra Narkiewicza Jodki — postanowiła tedy ulżyć balonowi. Przyczepiono cztery spadochrony do skrzyni i wyrzucono ją za burtę. Był to dramatyczny moment. Na wysokości 10.000 metrów człowiek jest zupełnie wycieńczony. Każdy ruch okupiony zostaje wielkim wysiłkiem. Ponadto zbytnia ruchliwość grozi osunięciem się

maski tlenowej z twarzy i — uduszeniem. Trzeba było nie lada odwagi, by na tej wysokości wyrzucać ciężką skrzynię.

Skrzynia spadła majestatycznie z nieba. Wylądowała bez szwanku pod Ostrołęką, koło wsi Abramy, ku zdumieniu okolicznej ludności. Do skrzyni przyczepiona była przez lotników kartka z prośbą o odesłanie do Warszawy pod wskazanym adresem.

Profesor Ziemecki otrzymał też telegram od pewnego włościanina: „Przyrząd balonowo-naukowy w moim posiadaniu“. Po pewnych perypetiach skrzynia wróciła do Warszawy i dziś — jak widzimy — skromnie stoi pod stołem.



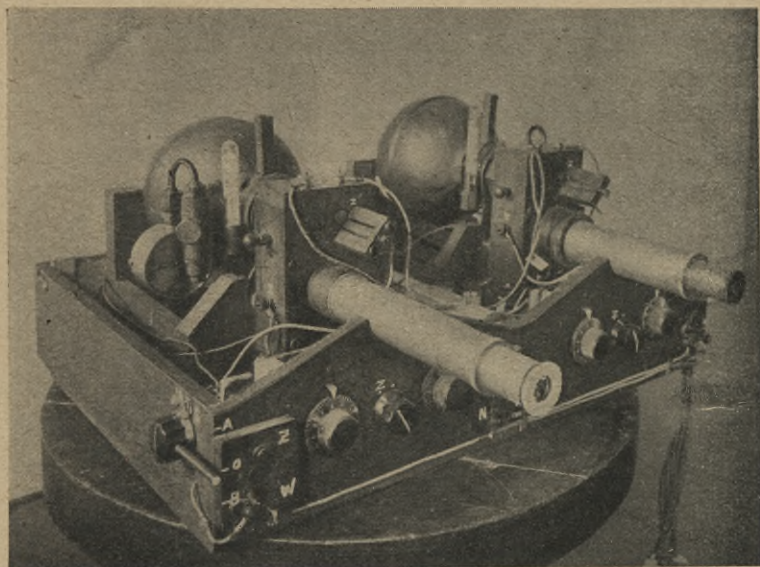
Przyjrzyjmy się z kolei k o m o r z e j o n i z a c y j-
n e j. Przyrząd ten użyty był do pomiarów w czasie lotów.
Służy też profesorowi Ziemeckiemu do badań nad promie-
niami kosmicznymi, dokonywanych w pracowni.

Zasada działania komory jest bardzo prosta. Rysunek przedstawia ją schematycznie.

W metalowej kuli znajduje się gaz. Do kuli przykładamy z zewnątrz dodatnie napięcie elektryczne (np. 150 wolt). Wewnątrz kuli przebiega przewodnik, połączony z elektrometrem.

Co nastąpi, gdy do komory wtargną promienie kosmiczne?

Pod ich wpływem gaz w komorze zostanie zjonizowany. W gazie powstaną cząsteczki dodatnio i ujemnie naelektryzowane, czyli jony.



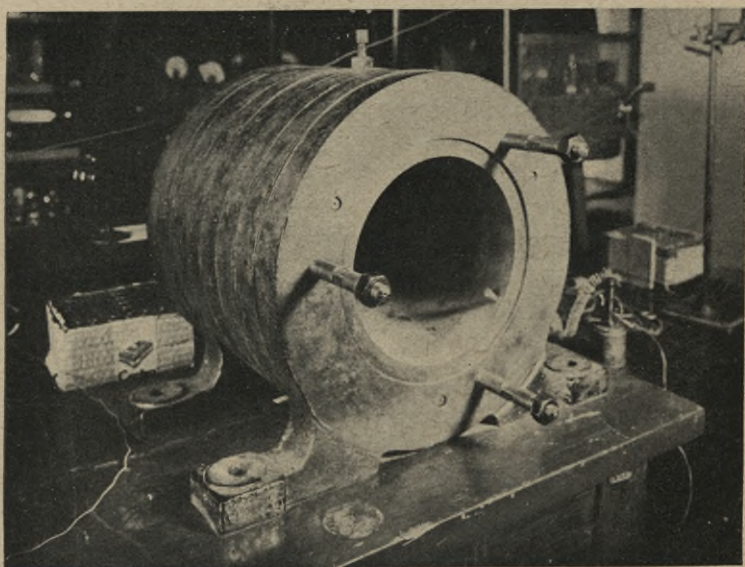
Przyrząd do badań promieni kosmicznych

Ładunki jednoimienne odpychają się, różnoimienne — przyciągają. Jony ujemne i dodatnie będą więc dążyły w przeciwne strony. Ten ruch naelektryzowanych cząstek wytwarza w komorze prąd elektryczny.

Napięcie tego prądu mierzy się elektrometrem. Im silniejsze będzie działanie promieni kosmicznych, tym więcej wytworzy się w komorze jonów i tym silniejszy będzie prąd.

W rzeczywistości przyrząd jest znacznie bardziej złożony. W komorze znajduje się gaz (argon) pod ciśnieniem piętnastu atmosfer. Działanie promieni kosmicznych potęguje się bowiem w tak sprężonym gazie. Wskazania elektrometru — ruchy nitki po skali — obserwowane są przez mikroskop.

W badaniach dokonywanych na obszarze ziemi osłania się cały przyrząd grubym pancerzem z żelaza lub ołowiu.



Pancerz żelazny

W jakim celu? By uchronić komorę przed działaniem promieni ciał radioaktywnych, rozsianych w ziemi. Promienie te nie zdołają przeniknąć przez grubą osłonę pancerną. Nie stanowi ona natomiast przeszkody dla promieni kosmicznych, odznaczających się niepospolitą zdolnością przenikania.

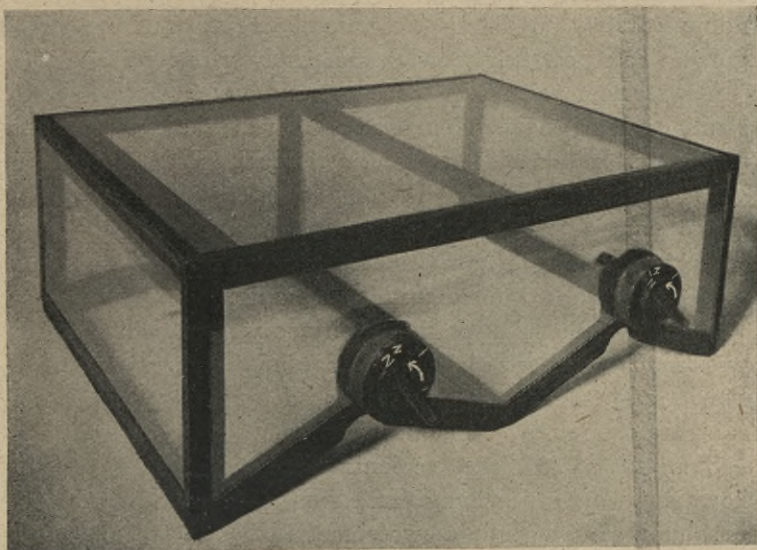
Przystosowanie komory do działania na wysokości 10.000 m wymagało przewyciężenia wielu trudności.

Jak uchronić aparat przed nadmiernym oziębieniem w górnych warstwach atmosfery? W polskich lotach zastosowano oryginalną metodę pomysłu niemieckiego uczonego Regenera.

Aparat umieszcza się w osłonie z celofanu. Błona celofanowa przepuszcza do wnętrza promienie słoneczne. Metalowa kula przyrządu nagrzewa się. Jednak celofan nie przepuszcza promieni podczerwonych, wypromieniowanych przez

kulę. Promienie te zostają jakby uwięzione pod osłoną. Ich energia cieplna nie może uciec i rozproszyć się. Osłona celofanowa przypomina więc swym działaniem okna inspektowe. Przy temperaturze z zewnątrz -60° C osiąga się z łatwością w osłonie celofanowej $+20^{\circ}$ C.

Po ustrzeżeniu przyrządu przed mroźnym powietrzem górnych warstw atmosfery należało sobie zapewnić dokładny pomiar czasu. Do chronometrów użyto — po kłopotliwych próbach i poszukiwaniach — specjalnego oleju nie zamarzającego. Inny smar, użyty do mechanizmu, zostałby w niskiej temperaturze zmrożony i unieruchomiłby oczywiście zegarowy mechanizm. Ponadto umieszczono zegary w specjalnej skrzynce z gorącymi „kompresami“ chemicznymi. Dzięki tej grzejnej skrzynce i nie zamarzającemu olejowi zapewniony był w badaniach pomiar czasu.



Osłona celofanowa

Po przewyciężeniu tych i wielu innych trudności, odbyły się w marcu i czerwcu 1936 r. dwa wzloty balonem otwartym. Kapitan Burzyński pilotował, dr Narkiewicz Jodko dokonywał pomiarów. 29 marca wznieśli się uczestnicy wyprawy podniebnej na wysokość 10.800 metrów. 18 czerwca osiągnęli wysokość około 10.000 metrów. Oba loty w pełni się udały. Zanim opowiemy o ich znaczeniu naukowym, przedstawimy pokrótce dzieje naukowych lotów balonowych.

* * *

Atmosfera, jak płaszcz otaczająca kulę ziemską, dzieli się na dwie odrębne warstwy: troposferę i stratosferę.

Troposfera jest niższą warstwą atmosfery. Powietrze znajduje się tu w nieprzerwanym ruchu. Powierzchnia ziemi, ogrzana promieniami słonecznymi, nagrzewa bowiem z kolei dolne warstwy powietrza. Te stają się lżejsze i unoszą się ku górze. Tak powstają powietrzne prądy pionowe.

Z wzrostem wysokości temperatura powietrzna spada. Od ziemi ogrzewa się bowiem, jak wiemy, stykające się z nią powietrze. Im dalej tedy od powierzchni Ziemi, tym powietrze jest chłodniejsze¹. Ponadto odgrywa tu rolę inne, znane nam z nauki szkolnej zjawisko: prądowi powietrza wznoszącemu się do góry towarzyszy rozprężanie się tego powietrza, a tym samym i oziębianie.

Różnice ciśnień powietrza, panujące w tym samym czasie w różnych miejscowościach, są ogólną przyczyną wiatrów. Powietrze przemieszcza się niejako od punktów wyższego ciśnienia do punktów ciśnienia niższego.

Same zaś nierówności ciśnienia są ze swej strony uwarunkowane wielu przyczynami. Zasadnicza — to nierówność temperatur w różnych miejscowościach.

¹ W granicach troposfery.

Nierównomierne nagrzanie powierzchni Ziemi wnosi zakłócenia w rozkład ciśnienia w kierunku pionowym. To z kolei powoduje — czego łatwo się domyślić — poziomy ruch mas powietrznych.

Ulatniająca się z powierzchni ziemi para wody skrapla się w zimnych rejonach górnych, dając deszcz, śnieg.

Co jest przyczyną skroplenia?

Skrapla się tylko para nasycona. Stan nasycenia osiąga zaś para wodna w powietrzu głównie dzięki oziębieniu (jak wiemy, para nienasycona w temperaturze wyższej może stać się nasycona w temperaturze niższej).

Oziębienie, które przeistoczyć może parę nienasyconą w nasyconą, wywołane być może różnymi przyczynami. Istnieją przeto różne przyczyny skroplenia. A więc:

oziębienie powietrza na skutek mieszania się z powietrzem zimniejszym, gdy mieszają się dwie masy wilgotnego powietrza o różnych temperaturach;

oziębienie powietrza, przemieszczającego się w kierunku od równika ku biegunom, jeśli np. masa powietrza przemieszcza się na naszej półkuli z południa na północ, w okolice zimniejsze;

oziębienie powietrza na skutek rozprężenia. Jest to najpowszejsza przyczyna powstawania chmur i deszczu. Powietrze wilgotne wznosi się ku górze, rozpręża, a przeto — oziębia i następuje skroplenie pary wodnej.

Wszystkie, pokrótce opisane wyżej zjawiska, zachodzące w troposferze, dają w następstwie — wiatry, opady, chmury, burze. Słowem: zmiany pogody.

Troposfera sięga tej wysokości, w obrębie której zachodzą te zjawiska. Toteż grubość warstwy, zwanej troposferą, jest zmienna. Zależy od różnego nagrzewania powierzchni ziemi. To zaś inne jest w każdej porze roku i w różnych obszarach na kuli ziemskiej.

Nad równikiem troposfera sięga 17 kilometrów wzwyż,

nad biegunem 9 kilometrów. W Europie zaś ma około 10 kilometrów wysokości w marcu, a w sierpniu przeszło 11 kilometrów.

Nad troposferą znajduje się *stratosfera*. W stratosferze nie ma prawie prądów powietrznych, nie ma pary wodnej, toteż nie ma tam burz, deszczów, śnieżyc. Panuje tam wieczna, piękna pogoda — pod czarnobłękitnym niebem, na którym jasno błyszczą gwiazdy i oślepiająca tarcza słoneczna.

Człowiek może wznieść się bez specjalnych aparatów ochronnych do 6.000 metrów. Na tej wysokości zaczyna odczuwać brak tlenu. Wyżej — następuje zupełny rozstrój organizmu: omdlenie, krwotoki, śmierć.

Wyposażony w aparaty tlenowe, człowiek może się wznieść do 13—14.000 metrów. Na tej wysokości następuje katastrofa układu oddechowego, paraliż mięśni. Przestają one pracować.

14.000 metrów jest tedy maksymalną wysokością, do jakiej można wznieść się w otwartej gondoli balonu. Do lotów wyższych w stratosferę należy stosować — za przykładem Piccarda — hermetycznie zamknięte, kuliste gondole, przyczepiane do balonu zamiast otwartego kosza.

Pierwsze, wielkie podróże powietrzne dla celów naukowych dokonane zostały przez słynnych fizyków, Charlesa i Gay-Lussaca.

1 grudnia 1783 r. Charles wzniósł się w balonie otwartym nad Paryżem. Osiągnął wysokość 3467 metrów i dokonał pomiaru ciśnienia (500,8 mm) i temperatury ($-8,8^{\circ}$ C).

16 września 1804 r. Gay Lussac wzbił się sam jeden w balonie na wysokość 7.016 metrów! Tę wielką i wspaniałą podróż w górne warstwy atmosfery odbył uczony bez aparatów tlenowych.

W latach od 1862 do 1866 angielski astronom James Glaisher odbył 28 balonowych lotów naukowych, przeprowadzając pomiary temperatury na różnych wysokościach.

W r. 1875 trzech aeronautów francuskich, Croce-Spinelli, Sivel i Tissandier, wzniosło się na balonie do wysokości ponad 7.500 metrów. Aeronauci nie posiadali aparatów tlenowych. Gdy balon dalej wzbijał się w górę i osiągnął 8.000 metrów, załoga straciła przytomność. Nie pilotowany balon szedł coraz wyżej. Wzbił się prawdopodobnie do 8500 metrów i zaczął opadać. Tissandier odzyskał przytomność na wysokości 6.000 metrów. Dwaj towarzysze nie dawali znaku życia. Tissandier zaczął wyrzucać balast, zwalniając w ten sposób szybkość opadania. Balon wylądował. W koszu znaleziono zwłoki dwóch aeronautów. Zginęli przez uduszenie — z braku tlenu.

W r. 1901 podjęli lot w Niemczech meteorologowie Berson i Süring. Wyposażeni byli w aparaty tlenowe. Na balonie „Preussen“ (o pojemności 8400 metrów sześciennych) osiągnęli wysokość 10.800 metrów.

Dopiero po 26 latach pobity został ten rekord. Amerykanin Gray wzbił się czwartego maja 1927 r. na wysokość 12.944 metrów. W drodze powrotnej wyskoczył ze spadochronem na wysokości 2.000 metrów. Czwartego listopada tegoż roku Gray powtórzył lot. Powrócił w balonie — martwy. Nie wystarczyło mu tlenu w drodze powrotnej.

Podobną śmiercią zginął w 1928 r. Hiszpan, Molas. Na balonie „Hiszpania“ osiągnął on wysokość 11.000 metrów. Z notatek aeronauty okazało się, że na wysokości 4.000 metrów zauważył on pewne wady w przyrządzie tlenowym. Usunął je i wzniósł się wyżej.

Molas powrócił na ziemię bez maski tlenowej na twarzy. Balon z tlenem był pusty. Molas zginął przez uduszenie.

Następne loty w gondoli otwartej — to polskie loty kpt. Burzyńskiego i dra Narkiewicza-Jodko.

Wiele lotów zakończyło się, jak widzieliśmy, tragicznie. Zginęli w podróżach powietrznych: Croce-Spinelli, Sivel, Gray, Molas. Naukowe wzloty w otwartej gondoli przedsta-

wiają groźne niebezpieczeństwo dla życia, wymagają odwagi i poświęcenia.

Polskie loty powiodły się szczęśliwie. Podczas pierwszego lotu, w dniu 29 marca 1936 r. kpt. Burzyński i dr Narkiewicz Jodko wzniesli się na wysokość 10.800 m e t r ó w; podczas drugiego lotu, 18 czerwca 1936 — na wysokość około 10.000 metrów.

Polscy aeronauci osiągnęli doskonały wynik. Lot odbywał się na balonie, stosunkowo niewielkim, o pojemności 2.200 m sześć. Taką samą wysokość, tj. 10.800 metrów, osiągnęli — jak to wyżej wzmiankowano — Berson i Süring, lecieli oni jednak balonem o pojemności czterokrotnie niemal większej.

Przez cały cały czas podróży powietrznej kpt. Burzyński i dr Narkiewicz Jodko zachowali przytomność. Dokładne obserwacje były dokonywane jeszcze na wysokości 10 kilometrów. Opanowanie i spokój nie zawiodły młodego badacza, dra Narkiewicza-Jodko, zaprawionego w alpinistyce kierownika polskiej wyprawy wysokogórskiej w Andy (która zdobyła najwyższy szczyt Ameryki, Aconcaguę).

Jakie było znaczenie naukowe polskich lotów?

W ostatnich latach dokonano bardzo wielu pomiarów i badań nad promieniami kosmicznymi. Balony z zamkniętymi gondolami wzbily się do stratosfery. Rekordowe wysokości — bez mała 50.000 metrów — osiągnęły balony-sondy bez pilotów, niosące tylko samoczynne przyrządy.

Liczne te obserwacje przedstawiały jednak pewną niedogodność. Uzyskano cenne dane o natężeniu promieni kosmicznych w wyższych warstwach atmosfery. Dla niższych natomiast warstw obserwacje były bardzo niedokładne. Balony-sondy i balony stratosferyczne przebiegają bowiem troposferę niezmiernie szybko.

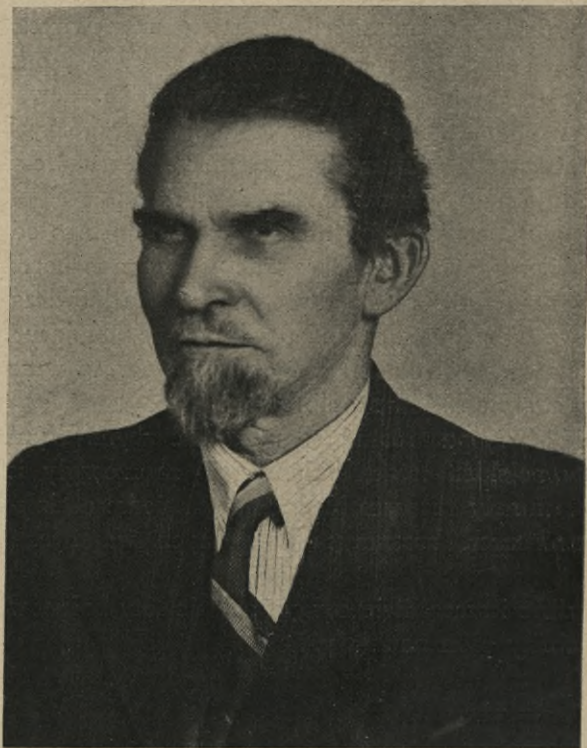
Dane o promieniach kosmicznych w troposferze opierały się głównie na przedwojennych badaniach niemieckiego uczonego Kohlhörstera.

Przed kilku laty jeden z współpracowników Kohlhöstera, G. A. Suckot odbył z jego inicjatywy trzy loty balonem otwartym dla dokonania badań w obrębie troposfery. Wyniki były nieoczekiwane. Dokonywując pomiarów co sto kilkadziesiąt metrów, badacz stwierdził niezwykle fakt: natężenie promieni kosmicznych wzrastało na pewnych wysokościach w sposób nagły i gwałtowny, jakby s k o k a m i. Skoki te były bardzo duże. Zjawisko to dowodziłoby faktu o wielkiej doniosłości naukowej: że w górnych warstwach atmosfery rozsiane są ciała promieniotwórcze i one to powodują nagły wzrost natężenia promieni.

Stanisław Ziemecki nieufnie odniósł się do tego odkrycia. Postanowił sprawdzić je. Obserwacje dokonane bardzo czułym przyrządem w czasie dwóch lotów Narkiewicza-Jodko nie ujawniły żadnych s k o k ó w: polskie pomiary dowiodły, że natężenie promieni kosmicznych wzrasta wraz z wysokością stopniowo i w sposób ciągły.

„Skoki“ były po prostu błędem pomiarowym. Wyniki uzyskane w polskich lotach balonowych zaprzeczyły istnieniu skoków, usunęły zarazem błędne wyobrażenie o ciałach promieniotwórczych, rozsianych w górnych warstwach atmosfery.

Pomyślne i szczęśliwie odbyte polskie loty balonowe przyniosły obfity plon naukowy.



ANTONI BOLESŁAW DOBROWOLSKI

Dzień, w którym matka podarowała młodemu Dobrowolskiemu elementarz i odbyła z nim pierwszą lekcję czytania, przetrwał do dziś w pamięci uczonego, jako wzruszająca uroczystość i święto.

Rodzinie Dobrowolskich dotkliwie dawały się we znaki ciężkie, nierzadko krytyczne warunki materialne. Starszy syn kształcony był w gimnazjum niepojętym wprost wysiłkiem rodziców. Młodszy, Antoni, ukończył szkołkę początkową, poduczył się i przygotował do drugiej klasy gimnazjalnej. W dalszej nauce nie mógł już liczyć na pomoc rodziny. Wyjeżdża do Warszawy. Starszy brat, już wówczas student uniwersytetu, pomaga mu trochę przez pierwsze lata. Potem zdany jest młody chłopiec na własne siły, na własną zaradność.

Dobrowolski, licząc dwanaście lat, musi sam zarabiać na książki, ubranie, utrzymanie i kąpiel mieszkalny.

Dzięki korepetycjom, za którymi uganiał się niezmordowanie i ze zmiennym szczęściem, zdołał Antoni Bolesław Dobrowolski przetrwać w rosyjskiej szkole siedem lat. Pierwsza młodość była tedy najcięższym zmaganiem się z dokuczliwymi warunkami materialnymi.

Istotę bardziej wiotką i słabszą przygniótłby bez wątpienia ciężar nędzy. Czy 12-letni chłopiec, który sam musi wywalczyć sobie chleb — pod groźbą głodu i mieszkania — pod groźbą bezdomności, może jeszcze mieć czas i ochotę na naukę?

Mimo nisko nawisłej zmory nędzy, mimo przedwczesnej, aż nadto przedwczesnej samodzielności życiowej, pierwsza

¹ Część biograficzna jest streszczeniem autobiografii.

młodość Antoniego Bolesława Dobrowolskiego była nie tylko „chmurna“, lecz i „górna“. Nabrzmiała była ambicjami i zainteresowaniami. Głód duchowy sprawił, że młode życie nie skrzywiło się i nie spaczyło pod brutalnym naciskiem nędzy.

Polska młodzież przeżywała wówczas jedyną w swoim rodzaju chwilę. Po całym kraju rozlewa się w osiemdziesiątych latach ubiegłego stulecia szeroki nurt konspiracyjnej działalności. W organizowaniu kółek szkolnych przoduje w zaborze rosyjskim piąte gimnazjum, którego uczniem jest Antoni Dobrowolski.

Aspiracje „kółkowiczów“ były dwojakie. Po pierwsze — zdobyć wiedzę gruntowniejszą od tej, jaką dawała szkoła zaborcza. Po drugie: zaprawiać się do działalności społecznej i niepodległościowej.

Wśród kółkowiczów piątego gimnazjum rodzi się myśl ułożenia przewodnika dla samouków; powstaje też pierwsza inicjatywa s t r a j k u s z k o l n e g o. Inicjatywę tę sparaliżował opór rodziców i dopiero po upływie kilkunastu lat urzeczywistnia ją sławny bojkot szkoły rosyjskiej w r. 1905. Poza murami nienawistnej szkoły zaborczej zakłada młodzież własną, tajną szkołę z wykładami nauk społecznych, humanistycznych i przyrodniczych.

Od klasy piątej począwszy, Dobrowolski należy do najczynniejszych kółkowiczów. Kilkunastoletni chłopiec jest zaprzątnięty poważnymi sprawami, ma szczerze wypełniony czas, ani chwili dosłownie wolnej. Z gimnazjum pędzi na korepetycje, z korepetycyj na zebrania, potem na tajne wykłady, a w nocy czyta, pisze referaty... Oto normalny, a raczej anormalny dzień młodego Dobrowolskiego z owych czasów:

o pół do czwartej opuszcza gimnazjum,

o czwartej już jest po obiedzie i pędzi na korepetycje, trwające do ósmej lub dziewiątej wieczorem,

z „korek“ wraca do domu, by pisać referat kółkowy, przy-

gotować się do wykładów lub też pędzi na zebranie „kółka“, by „dyskutować“ do późnej nocy.

Nazajutrz na godzinę ósmą — do szkoły. Na przerwach obkuwa zadane lekcje. Na matematyce i grece pilnie uważa, na innych lekcjach odrabia ćwiczenia lub pisze wypracowania czy też — o zgrozo — wysypia się po niedospanej nocy... I znów po szkole bieganina zarobkowa, potem — zebrania, dyskusje, lektura, wykłady... I tak dzień po dniu — wytrwale, nieznużenie, z niewyczerpanym zasobem temperamentu i zapamięta.

Rosyjska szkoła, korepetycje, nieznośne a konieczne obowiązki — to była niewola. Kółko, zebrania, samokształcenie — to było własne, swobodne, umiłowane życie. Tamto zajmowało cały dzień do późnego wieczora, dla drugiego pozostawały kradzione i niedosypiane godziny nocne. O wpływie kółek i tajnej szkoły na entuzjastów i gorliwych zapaleńców, do których zaliczał się przede wszystkim Dobrowolski, mówi potem uczoney:

— Rosły nam mózgi, wsiąkała w nas ideowość, rozkwitały uczucia społeczne... Ideowość wsiąkała nam, młodym, w ciało i krew, nie rozumieliśmy wtedy życia bez służenia „idei“, a uczucia gromadzkie, altruizm iście młodzieńczy — z odświętnych, jakimi bywają zwykle, stawały się czymś powszednim, czymś bez dyskusji, samo przez się zrozumiałym“.

W siódmej klasie pisze Dobrowolski dla katalogu rozumowanego biblioteki obszernie streszczenie „Historii cywilizacji“ Buckle'a. W pogoni za „podstawami naukowymi“ wiedzy o świecie ludzkim, młody Dobrowolski rozwija się nad swój wiek; pracuje, uczy się i studiuje — aż do przemęczenia. Gorliwością i wewnętrznym, przyrodzonym głodem wiedzy przoduje „rozfilozofowanej“ młodzieży piątego gimnazjum¹.

¹ Z piątego gimnazjum, z „paczki“ Dobrowolskiego wyszli: dwaj Zakrzewscy, historyk Stanisław i fizyk Konstanty, uczoney chirurg prof. Radliński, twórca spółdzielczości polskiej, Mielczarski, twórca

Działalność konspiracyjna nie wszystkim uszła bezkarnie. Przed samym egzaminem końcowym aresztowano dwóch starszych kolegów Dobrowolskiego (Mielczarskiego i Miklaszewskiego), a w pół roku po zdaniu matury przychodzi kolej na niego samego. Rozpoczyna się nowy okres życia. Trzy lata więzienia. Wiecznie rozbiegany, ruchliwy młodzieniec przeniesiony został nagle w ciasny świat celi więziennej, w obręb czterech ścian, odosobniających od ludzi i życia.

Jednak więzienie miało dobre strony. Brzmi to jak paradoks, ale jest mimo to prawdą. Przede wszystkim poczuł się Dobrowolski w więzieniu wolny od... wiecznych utrapień materialnych, od bezustannej pogoni za zarobkiem, od nużącej bieganiny po wielogodzinnych korepetycjach. Za darmo i bez zachodu — wikt i mieszkanie! Całą dobę dla siebie!

Niespodzianie zrzędzeniem władz zaborczych wyzwolony od codziennej orki, Dobrowolski rzuca się z nieposkromioną żarłocznością na książki biblioteki „Dziesiątego Pawilonu“, powstałej z ofiar społeczeństwa. Na czytaniu, nauce, myśleniu, nie skrępowanym troskami materialnymi, upływa z górą dwa lata śledztwa i czekania na wyrok.

Po wyroku dobrodziejstwo więzienia zmalało znacznie. W karnym petersburskim więzieniu skazanym się było na przymusową pracę przy warsztacie tkackim przez 12 godzin na dobę.

Więzienny tryb życia oznaczał długą, nieprzerwaną samotność, jakże odmienną od dotychczasowego życia Dobrowolskiego. Było ono rozhukane, upływało w gwarze zebrań, dyskusyj i ustawicznego obcowania z towarzyszami. Samotność więzienna sprzyjała rozmyślaniom. Lata więzienne to okres wzmożonego „filozofowania“ i studiów matematycznych, społecznych oraz psychologicznych.

akademii handlowej Miklaszewski, pisarz Daniłowski, poeta Mi-ciński. Kółka rozbudzały żywe zainteresowania naukowe i społeczne.

Takie były dwa pierwsze szczeble życia Antoniego Boleśława Dobrowolskiego: „kółka“ i więzienie.

W „kółkach“ i celi więziennej ukształtował się umysł, który przez całe życie zachować już miał znamiona wówczas nabyte: temperament badawczy i nienasycony głód świata i poznania.

Po opuszczeniu więzienia czeka Dobrowolskiego dwuletnie zesłanie do Tyflisu — „pod ścisły dozór policji“. Odmiana była fatalna. Znow trzeba było zarabiać na życie, uganiać się za korepetycjami, o które było tym trudniej, że musiały być potajemne. Nauczanie było surowo wzbronione Dobrowolskiemu. Jednak nie to było najgorsze. Najgroźniejszy był brak kulturalnego środowiska i ludzi o zainteresowaniach naukowych, brak książek. Po pół roku Dobrowolski spostrzega z przerażeniem, że zapędzony został w ślepą ulicę, w warunki grożące wyjałowieniem myśli i ducha. Czekają go jeszcze półtora roku takiego wegetowania! Potem dwa lata służby wojskowej, oznaczającej dla przestępcy politycznego dwa lata szykan!

Wobec takich horoskopów Dobrowolski ucieka za granicę: z Tyflisu do Zurychu. Zamiast jednak starać się o rychlejsze zapewnienie sobie zarobku i obrać praktyczne studia, Dobrowolski zamierza poświęcić się „czystej nauce“. Wypróbowaną już metodą samouctwa pogłębia swą wiedzę, zwłaszcza w dziedzinie nauk przyrodniczych.

Zurychski okres studiów filozoficznych kończy się wewnętrznym przełomem. Dobrowolski zadaje sobie pytanie: czego dokonał? co ma robić? jaką obrać drogę?

Spostrzegł, że nie ma busoli, która wytknęłaby kierunek w gąszczu interesujących go zagadnień. Od wczesnej młodości dręczyły Dobrowolskiego dwie tajemnice: zagadka świata i zagadka życia. Zdał sobie sprawę, że nie zbliżył się ani na krok do rozwikłania tych zagadek. Z młodzieńczą werwą i zapalem, nie zważając na ogrom zagadnienia, nie wierząc w to,

że jest ono w ogóle nierozwiązalne — chciał Dobrowolski rozwikłać „wszechtajemnicę“ życia i świata. Rozczarowanie do samego siebie było nieuniknione, a bezowocność śmiałych prób — z góry przesądzona. W swym rozpędzie wewnętrznym nie dostrzegał jednak Dobrowolski czekającej go klęski. Postanowił tylko odmienić metody dociekań. Klucza do tajemnicy świata i życia postanowił szukać w nauce ścisłej, a nie w filozofii.

W nauce ścisłej dojrzał wcielenie rzetelności, powagi i odpowiedzialności. Nauka odsłaniała nieprzeczuwane perspektywy i możliwości. Sam w sobie, po kryjomu, nikomu się nie zwierzając, przeżył Dobrowolski walkę wewnętrzną, w której nauka ścisła pokonała zamiłowania filozoficzne. By zbliżyć się do zagadki życia, należało obrać naukę o konkretnej rzeczywistości, o żywych istotach. Dobrowolski wybrał tedy **b i o l o g i ę**.

Na wyborze zaważyła także pewna okoliczność bardzo znamienita. W gimnazjum Dobrowolski uczył się pilnie dwóch tylko przedmiotów: matematyki i greki. Przyrodniczych przedmiotów — z wyjątkiem fizyki — nie nauczano w ówczesnym gimnazjum. Fizyka była podręcznikowa, bez pokazów, bez doświadczeń.

Matematyka imponowała Dobrowolskiemu ścisłością i jasnością. W dowodzie matematycznym widział wzór logicznego rozumowania i myślenia. Niemniejszym zamiłowaniem darzył lekcje języka greckiego. Napozór może się to wydać dziwne i niepojęte, że lekcje greckiego były dla Dobrowolskiego pierwszą nauką... **p r z y r o d y**. Tak, przyrody. Dla ucznia o wrodzonych, utajonych zainteresowaniach przyrodniczych **r o z b i ó r** wyrazu, zdania i układu zdań był pierwszą jakby lekcją anatomii. Nauka o genezie i **r o z w o j u f o r m** gramatycznych była początkową nauką o **e w o l u c j i**. Pozbawiony nauk przyrodniczych umysł tym łaczej chłonał na lekcjach greki pojęcia „budowy“,

„zależności wzajemnej“ i „rozwoju“. Greka stała się w ten sposób namiastką „żywej przyrody“.

Okresu studiów i prac biologicznych nie będziemy tu opisywali. Był on tylko etapem, wiodącym Dobrowolskiego ku właściwej karierze naukowej. Tkwiąc jeszcze w biologii, stęsknił się Dobrowolski za dziedziną, w której władalyby „bardziej naukowe“ metody badań, mniej zależne od indywidualnej obserwacji, mniej zdane na łaskę przypadkowych i mnogich odchyłeń, jakie zachodzą w żywych istotach. Z tęsknoty tej nastąpiło nawrócenie biologa na fizyka. Doświadczenie, obserwacja zjawisk, wykrywanie praw i odczytywanie ustawodawstwa natury — wszystko to zdawało się przewyższać ścisłością, rzetelnością i pewnością wyników dotychczasowe dociekania biologiczne.

Zaczyna się właściwa kariera naukowa Dobrowolskiego w dziedzinie konkretnych nauk fizycznych. W pogoni za ścisłością badań odszedł filozof do biologii i z kolei biolog przestoczył się w fizyka. Jako specjalność obrał Dobrowolski fizykę ziemi czyli geofizykę.

BADANIA NAD CHMURAMI I ŚNIEGIEM

Prace Dobrowolskiego z dziedziny fizyki ziemi obejmują cztery zasadnicze tematy: chmury, lód, zjawiska „halo“ oraz ruch powietrza i wody po nierównościach gruntu. Powinowactwo tych zagadnień jest szczególnie interesujące. Zważmy: przedmioty badań Dobrowolskiego noszą w sobie piętno m o r f o l o g i c z n e¹: chmury, lód, postaci „halo“ — w zjawiskach tych istotne jest pojęcie kształtu. Sam sposób traktowania tematów przez Dobrowolskiego był w pełnym tego słowa znaczeniu morfologiczny. W świecie chmur interesowało go pytanie: czy istnieją „układy“ obłoków, pewne

¹ Morfologia (od greckiego morfe — kształt) w ogólnym znaczeniu jest nauką o kształtach.

formy organizacyjne? W badaniu lodu i zjawisk lodowych nęciły też przede wszystkim uczonego kwestie kształtów. Jak wyżej wspomniano, w latach szkolnych pasjonował się Dobrowolski greką. Rozbiór wyrazu, zdania i układu zdań, nauka o rozwoju form gramatycznych — słowem morfologia języka była dla młodzieńca namiastką nauk przyrodniczych, wiedzy o ewolucji, o formach istot żywych i ich rozwoju. Wiemy, że te zainteresowania utrwalały się podczas studiów biologicznych.

Przetrwały też w dziedzinie geofizyki. Zostawszy geofizykiem, pozostał Dobrowolski morfologiem. Jest w tym zastanawiająca ciągłość i wewnętrzna konsekwencja: poprzez szkolną grekę, uniwersytecką biologię i późniejszą geofizykę przewija się zagadnienie formy, jej narodzin i kształtowania się.

Jak rozwijała się kariera naukowa Dobrowolskiego?

W r. 1897 zorganizowana została belgijska wyprawa naukowa do bieguna południowego¹. Dobrowolski zaciąga się do załogi okrętu „Belgika“, który wiozł ekspedycję naukową. Jednym z członków wyprawy był nikomu wówczas nieznany Roald Amundsen. Dobrowolski, gnany młodzieńczym pragnieniem przygód, znechęcony urokiem dalekiej podróży pod biegun, znalazł się na pokładzie „Belgiki“. Wyrusza, jako zwykły majtek.

„Belgika“ przez okrągły rok uwięziona była wśród lodów podbiegunowych. Dobrowolski proponuje kierownictwu ekspedycji naukowej nowe metody pomiarów i badań. Pomysły jego okazują się bardzo wartościowe. Z majtka awansuje odrazu Dobrowolski na pracownika naukowego. W ciągu roku dokonywa badań i wraca z wyprawy, jako uczonego! Na równi z innymi członkami ekspedycji naukowej otrzymuje zaszczytne odznaczenie od rządu belgijskiego.

¹ Patrz str. 320.

Jedną ze zdobyczy naukowych wyprawy podbiegunowej była praca Dobrowolskiego o chmurach.

W pracy tej najistotniejsze jest zagadnienie kształtu. Kryło się ono w pytaniu: czy w świecie chmur, który jest chaosem form, nie tai się pewien ład i porządek? Czy chmury nie składają się z określonych jednostek-zbiorowisk, z pewnych „systemów chmur“?

Przypuszczenie to zrodziło się u Dobrowolskiego podczas jednej tylko przelotnej obserwacji na Atlantyku, gdy nad głową płynął mały obłok.

Jak potwierdzić przypuszczenie — badaniami? Jaką zastosować metodę badań? Sprawa nie była prosta. Pobieżna choćby obserwacja wskazywała, że ów przypuszczalny „układ chmur“ zajmować będzie najczęściej wielki obszar. Obszar znacznie rozleglejszy od tego, który może być dostrzegany z jednego miejsca. Należałoby więc taki „układ chmur“ obserwować jednocześnie z wielu punktów, czyli utworzyć gęstą sieć stacji obserwacyjnych.

Dobrowolski miał zaś do rozporządzenia — na skutym lodami morzu — jedną jedyną stację: zimującą „Belgikę“. Okiem można było objąć tylko wycinek „układu chmur“. Ale układ zawsze był w ruchu. Chmury płynęły w pewnym kierunku, gnane górnym prądem powietrza. Coraz to nowe fragmenty „układu“ napływały zza widnokregu nad stację. Można tedy było notować zmiany wyglądu z punktu do punktu, czyli zbadać w całej długości — od przedniego do tylnego końca — wstęgę chmur na widnokregu.

Z uwagi na jedyny tylko punkt obserwacji należało bez reszty i najpełniej wyzyskać wszystko, co dało się widzieć. Jak najdalej posunąć ciągłość i szczegółowość spostrzeżeń. Dobrowolski decyduje się wówczas na rzecz dosyć niezwykłą: przez cały rok, codziennie przez dwa naście godzin patrzył w niebo z ołówkiem i notatnikiem w ręku — z półgodziną

tylko przerwą na obiad i kilkunastominutowymi co godzina przerwami na normalne spostrzeżenia meteorologiczne.

Nikt nie obserwował jeszcze w taki ciągły sposób obłoków. Nikt nie był wpatrzony przez cały dzień — w ciągu tygodni i miesięcy! — w niebo. Trzeba było zdobyć się na nie lada wysiłek. Obejmować wciąż wzrokiem całość i widzieć jednocześnie szczegóły, z wytężoną przez cały czas uwagą obserwować grubość i gęstość chmur, ich formy i strukturę. I nie zgubić się przy tym w chaosie szczegółów, umieć dojrzeć pewien ład. Nie paść przy tym ofiarą złudzeń optycznych, zwodniczych zwłaszcza w półmroku nocy polarnej. Nie rozporządzał Dobrowolski przyrządami do pomiarów wysokości obłoków i do ich fotografowania. Oko i busola były jedynymi przyrządami.

Jakiego uporu i wytrzymałości wymagała taka całoroczna praca! Uciążliwość badań znękać mogła najwytrwalszą naturę i zgasić najbardziej nawet wybujałe porywy badawcze! Tymczasem Dobrowolski zamiast dać się pognębić, pokochał swą całodzienną, żmudną orkę i coraz więcej się do niej zapalał!

Był głęboko przeświadczony o wielkim znaczeniu badań chmur dla postępu meteorologii. Narodziny chmur, ich przeobrażenia i śmierć są oznakami najróżnorodniejszych procesów fizycznych, zachodzących bez przerwy w oceanie powietrznym. Dzięki wytrwałej pracy zdołał Dobrowolski zbadać z górą sto chmurowisk i na tej podstawie ustalić pojęcie „układu chmur“. Ważną pomocą był „instykt morfologiczny“, nawyk szukania form, ich przemian i rozwoju.

Praca Dobrowolskiego o chmurach zasługuje na miano pracy naukowej typowo przedwczesnej. Odkrycie pewnego elementu stałości w wiecznie zmiennym świecie chmur, ujawnienie pewnej regularności w pozornym chaosie — nie były to zagadnienia, szczególnie interesujące dla ówczesnej meteorologii. Upłynęło kilkanaście lat od ogłoszenia prac Dobro-

wolskiego o obserwacjach nad chmurami¹ i układach chmur². Wybucho wojna światowa. Przewidywanie pogody staje się dla walczących stron sprawą donioślejszą, niż kiedykolwiek przedtem. Utrudniał je zaś brak informacji pogodowych z sąsiednich krajów. Przyduszeni potrzebą, meteorologowie francuscy szukają innych probierzy pogody. Zwracają wówczas baczniejszą uwagę na chmury, na ich wygląd, kształty i budowę. Wynajdują wtedy nowe pojęcie „układu chmur“. Dokonywują odkrycia, którego przed wielu laty dokonał Dobrowolski. W pracy o systemach obłocznych („Systèmes nuageux“), ogłoszonej w roku 1923, francuscy uczeni uznają Dobrowolskiego za „zwiastuna“, a potem uczeni rosyjscy uznają polskiego uczonego nie tylko za zwiastuna, lecz za „prawdziwego odkrywcę“ układów obłocznych.

Z badaniem chmur wiązały się logicznie badania mgieł lodowych, szronów i śniegu. Należało skorzystać z całorocznego pobytu w krainie, gdzie powszednią rzeczą były opady śnieżne i szronowe osady.

Tak samo jak nie opuszczał przez cały rok nieprzerwanych dwunastogodzinnych obserwacji codziennych każdego obłoku, tak nie opuścił też Dobrowolski żadnego prawie spadku śniegu, żadnej mgły. Tu również zastosował metodę ciągłości badań: obserwował śnieżycę od jej początku do końca, śledził rozwój szronów, póki tworzyły się i narastały. Wyniki spostrzeżeń i badań ujęte zostają w pracy o śniegu i szronie („Neige et givre“).

Te dwa rodzaje obserwacji: chmur oraz śniegu i szronu — wypełniają cały dzień. Gdy nie było co notować z chmur, to zwykle padał śnieg lub osadzał się szron. Nierzadko wypadało nawet jednocześnie notować chmury i śnieg, a wtedy trzeba było dwoić się naprawdę. I tak bez przerwy, dzień po dniu — przez cały rok.

¹ „Observations des nuages“.

² „Note sur les systèmes des nuages“.

Formalne stanowisko majtka dalekie było od rzeczywistego, jakie zajął Dobrowolski w ekspedycji. Podczas postoju okrętu, uwięzionego wśród niezmiernych pól lodowych, majtek przeistacza się w uczonego. Dwuletnia podróż w nieznaną krainę lodów, w tym — rok wędrówki po trzech oceanach i rok pobytu na białej pustyni zamarzonego morza — była w życiu Dobrowolskiego wielkim wydarzeniem. I to nie tylko jako przeżycie. Wyprawa antarktyczna wzbogaciła Dobrowolskiego o doświadczenie, zbudziła i rozwinęła uśpiony dotąd zmysł piękna. Dokonało tego morze. Oto w własnych słowach uczonego utrwalone przeżycia:

— „Zanim jeszcze okręt wypłynął na bezbrzeżny naprawdę ocean Południa, morze było dla mnie już tylko żywiołem, potęgą kosmiczną; przestworzem ciekłego przezrocza; mechanizmem kształtów i ruchów, będącym wiatrów wyrazem i w jeden układ z wiatrami sprzężonym; mechanizmem światła i barw, będącym wyrazem nieba i z niebem jedno tworzącym... Odtąd je pokochałem naprawdę...

Chciałem się go na pamięć nauczyć, całej jego konkretnej rzeczywistości, wszystkich chwil jego życia... — i wszystko to chciałem zrozumieć jako kompleks czynników fizycznych i mechanicznych, czytając wszystko o morzu, co było w naszej bibliotece podróźnej od dzieł teoretycznych, jak Krümmela-Bogusławskiego aż do opisów burz i cyklonów na pełnym morzu i na wybrzeżu, skreślanych lakonicznie ale wymownie przez kapitanów okrętów i obserwatorów w latoraniach morskich. Atoli morze nie tylko własne odsłoniło mi piękno: dało ono początek, otwarło mi bramę na wszystkie światy piękna, nastawiło mnie — niby sieć — na połów wszystkiego, co piękne“.

Potem roztaczają swój chłodny urok wędrownie góry lodowe na falach Antarktyki, obszary kry na morzach przybrzeżnych i w lód zatopione wybrzeża fiordów w okolicach Ziemi Grahama. „Z tych gór, okutych w srebrne pancerze,

tu i ówdzie pęknięte, przebite, pocięte, jakgdyby spod lśniącej bieli wyskakiwały szramy i rany pełne krwi czarnej; z tych czarnych skał, piętrzących się pionem, z których szczytów w białych kłębach wali się w przepaść śnieg z hukiem gromu; z tych przestworzy nieprzejrzanym białym lodów, lśniącym płaszczem spływających ku czarnej toni i tu w odbiciu przedzierzgających się w jakieś marzenia srebrne, w białe migocące baśnie; z tej ciżby kry oslepiająco białej na tle czarnych jak sadze wód; z tych samotnych zamków i świątyń lodowych, co w zacisznych zatokach stały, odpoczywając jakby na kotwicy; z całego tego zamętu blasków i czarnych kontrastów wyłania się jedno zasadnicze wrażenie: niesłychanego majestatu, spowitego w jakąś groźną milczenie. I nie masz w tym majestacie nic ludzkiego, nic bliższego nam, krewnego: żywiły i tylko żywiły, świat ogromnie nam obcy, nie nasz i nie dla nas“... (fragment opisu z „Wypraw polarnych“).

Podróż na dalekie południe była nie tylko wyprawą naukową, lecz nie lada zarazem szkołą piękną. Dobrowolski poznał piękno morza i nieba, wspaniałą architekturę pływających gmachów lodowych, plastykę wody i chmur, nieporównaną rzeźbę mikroskopijnych kryształów śniegu i szronu.

Niemniej odkrywczą, niż praca o chmurach, była następna praca Dobrowolskiego o zjawiskach halo. Tę dźwięczną nazwę noszą plamy, łuki i plamy, malowane przez słońce lub księżyc na chmurach lodowych, białe (z odbicia promieni) lub tęczowo-barwne (z załamania). Z zagadnieniami „halo“ zetknął się Dobrowolski podczas studiowania nowej literatury z dziedziny chmur. Powstawanie obręczy, plam i otoków świetlnych tłumaczyła teoria tym, że w chmurze zawieszony są kryształki lodu. Odgrywają one rolę pryzmatów optycznych lub płaskich zwierciadeł. One przez odbicie lub załamanie światła słonecznego czy księżycowego stwarzają „halo“. W chmurze występują blaszki, igielki i słupki lodu. Od ich

położenia zależą różne formy zjawiska „halo“. Wyłoniło się pytanie: jak spadają w atmosferze kryształki lodu, owe blaszki, igielki i słupki? Jak się układają?



Diagram rozkładu na półkuli nieba zjawisk halo (plam, łuków i kół świetlnych)

Wybitny meteorolog Renou przypuszczał, że dla wytworzenia np. plam przysłonecznych igielki lodowe powinny być sprzężone na jednym końcu z blaszkami, tworząc jakby spadochronik. Czytając o tej hipotezie, Dobrowolski spostrzegł ze zdumieniem, iż Renou wymyślił formę, która nie tylko jest rzeczywista, lecz często występuje wśród kryształów lodowych. W swej pracy o „Śniegu i szronie“ Dobrowolski zwrócił szczególną uwagę na tę formę i dokładnie ją opisał, jako śpiczasty słupek lodu, płaskim końcem spojony z blaszką, a więc o wyglądzie g w o ź d z i a.

Ponadto Dobrowolski wskazał, że kryształki lodowe w kształcie blaszek spadają w położeniu nie pionowym, nie według prawa najmniejszego oporu, lecz spadają w położeniu poziomym, na płask. W swej pracy o śniegu Dobrowol-

ski przytacza na poparcie swej tezy liczne dowody. W bezwietrzną pogodę widywał sam naczynie duże (kilkumilimetrowe) gwiazdki śniegu, jak spadały powoli, wszystkie na płask — z lekkim kołysaniem.

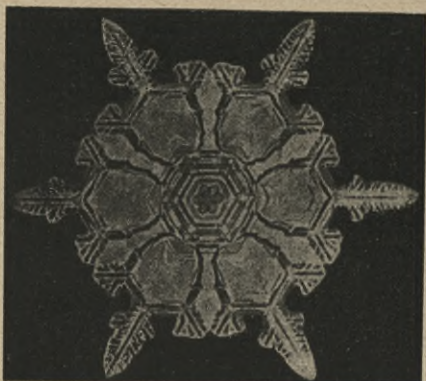
Twierdzenie Dobrowolskiego było sprzeczne z panującą wówczas teorią. Okazało się jednak całkowicie słuszne

w świetle doświadczeń, przeprowadzonych przez jednego z wybitnych uczonych francuskich.

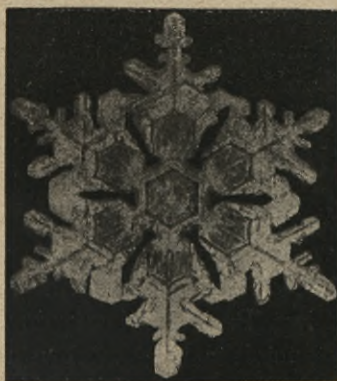
Tak tedy dał Dobrowolski odpowiedź na ważne pytanie, jak układają się podczas spadania kryształki lodu. Z kolei zainteresował się uczony drugim, niemniej ważnym zagadnieniem: jakie jest działanie optyczne kryształków lodu,

owych blaszek, słupków, igiełek, różnych ich odmian i skupień? I w jakiej mierze ten efekt optyczny odbijania lub załamywania promieni może wyjaśnić różne postaci „halo“?

W dociekaniach swych doszedł Dobrowolski do wniosku, że igielki nie tłumaczą zjawisk „halo“. W blaszkach występuje zjawisko odbicia promieni świetlnych. Najważniejszą natomiast rolę w powstawaniu „halo“ odgrywają kryształki



Gwiazdka śnieżna



Misterny klejnot natury



Kryształ blaszkowy śniegu

w kształcie słupków. Dobrowolski zwrócił uwagę na najczęstszy, a zarazem najprostszy rodzaj owych słupków: na „ćwieczki” — słupki z jednego końca płaskie, z drugiego śpiczaste. Od bicie i załamanie światła w tych „ćwieczkach” wyjaśnia wszelkie zjawiska halo.

Teoria Dobrowolskiego wywołała sprzeciwy niektórych uczonych. Protestowali przeciw roli przemożnej, jaką przypisywał owym „ćwieczkom”. Po wielu latach obserwacje potwierdzają jednak tezę Dobrowolskiego. „Ćwieczek” lodowy, sprawca zjawisk halo, staje się słynny i zostaje ochrzczony nazwiskiem Dobrowolskiego.

* * *

Dwuletnia podróż antarktyczna była nie tylko głębokim przeżyciem i cennym doświadczeniem. Była również w życiu Dobrowolskiego odpoczynkiem od... kłopotów materialnych i ciągłego niedostatku. Pieniądze nie były potrzebne ani podczas wyprawy, ani przez dwa lata następne, po powrocie, gdy Dobrowolski uzyskał stypendium rządu belgijskiego aż do chwili wydania swych prac antarktycznych.

Potem znów trzeba było żyć... wytrzymałością organizmu, obniżając do minimum najpierwsze potrzeby. Po pewnym czasie okazało się to wręcz niemożliwe. Przychodzi wówczas, na szczęście, propozycja objęcia stanowiska w nowopowstałym „Międzynarodowym Biurze Polarnym” przy belgijskim Ministerstwie Oświaty. Mimo niechęci do wszelkiego ro-

dzaju posad i pracy biurowej, Dobrowolski musi tym razem przyjąć posadę. Przycisnęła go bieda.

W „Biurze Polarnym“ pozostaje jednak niedługo. W r. 1907 ogłoszono manifest cara Mikołaja II o emigrantach politycznych. Po wielu latach wygnania Dobrowolski powraca do kraju.

Przybywa do Kongresówki. Zaczyna nauczać w polskich szkołach, wywalczonych bojkotem szkoły rosyjskiej. W zawodzie nauczycielskim pozostaje Dobrowolski przez siedem lat — aż do wojny. O podjęciu w owym okresie pracy naukowej w dziedzinie geofizyki nie mógł nawet marzyć.

Pod koniec owego siedmioletnia ktoś namawia Dobrowolskiego do spisania wrażeń z podróży do bieguna południowego. Pomysł ten rozrasta się, wybiega w realizacji daleko poza pierwotny zamiar. Powstaje książka pt.: „Wyprawy Polarne“. Napisana pięknym, niemal poetyckim językiem książka ta odtwarza dzieje wypraw polarnych na przestrzeni wieków i podaje syntetyczny przegląd problemów polarnych, wskazując ich znaczenie dla wiedzy o ziemi. Książka przedstawia dotychczasowe zdobycze naukowe wypraw polarnych, a zarazem braki i luki, czekające wypełnienia.

„Wyprawy Polarne“ wyświadczyły autorowi niespodziewaną usługę. Przypomniały go ludziom. Zainteresowano się losem młodego uczonego. Kasa imienia Mianowskiego przyznała wówczas Dobrowolskiemu stypendium na wyjazd za granicę dla ukończenia studiów nad lodem atmosferycznym. Dobrowolski wyjeżdża do Szwecji. Stypendium było skromne, nie pozwoliło na urzeczywistnienie wielu zamierzeń. Jednak było dla Dobrowolskiego bezcennym dobrodziejstwem. Półtrzecia roku pobytu w Szwecji były okresem wyczerpanej pracy naukowej. W trakcie swych studiów nad formami występowania lodu w atmosferze Dobrowolski zebrał przebogata, jedyną w swym rodzaju kolekcję zdjęć kryształów lodowych: kryształów śniegu, szronu, lodu wodnego i lodowcowego.

Wszystkie te zdjęcia — w liczbie około dwóch tysięcy — Dobrowolski przestudiował, uzupełniając badania własnymi obserwacjami i rysunkami z wyprawy. Pozwoliło to wreszcie sklasyfikować w pełni właściwości lodu, jako kryształu. W r. 1916 Dobrowolski ogłasza pracę pod tytułem „Les cristaux de glace“ (Kryształy lodu).

Praca naukowa w Szwecji, rozpoczęta tym dziełem, rozrasta się z kolei i pogłębia, sięgając daleko poza pierwotne zamierzenia. Dobrowolski objął lód na kuli ziemskiej we wszelkich jego postaciach, jako jedną wielką całość, jako istną powłokę globu czyli „kryosferę“ — wszędzie obecną: w powietrzu (śnieg, szron), na ziemi (szata śnieżna, lodowce), na wodzie (góry lodowe). Dobrowolski postanowił stworzyć odrębną naukę „kryologię“, obejmującą wszystkie badania lodu i zjawiska lodowe. Na plan pierwszy wysuwała się potrzeba ujęcia w jedną, możliwie pełną całość wszystkich dotychczasowych badań nad lodem wszelkiego pochodzenia i wszelkiej postaci.

Zadanie było nie łatwe. Należało przestudiować, opanować, uporządkować ogrom materiału. Powstała księga, złożona z piętnastu rozdziałów, opisująca lód ze wszystkich stanowisk; „Historia naturalna lodu“ jest nie tylko najwszechstronniejszą książką o lodzie, lecz książką o ogólnych prawach natury, ukazanych na przykładzie jednego ciała: lodu. W trakcie pracy nad „Historią naturalną lodu“ rodzi się szereg nowych koncepcyj i przyczynków naukowych włączonych do tysiącstronicowej księgi. Oryginalne są tedy przyczynki o wydmach i zaspach śniegowych, o gradzie, o klasyfikacji skał lodowych.

Rękopis „Historii naturalnej lodu“ długo czekał na wydanie. Dopiero po sześciu latach, w końcu 1922 r., znalazły się fundusze. Rękopis napisany był w 1916 r. Należało teraz dokonać zmian, poprawek i uzupełnień, uwzględniających osiągnięcia naukowe i badania, jakie przeprowadzono na

przeżyciu sześciu lat, od 1916 do 1922. Rękopis został niemal cały przerobiony.

W owym okresie Dobrowolski znów jest uwikłany w trudności materialne. Kwestie zarobkowe zawsze były dlań kwardaturą koła. Z beznadziejnego położenia ratuje Dobrowolskiego posada w... Pocztowej Kasie Oszczędności. Zostaje urzędnikiem IX kategorii i przez dziesięć miesięcy pracuje w biurze załatwiania reklamacyj klientów P. K. O. Przez rok bezmała siedząc nad czekami i zażaleniami klientów, znajduje jednak Dobrowolski czas na napisanie w biurze — między jednym, a drugim „aktem“ — pracy o ruchu wody i powietrza po nierównościach gruntu. („Mouvement de l'air et de l'eau sur les accidents du sol“).

Tymczasem ukazuje się (w 1923) „Historia naturalna lodu“. Spełniła ona tę samą mniej więcej rolę, co „Wyprawy Polarne“. Książka o lodzie przypomniła ludziom autora i znów zainteresowano się losem uczonego. Proponują mu objęcie stanowiska w Państwowym Instytucie Meteorologicznym. Z urzędnika IX kategorii „awansuje“ Dobrowolski na kierownika P. I. M. Pozostając od 1927 do 1929 na stanowisku dyrektora P. I. M. Dobrowolski zakłada dwa nowe ośrodki badawcze: Obserwatorium Morskie w Gdyni, związane z żegluga morską oraz Obserwatorium Aerologiczne w Jabłonie, gdzie bada się warunki panujące w górnych warstwach atmosfery.

W r. 1929 zakłada Dobrowolski pierwsze w Polsce Towarzystwo Geofizyczne. Potem staje się inicjatorem Polskiego Obserwatorium Seismologicznego dla badań trzęsień ziemi. Obserwatorium to wypełni poważną lukę, jaką tworzył obszar Polski w europejskiej sieci seismograficznej.

W KRAINIE WIECZNYCH ŚNIEGÓW

Laboratorium Dobrowolskiego? Pierwszym i najważniejszym była... bezbrzeżna, biała pustynia lodowa pod biegunem. Tam dokonał uczonej ważnych odkryć.



„Belgika“ wśród lodów

W pierwszych dniach marca 1898 r. okręt ekspedycji polarnej — „Belgika“ — uwięziony został wśród lodów, o dziewiętnaście stopni od bieguna. Nastąpił okres regularnej pracy. Przede wszystkim należało codziennie określać położenie statku, długość i szerokość geograficzną, aby dokładnie wiedzieć, z jakich punktów globu pochodzą obserwacje naukowe. Pole lodowe, w którym uwięziona została „Belgika“, nie sta-



Torowanie drogi okrętowi

nowiło bowiem nieruchomego obszaru. Posuwało się, gnane wicherami. Były to co prawda ruchy w wąskich granicach, lecz istotne dla ścisłych pomiarów.

Przez trzynaście miesięcy postoju na pustyni lodowej ekspedycja prowadziła bez przerwy badania nad stanem atmosfery za dnia i w nocy, nad chmurami, nad śniegiem i szronem, nad magnetyzmem ziemskim (podbiegunowym), nad zjawiskami świetlnymi (zorce polarne!).

Pewne pojęcie o tym laboratorium pracy badawczej Dobrowolskiego dadzą fragmenty opisów, które przytoczymy z „Wypraw Polarnych“:

— ...Biała pustynia bezbrzeżna drga cała we wszystkich punktach, drga blaskami rozżarzonego srebra, tryskającego spod pocałunków słońca. Od blasków tych oczy, nie osłonięte ciemnym szkłem, krwią napływają i puchną. Wtedy to widać we wszystkich szczegółach całą twarz puszczy lodowej,



Wysepka antarktyczna

każdą rzeźbę wichrów, każdy ślad bitwy lodów: i te doły, jamy, parowy, pazurem orkanu wydrapane; i te zaspasy potężne, odwilżą i gołoledzią w łańcuchy skał stężałe...

...,Bywały nie dnie, a całe tygodnie, gdy świat naprawdę zamierał. Niebo i słońce — zasłonięte bez przerwy szarym mglistym płaszczem jednostajnym; białość śniegów rzucała się na ten płaszcz, tworząc zabarwienie niepewne, białawe; sam płaszcz ciskał na puszcę lodową swój szary cień, zrównywał, zamazywał wszystkie jej szczyty i guzy i przeobrażał ją w płachtę, jak on — szarawą, mglistą, jednostajną. Linia widnokreśgu znikala i niebo przechodziło nieuchwytnie w niczym od niego nie różniącą się równinę. Jest to szczyt monotonii, martwoty. To jest naprawdę pustynia. Sahary mają zawsze, każdej chwili swe niebo i swą ziemię... Tu — nic: ani nieba, ani ziemi — jednostajna szarość. Wtedy jest to naprawdę pustynia nad pustyniami...“

„Nareszcie nadeszło lato. Lato, jak tęga polska zima!... Wprawdzie przez miesiąc słońce nie opuszcza widnokreśgu nawet o północy. Wprawdzie po tym wiecznym dniu ma się dopiero o północy cudne zachody i wschody słońca, a później przepyszne zmierzchy i świty, w jedną godzinę północną



Góra lodowa

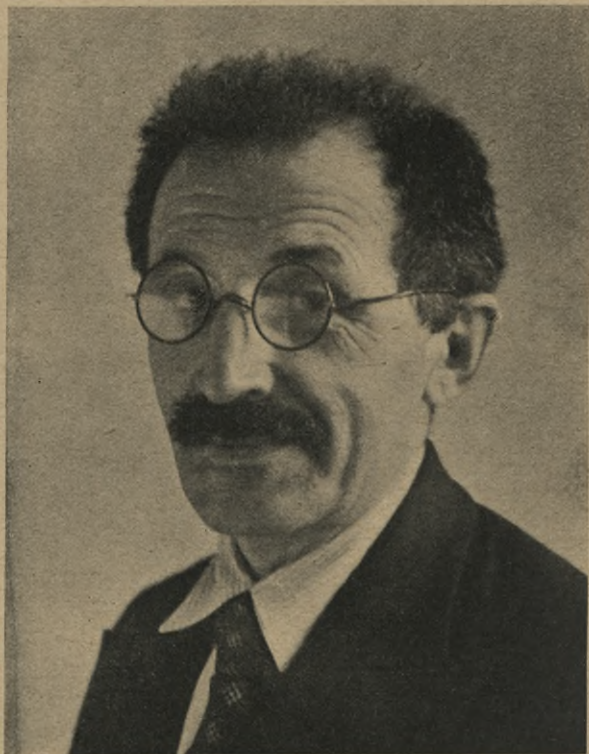
zlane, prawdziwe orgie ogni i barw; wprawdzie i potem jeszcze dość długo panują denerwujące, błędne i bezsenne „białe noce“, tonące w szarawej jaśni. Ale w tym bogactwie, w tej rozrzutności światła lody nie pękają, nie topnieją! Nawet pokrywa śniegowa z wierzchu jedynie ściera się i mięknie, by w mróz stwardnieć jeszcze mocniej. Chociaż od nieustannych promieni, odbitych od białego lustra lodów, twarz opala się jak w największe upały, jednocześnie mrozi ją wciąż zimna, do zimnych przestworzy przytulona atmosfera, a wicher odmraża nosy i uszy, co jednocześnie od słońca brązowieją“...

I tajemnicze ognie zórz południowych wśród nocy polarnej, trwającej miesiąc bez brzasku i bez zmierzchu. Owe „draperie z płomieni“, na których faluje przepych ognia. Ognie żywych i barwnych: „na chwilę ciche, zastygłe, nagle zadrgają, zafalują, zawirują, jak gdyby wściekłą

burzą miotane. Istne symfonie płomieni, płomieni zim-
nych“.

* * *

Wśród takiego pejzażu lodowej pustyni dokonał Antoni
Dobrowolski swych odkrywczych badań w świecie chmur,
śniegu i szronów.



LUDWIK WERTENSTEIN

W r. 1904 rozpoczyna Ludwik Wertenstein studia matematyczne na Uniwersytecie Warszawskim. Niedługo miały one potrwać. W lutym r. 1905 Wertenstein porzuca uniwersytet — po słynnym wiecu szkolnym, na którym zapadła decyzja bojkotowania uczelni rosyjskich. Miesiące od lutego do grudnia 1905 r. upłynęły w bezczynności. Jednak odegrały rozstrzygającą rolę w życiu przyszłego uczonnego. Zaważyły na ukształtowaniu się późniejszej kariery naukowej, której dzieje są bardzo znamienne. Ukazują one krętą i zawiłą drogę, która zawiodła Wertensteina ku pracy naukowej. Na drodze tej nie jeden raz się potknął, załamał i pogрузzył w zupełnej depresji, by nagłym wysiłkiem podźwignąć się i tym uporczywiej dążyć do wytkniętego celu.

W szkolnych latach Wertenstein nie żywił bynajmniej szczególnego zamiłowania do fizyki. Odznaczał się wielostronnymi uzdolnieniami. Nauka przychodziła mu łatwo. Przez pewien czas darzył żywym zainteresowaniem filologię klasyczną. Potem nastąpił okres zainteresowania historią. To znów — pod wpływem prądów, nurtujących ówczesną młodzież — zaczął studiować z zapałem ekonomię i socjologię. Po ukończeniu zaś szkoły wstąpił na wydział matematyczny. Trudno chyba o wymowniejszy przykład wielostronności i zmienności zainteresowań.

Jaką drogą dotarł tedy Wertenstein do fizyki?

Było w nim zawsze silnie rozwinięte zamiłowanie do abstrakcji, do uogólnień, ogniskujących w sobie rozległe problemy. Od najwcześniejszej młodości odznaczał się też zawsze wrażliwością na piękno zarówno rzeczy, jak zjawisk na-

tury. Zmysł artystyczny kazał mu zawsze podziwiać i zachwycać się pięknem utworów literackich.

I oto przypadkowo wpada w ręce młodego Wertensteina książka znakomitego fizyka angielskiego Maxwella. Nosiła tytuł „Treaties on electricity and magnetism“ czyli „Rozprawy o elektryczności i magnetyzmie“. Książka ta rozbudziła w Wertensteinie nowe ambicje. Przemówiła do jego wyobraźni rozległością zagadnień i piękną formą literacką.

— Książka ta była dla mnie wówczas zbyt trudną lekturą — mówi dziś uczony. Nie miałem dostatecznego przygotowania, aby zgłębić i pojąć wywody matematyczne i fizyczne. Sam język książki sprawiał mi też niemało kłopotu. Moja znajomość angielskiego była niedostateczna. I właśnie dlatego, że dzieło Maxwella było zbyt trudne, że stało tak powyżej mnie, wydało mi się ideałem, rozniecilo we mnie entuzjazm i żarliwe pragnienie, by zgłębić tajemnice fizyki.

Książka angielskiego fizyka odegrała decydującą i przełomową rolę. W walce z przeciwnościami, jakimi najeżona była lektura Maxwella, narodziła się pasja Wertensteina do fizyki. Trudności, jakie przedstawiała angielska książka, nie tylko nie zraziły nieprzygotowanego młodzieńca, lecz wręcz przeciwnie — rozbudziły w nim twarde i stanowcze postanowienie zdobycia tego, co było tak trudne i niedosiężne.

By w części choćby wypełnić wolny czas, Wertenstein zaczął uczęszczać do pracowni fizycznej, utworzonej przy Muzeum Przemysłu i Rolnictwa przez profesora Stanisława Kalinowskiego.

Tego samego roku, w którym Clerk Maxwell pchnął entuzjastycznego czytelnika swej książki ku fizyce — opuszcza Wertenstein kraj. W grudniu 1905 r. wyjeżdża do Paryża na wyższe studia. Pokonać musi przede wszystkim trudności językowe. Spóźniony przyjazd sprawia, że na Sorbonę może na razie zapisać się tylko jako wolny słuchacz. Studentem zostaje dopiero w następnym roku.

Ówczesne jego zamiłowania do fizyki były zupełnie swojej natury. Wyobraźnię kusilo piękno zarówno samych doświadczeń, jak i badanych zjawisk. Nieodparty był urok walki o nowe prawdy i sięganie w głąb zjawisk.

Mało natomiast, prawie wcale nie znał Wertenstein fizyki od strony technicznej. W gimnazjum, do którego uczęszczał, nieznanymi były przyrządy, pokazy, pomoce szkolne, które dziś tak ułatwiają naukę fizyki.

Jakkolwiek był wtedy jednym z najlepszych studentów, okazał się w laboratorium bardzo miernym pracownikiem. Niezręcznością swą wzbudzał nawet śmiech kolegów-Francuzów. (Dla nich doświadczenia były łatwe i proste dzięki wprawie, uzyskanej w szkole średniej).

Tak zemścił się przeskok od entuzjazmu książkowego do prozy czterech ścian laboratoryjnych. Stało się to zarazem źródłem wielu upokorzeń.

Trudności sprawiły jednak, że młody student postanowił zająć się właśnie... fizyką eksperymentalną, choć przyjechał do Paryża z projektem studiów raczej teoretycznych.

Wyniki pracy laboratoryjnej okazały się niefortunne. Oto jedna z ówczesnych „tragedii nieudolności“. Dla wyznaczenia masy litra wody należało zmierzyć objętość litrowej kolby szklanej. Zamiast napęścić kolbę — jak należało — wodą, Wertenstein użył... rtęci. Postąpił tak w przesadnej troskliwości o dokładność pomiaru. Użył kilku kilogramów rtęci. Kolba, oczywiście, pękła.

Próby eksperymentalnej pracy nie powiodły się. I oto pewnego dnia, gdy zadanie laboratoryjne okazało się ponad siły, student powziął rozpaczliwą decyzję: w zupełnej desperacji opuścił laboratorium i postanowił nigdy nie wrócić.

Przeżywa okres głębokiej depresji. Od chwili swej decyzji w marcu — do końca roku trwało wewnętrzne załamanie. Potem nastąpiło nagłe odprężenie. Wzmogło się postanowienie, by przełamać za wszelką cenę trudności eksperymentalne.

Po uzyskaniu licencjatu Wertenstein wstępuje do laboratorium Marii Skłodowskiej-Curie w 1908 r. Na rok ten przypada początek systematycznej pracy naukowej. Był to zarazem rok przełomowy. Oto bowiem w laboratorium Skłodowskiej-Curie zaczyna od razu Wertenstein świetnie pracować. Jak za dotknięciem różdżki czarodziejskiej następuje nagle odmiana.

Może zaważyło tu owo przełamanie się i odprężenie wewnętrzne, które zakończyło przygnębiający, roczny bez mała okres depresji? Może odegrało rolę nabyte już jednak w przewyciężaniu trudności przygotowanie? A może wpływ wywarła przede wszystkim atmosfera laboratoryjna, bliska obecność geniuszu odkrywcy radu?

Pięć lat pracował Wertenstein w laboratorium Skłodowskiej-Curie. W 1913 r. otrzymuje doktorat. Tegoż roku rozpoczęto w Warszawie organizować laboratorium radiologii. Skłodowska-Curie delegowała wówczas do Warszawy dwóch najzdolniejszych pracowników swego laboratorium, Danysza i Wertensteina.

W listopadzie 1913 r. warszawska Pracownia Radiologii była już czynna. Od tej chwili działalność naukowa Ludwika Wertensteina została ściśle związana z tą placówką.

Danysz, jako obywatel francuski, powrócić musiał w 1914 r. do Francji. Poległ na polu walk w pierwszym roku wojny.

Wyłączne kierownictwo pracowni musi tedy objąć Wertenstein. Złe czasy nastąpiły po wojnie dla placówki badawczej. Dotkliwie dawał się jej we znaki brak funduszy. Kierownik zrzekł się wówczas pensji i od tej chwili — a więc przez lat bez mała dwadzieścia — nie pobiera jej. Bezinteresowność i ofiarna praca nie tylko ratują byt placówki, lecz i zapewniają jej dalszy, nieprzerwany rozwój.

W r. 1923 uczony zainteresował się bliżej własnościami bardzo rozrzedzonych gazów. Stosowanymi do nich metodami postanowił badać emanację radu, czyli radon. Przy ba-

daniach tych występują niezwykle niskie ciśnienia gazu i mimo czułych metod i manometrów trzeba było rozporządzać kilkuset miligramami radu, by osiągnąć pewne wyniki. Uczony nie posiadał takiego zasobu. Wyjeżdża do Paryża, by w laboratorium Skłodowskiej-Curie wykonać zamierzoną pracę. Nie powiodła się jednak. Wertenstein dokonał jej dopiero w Cambridge, dokąd pojechał na dwa lata dzięki stypendium Rockfellerera. Wyznacza ciężar cząsteczkowy radonu za pomocą nowych zupełnie metod, stosowanych dotąd tylko do bardzo rozrzedzonych gazów. Po powrocie z Anglii Wertenstein nadal prowadzi badania nad radonem.

Po odkryciu „sztucznej promieniotwórczości“¹ przez córkę Skłodowskiej-Curie, Irenę Joliot i jej małżonka Fryderyka Joliota, poświęca się całkowicie Wertenstein nowej dziedzinie: od roku 1934 podejmuje badania nad zagadnieniami fizyki jądrowej i przemiany pierwiastków.

Irena Joliot-Curie odkryła wspólnie z mężem pierwsze trzy sztuczne pierwiastki promieniotwórcze: radiofosfor, radioazot, radioglin.

W pracowni profesora Wertensteina narodziły się dwa nowe radiopierwiastki: radiofluor, powstający z azotu, i radioskand, powstający z potasu.

ALFABET PROMIENIOTWÓRCZY

Promienie alfa, beta, gamma... Protony, neutrony, elektrony...

W pracowni profesora Wertensteina będą obijać się bez przerwy o nasze uszy te nazwy, odgrywające rolę szyfru czy alfabetu w badaniach uczonego i jego rozmowach z współpracownikami.

Nim wstąpimy tedy do pracowni uczonego, zawrzyjmy znajomość ze światem tych śpiewnych i dźwięcznych nazw.

¹ Patrz str. 337.

Nie będziemy kusili się oczywiście o znajomość gruntowną, a o taką tylko, która uchyli nam furtki i pozwoli rzucić okiem w tajemniczą dziedzinę rozbijania atomów i przemiany pierwiastków.

Otwórzmy tedy elementarz promieniotwórczy...

Prawie aż do końca XIX stulecia uważano atom wodoru, najlżejszy z atomów, za najmniejszą z istniejących cząstkę materii. Nie lada tedy było sensacją naukową, gdy uczeni obwieścili o istnieniu cząstki materialnej, niosącej ujemny ładunek elementarny i około 2.000 razy lżejszej od atomu wodoru!

Te cząstki materii, tylekroć lżejsze od atomu wodoru, otrzymały miano elektronów.

Rad, jak wiemy, wysyła, wyrzuca z siebie samorzutnie trzy rodzaje promieni: alfa (α), beta (β) i gamma (γ).

Otóż promienie beta są niczym innym jak strugami, rojami elektronów. Te roje elektronowe pędzą z szybkością, wahaając się od 30 do 99,8 proc. szybkości światła! Osiągają tedy w pewnych wypadkach szybkość niemal równą szybkości światła, to jest 300.000 kilometrów na sekundę.

Tak prezentują się „w jednej osobie“ elektrony i promienie beta.

Ciała promieniotwórcze wysyłają oprócz promieni beta takie również promienie, które w polu magnetycznym odchylone zostają w kierunku przeciwnym niż promienie beta. Skoro beta niosą tedy ładunki ujemne, to przeciwnie odchyłające się promienie, nazwane alfa, nieść muszą ładunki dodatnie.

Ponadto: odchylenie promieni alfa jest o wiele słabsze niż promieni beta. Wniosek wypływa stąd prosty: masa składających je cząstek jest znacznie większa od masy elektronów. Odchylenie jest bowiem silniejsze naturalnie, im lżejsza jest cząstka, na którą działa pole magnetyczne.

Prędkość cząstek alfa waha się od 5 do 7 proc. prędkości światła, a więc jest znacznie mniejsza niż prędkość promieni

beta. Masa zaś cząstki alfa jest czterokrotnie większa od masy atomu wodoru.

W przyrodzie występuje jednak pierwiastek chemiczny, którego ciężar atomowy wynosi 4. Jest to mianowicie gaz $h e l$, używany jak wiadomo do napełniania sterowców. Nasuwało się zatem przypuszczenie, że cząstki alfa są identyczne z atomami helu.

W r. 1903 uczeni Ramsay i Soddy potrafili istotnie stwierdzić, że ciała promieniotwórcze (np. rad, tor) mogą wywiązywać hel. Po raz pierwszy stwierdzono wówczas, że pewien znany już pierwiastek — powstaje z innego pierwiastka. Rutherford zdołał następnie wykazać bezpośrednio, że z cząstek alfa tworzy się hel.

W wiązce promieni, wysłanych przez ciała radioaktywne, wyróżnić się daje trzeci odrębny rodzaj promieni: gamma (γ). Jakościowo są one identyczne z promieniami rentgenowskimi.

Po zawarciu pobieżnej — siłą rzeczy — znajomości z trzema odrębnymi gatunkami promieni, przyszła kolej na sprezentowanie Jego Podzielnej Mości Atomu.

Atomy w XIX wieku uchodziły za niepodzielne. Pojawiły się jednak fakty i zagadnienia, które zmusiły fizyków do podziału niepodzielnego i do odróżnienia w atomie różnych części.

Doświadczenia, dokonane za pomocą pięknego i pomysłowego przyrządu — komory Wilsona¹, która czyni „widzialnymi“ atomy, narzucały nieodparty wniosek: każdy atom musi posiadać jądro, dodatnio naładowane.

Jądro atomu...

W umyśle laika powstaje odruchowe skojarzenie biologiczne — pisze w „Pochwale fizyki“ profesor Wertenstein. Każdy z nas wie o istnieniu jądra komórki, owej najistot-

¹ Patrz str. 348.

niejszej części komórki. Uszkodzenie jądra jest jak wiadomo znacznie dotkliwsze dla żywej komórki, niż uszkodzenie zewnętrznej części. Toteż jądro ukryte jest we wnętrzu komórki: ze względów bezpieczeństwa (jak stolica w centrum państwa).

Analogia z jądrem komórkowym ma wiele trafnych cech. Przekonamy się, że jądro atomowe odgrywa rozstrzygającą rolę w życiu i śmierci atomu, jest siedliskiem jego indywidualności.

Atom jest na zewnątrz obojętny elektrycznie. Dodatni ładunek jądra musi tedy być zrównoważony przez elektrony, które jako cząsteczki ujemnie naładowane, podlegają naturalnie przyciąganiu ze strony dodatniego jądra.

Na elektrony, krążące wokół jądra, działa siła dośrodkowa, wywarta przez jądro, na jądro zaś wzajemne przyciąganie, pochodzące od elektronów.

Model atomu, do którego doszliśmy w ten sposób, został podany w 1911 r. przez Rutherforda. Można według niego przyrównać atom do miniaturowego układu planetarnego. Jądro gra rolę słońca.

Atomy różnią się między sobą liczebnością orszaku elektronów. Obojętny elektrycznie atom węgla może np. utrzymać orszak złożony z sześciu elektronów. Ładunek dodatni jądra równoważy sześć elementarnych ładunków ujemnych. Każdy atom, który może zatrzymać przy sobie sześć elektronów — jest atomem węgla. Wszelkie inne określenie atomu węgla jest zbędne.

Podobnie atom o siedmiu elektronach jest azotem, o ośmiu elektronach — tlenem.

W naturze spotykamy wszystkie — z nielicznymi wyjątkami — liczby od atomu o jednym elektronie do atomu o 92 elektronach. Tym „najzasobniejszym“ w elektrony atomem jest uran.

Atom zaś najbiedniejszy, o jednym tylko elektronie — to atom wodoru.

Pewne wyobrażenie o wielkości, a raczej małości atomów daje pomysłowe porównanie, użyte przez znakomitego fizyka, Artura Haasa w książce „Zasady fizyki“.

Wyobraźmy sobie globus taki, jakiego używamy do zajęć szkolnych — o średnicy wynoszącej około pół metra.

Przypuśćmy teraz, że potrafilibyśmy wykonać ten globus tak precyzyjnie i dokładnie, iż można byłoby odtworzyć na nim we właściwej skali nawet wszystkie drzewa owocowe, rosnące na ziemi. Modele niewielkich owoców, jak np. wiśni miałyby wówczas rozmiary rzeczywistych atomów; lecz dopiero modele najdrobniejszych ziarenek pyłu, dostrzegalnych jeszcze gołym okiem, miałyby w tym niesłychanym pomniejszeniu wielkość rzeczywistych jąder atomowych.

Rozpędzone wokół jądra elektrony tworzą powłokę elektronową. Skoro jądro przyrównaliśmy do stolicy państwa atomowego, to elektrony odgrywają niejako rolę urządzeń obronnych, strzegących stolicy.

Jak poprzez te urządzenia obronne wdrzeć się do stolicy? Czyli: jakimi pociskami trafiać w jądro? To jest właśnie jedno z głównych zainteresowań i zajęć f i z y k i j ą d r o w e j. Za chwilę zobaczymy, jakiej potrzeba artylerii, by poprzez osłonę elektronową wystawić pod ostrzał jądro.

Po raz pierwszy udało się zaatakować jądro Rutherfordowi.

Promieniotwórczość radu¹ jest, jak wiadomo, samorzutna i spontaniczna. Nie poddaje się żadnym wpływom zewnętrznym, nie zależy od żadnych wysiłków woli ludzkiej i zakusów uczonych. Rozpad atomów radu jest procesem samorodnym, na który nie mamy żadnego wpływu.

Niemalą tedy sensacją w świecie nauki stał się fakt rozbicia atomu na drodze s z t u c z n e j. W r. 1919 Ruther-

¹ Patrz rozdział o Marii Skłodowskiej-Curie, str. 109.

ford zmusił do rozpadu atom azotu. Skierował nań znane nam cząstki alfa i pod wpływem tego „bombardowania“ z jąder azotu wyrzucone zostały elementarne jego składniki, tzw. p r o t o n y.

Jądro bowiem mimo swej maleńkości jest cząstką złożoną. Składa się mianowicie z jąder najlżejszych. Są to tzw. p r o t o n y. (Najlżejsze jądro ma atom wodoru. Protony są więc jądrami wodorowymi).

Wyzwolenie protonów z jąder azotu, dokonane przez Rutherforda, było niepowszednim sukcesem: po raz pierwszy dokonano bowiem r o z b i c i a a t o m u na drodze sztucznej.

Protony nie wystarczają jednak do wyjaśnienia budowy jądra.

Do r. 1932 uważano za jedyne podstawowe elementy materii i konstrukcji atomu — ujemny elektron i dodatni proton.

Z początkiem tego roku Chadwick odkrył, że pod wpływem bombardowania cząstkami alfa pierwiastek beryl wyrzuca z siebie cząstki o naturze dotąd nieznannej. Były to cząstki bez ładunku elektrycznego, a o masie równej niemal masie protonu. Cząstki te zyskały miano n e u t r o n ó w. Dopiero ich odkrycie pozwoliło odtworzyć w pełni obraz jądra atomowego: otóż jądro składa się z dodatnio naładowanych protonów i elektrycznie obojętnych neutronów.

Fakt, że neutron pozbawiony jest ładunku elektrycznego, czyni z niego szczególnie sprawne i skuteczne narzędzie rozbijania atomów.

Gdy obojętny neutron trafi bowiem w dodatnio naładowane jądro, nie doznaje odpychania, jakiemu podlegać muszą protony i cząstki alfa niosące ładunek dodatni.

Odkrycie neutronu było tedy zarazem odkryciem celnych pocisków artyleryjskich, demolujących jądro, a tym samym—wywołujących p r z e m i a n ę a t o m u.

W tymże roku 1932 odkryto „odpowiednik“ ujemnego elektronu: mianowicie elektron dodatni, czyli positron.

Córka Marii Skłodowskiej-Curie, Irena Joliot, i jej mąż Fryderyk Joliot znaleźli szczególnie wydajne źródło owych positronów. Pierwiastek polon¹ wysyła promienie alfa. Jeśli glin naświetlamy tymi promieniami, to cząstki alfa rozbijają atomy glinu. Zostają przy tym wyzwolone owe positrony.

Stwierdzenie tego faktu doprowadziło Irenę Joliot-Curie i Fryderyka Joliota do epokowego odkrycia nowego rodzaju promieniotwórczości.

W pięknym i odkrywczym doświadczeniu Joliotów płytka z pospolitego glinu, naświetlana promieniami alfa (polonu), wyrzuca positrony. Otóż po usunięciu polonu, czyli po zaprzestaniu już ostrzeliwania cząsteczkami alfa płytka glinowa nie przestawała jednak wyrzucać positronów. Nadal „promieniowała“.

Było to nowe zjawisko. Od czasu, gdy Rutherford dokonał swego odkrycia w 1919 r., umiano rozbijać atom: bombardowaniem zmuszano go do wyrzucania pewnych cząsteczek. Owe cząsteczki tak długo były wyzwalane, jak długo trwało bombardowanie.

W doświadczeniu Joliotów, dokonanym w 1934 r., zjawisko było zupełnie inne, nowe: oto bombardowanie ustalo, a glin nadal wysyłał positrony.

Inaczej mówiąc, glin został p o b u d z o n y d o p r o m i e n i o t w ó r c z o ś c i.

Na tym właśnie polega odkrycie Joliotów: udowodnili oni, że promieniotwórczość nie jest jedynie przywilejem znanych ciał radioaktywnych w rodzaju radu, lecz można ją również wzbudzić wśród takich zwykłych, prozaicznych ciał, jak — glin, sól, fosfor.

¹ Patrz str. 119.

Odruchowo narzuca się wniosek: glin, pobudzony cząstkami alfa, stał się promieniotwórczy. W istocie zjawisko jest bardziej interesujące.

Pod ostrzałem pocisków alfa atomy glinu przeistaczają się w atomy innego, nietrwałego (a więc promieniotwórczego) pierwiastka.

Tak wskrzeszona tedy została alchemia. Spełniło się — w innym oczywiście kształcie — marzenie alchemików dawnych o przeistaczaniu jednych pierwiastków w inne.

Z glinu narodził się w eksperymencie Joliotów nowy pierwiastek: radiofosfor, czyli promieniotwórczy fosfor. Tak samo z boru powstaje radioazot, z magnezu — radioglin.

Po odkryciu Joliotów mnożyć się zaczęły radiopierwiastki sztuczne, odkrywane w laboratoriach całego świata. Takich ciał, nie istniejących w przyrodzie a zrodzonych w pracowniach naukowych — mamy już blisko sto.

Do wzbudzenia sztucznej promieniotwórczości użyli Joliotowie pocisków alfa. W r. 1934 użył wielki fizyk włoski, Enrico Fermi, innych pocisków: neutronów. Bombardował nimi rozmaite pierwiastki i zmuszał je w ten sposób do przemian promieniotwórczych. „Steroryzował“ żelazo, chlor, srebro, jod, chrom. Pierwiastki te, zapłodnione pociskiem neutronowym, wydają potomstwo, zaczynają cykl przemian, a przemiany te trwają, gdy ustało już bombardowanie neutronowe.

Na tej właśnie drodze, ostrzeliwując pierwiastki ciężkie, dokonał Fermi pasjonującego odkrycia. Udowodnił, że możemy stwarzać pierwiastki cięższe od najcięższych, tj. cięższe od uranu, najcięższego ze znanych nam dotychczas pierwiastków.

W pracowni, do której za chwilę wstąpimy, odkryte zostały przez uczniów profesora Wertensteina dwa nowe radiopierwiastki: radiofluor, zrodzony z azotu, bombardowanego cząstkami alfa, i radio skand, powstający z potasu.

Dawni alchemicy mieli w zasadzie słuszość. Profesor chemii uniwersytetu edynburskiego, James Kendall, mówi:

— Jedynym błędem, jakiego dopuścili się alchemicy, było to, że nie poszli oni drogą właściwą, gdy porzuciwszy cztery żywioły Arystotelesa — ogień, wodę, ziemię i powietrze — zwrócili się ku trzem pierwiastkom zasadniczym — rtęci, siarce i soli. Powinni oni byli sprowadzić liczbę substancji podstawowych, bezwzględnie koniecznych dla budowy wszelkiego rodzaju materii, do trzech innych — a mianowicie do protonów, neutronów i elektronów.

„Gdybyśmy tylko mogli wedle naszej woli rozkładać atomy na cegiełki, z których są zbudowane, i z cegiełek tych — protonów, neutronów i elektronów wznosić nowe budowle, moglibyśmy z jakiegokolwiek substancji otrzymać złoto“.

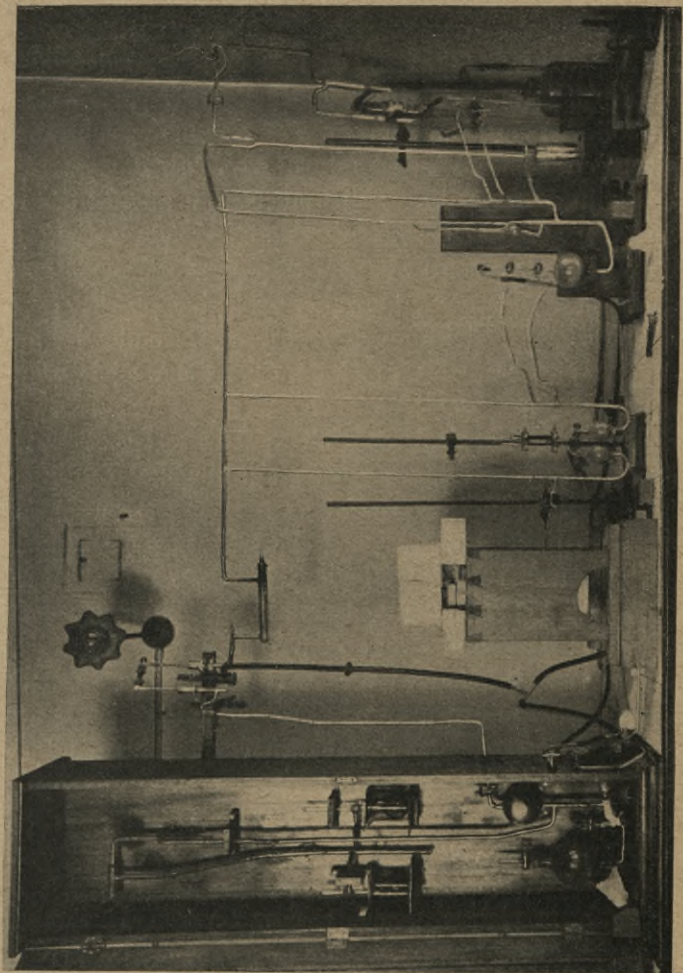
Możliwości nowoczesnej alchemii są tedy rozległe i wspinały się. Na razie jednak nie są groźne, ani niepokojące dla gospodarki światowej: otrzymywanie złota syntetycznego nie jest jeszcze problemem, który miałby przyprawiać ekonomistów o bezsenność i napawać lękiem.

Umiemy już istotnie przekształcać pewne pierwiastki. W grę wchodzi jednak minimalne, niewyobrażalnie małe ilości przekształcanych substancji, a ponadto — alchemiczne przeistaczanie związane jest z wielkimi kosztami. Drożyna „syntetycznego złota“ byłaby znacznie droższa od naturalnego kruszcu.

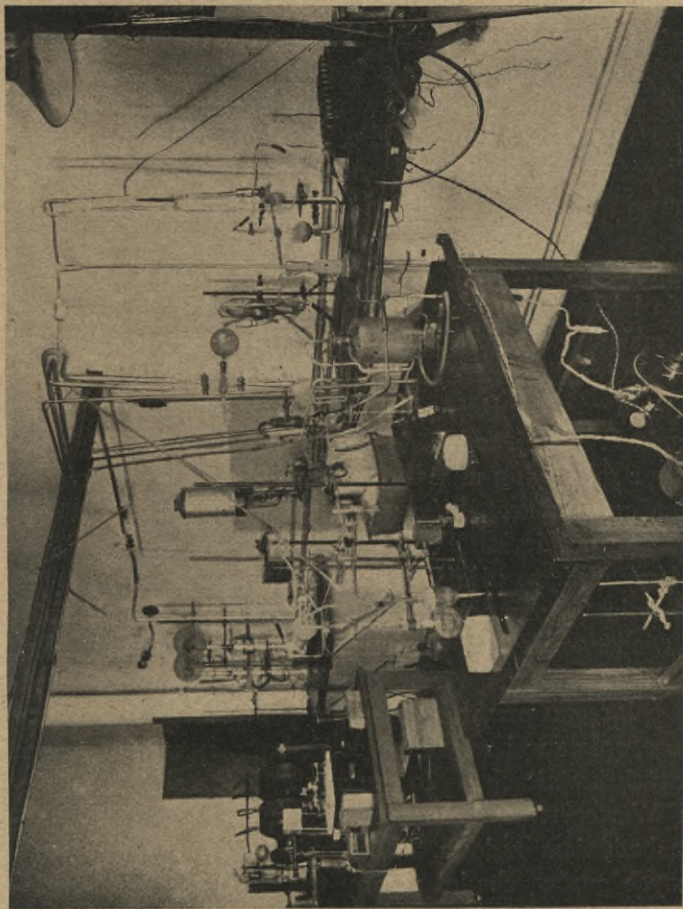
PRACOWNIA RADIOLOGICZNA

Na czwartym piętrze gmachu Towarzystwa Naukowego mieści się Pracownia Radiologiczna, którą od lat przeszło dwudziestu kieruje Ludwik Wertenstein.

Na poddaszu znajduje się pokój, który jest wytwórnią preparatów radowych. W dwóch niewielkich kolbach, umie-



Aparatura do otrzymywania emanacji radu (w szafce — mieści się cenna sól radowa)



Aparatura próżniowa w Pracowni Radiologicznej

szczonych w wąskiej, wysokiej szafce, przechowywany jest w roztworze rad. 50 miligramów radu, jakimi rozporządza laboratorium, to cenny kapitał pracy naukowej i badawczej.

Przewodami rurek połączone są kolby z aparaturą szklaną, która pozwala otrzymywać i zbierać gaz, emanację radu, czyli radon. Tym preparatem dokonywa się przede wszystkim doświadczeń w laboratorium profesora Wertensteina. Otrzymuje się tu również inne źródło pocisków dla „bombardowania“ różnych pierwiastków, mianowicie — neutrony. Ich źródłem jest pierwiastek beryl, naświetlany promieniami alfa.

Preparaty radowe wędrują w szklanych rurkach o piętro niżej, do laboratorium. Niekiedy potrzebne są jednak preparaty promieniotwórcze, których żywot jest bardzo krótkotrwały, nie przekraczający kilku minut. Gdyby preparat taki przenosić o piętro niżej, „umarłby“, zakończyłby żywot — na schodach. Pokój, który dostarcza preparatów, połączony jest tedy z pracownią miniaturową „windą“. Zjeżdża nią do laboratorium preparat, który w doświadczeniu wymaga błyskawicznego pośpiechu.

Zejdźmy o piętro niżej.

W pokoju, któremu patronuje zawieszona na ścianie fotografia wielkiego fizyka i pierwszego „rozbijacza atomu“, Rutherforda, ustawiona jest na długim stole aparatura próżniowa, połączona przewodami rur z pompami próżniowymi. Rozliczne, splecione i rozwidlające się rury, naczynia szklane o dziwnych kształtach — to aparatura, która służyła profesorowi Wertensteinowi do szeregu ważnych prac, związanych z badaniem radonu. Metodami, stosowanymi do rozdzielonych gazów, zbadał uczony własności emanacji radowej, czyli radonu¹.

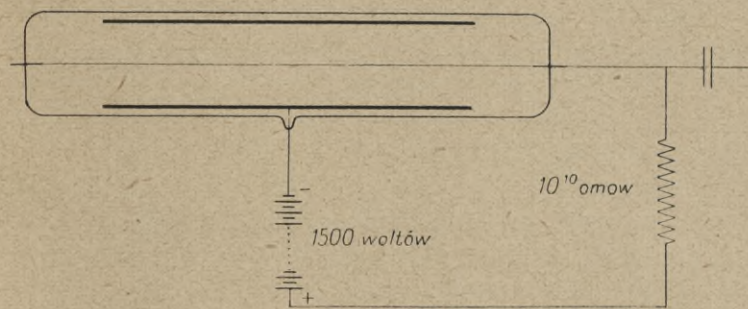
Te prace badawcze zakończone zostały przed kilku laty.

¹ Patrz str. 331.

Aparatura próżniowa stoi dziś bezczynna i jest w części rozebrana.

Po odkryciu, dokonanym w 1934 r. przez Irenę i Fryderyka Joliotów, pracownia profesora Wertensteina poświęciła się wyłącznie badaniom sztucznej promieniotwórczości.

Oto przyrząd, który w badaniach tych odgrywa naczelną rolę: licznik Geigera (rys. niżej). Licznik, który rejestruje cząstki, wyrzucane przez pierwiastki promieniotwórcze.



Schemat licznika

Przyjrzyjmy się bliżej niepozornemu, a genialnie pomysłowemu przyrządowi.

Budowa jego jest bardzo prosta.

Licznik składa się z puszkii metalowej. Osłona licznika, który oglądamy, jest z glinu. Przez korek izolatora przechodzi metalowy drucik, nitka wolframowa o średnicy 0,03 mm.

W osłonie glinowej wytwarzamy napięcie około 1.200 woltów.

Nitka wolframowa połączona jest z precyzyjnym wzmacniaczem kilku-lampowym, a następnie — z automatycznym licznikiem telefonicznym.

Wnętrze rurki wypełnione jest neonem. Ciśnienie tego

gazu zostaje zredukowane do jednej dziesiątej ciśnienia atmosferycznego (ok. 7 cm).

Napięcie osłony dobieramy w ten sposób, by już niewielkie jego podwyższenie powodowało rozpoczęcie się wyładowania elektrycznego między ścianką puszką, czyli osłoną a nitką wolframową. Oznacza to, że napięcie osłony nie wystarczy do samoistnego wyładowania między osłoną a nitką.

Co się dzieje, gdy tę puszkę licznika poddamy działaniu promieni beta czy gamma?

Cząstka alfa czy beta, przebiegając przez gaz, jonizuje go. Następuje wówczas chwilowe wyładowanie elektryczne. Krótkotrwały, słabutki prąd przepływa przez nitkę wolframową, zostaje wzmocniony przez wzmacniacz i powoduje chwilowe włączenie licznika telefonicznego.

Licznik rejestruje tedy impulsy, których sprawcami są promienie gamma lub alfa, czy też promienie kosmiczne¹.

Na miejsce licznika możemy też wstawić głośnik. Każdy impuls powoduje wówczas trzask.

Liczba impulsów, jaką notuje licznik w określonym czasie, np. w ciągu minuty — pozwala sądzić o natężeniu badanych promieni.

Licznik Geigera odegrał najważniejszą i twórczą rolę w odkryciu przez Joliotów sztucznej promieniotwórczości: on to „liczył“ cząstki, wyrzucane przez listek aluminiowy; listek ten promieniował, choć nie był już naświetlany polonem².

Praca przy liczniku jest równie prosta, jak sama jego zasada.

Oto np. blaszka srebrna, w której wzbudzona została promieniotwórczość (przez naświetlanie preparatem radowym). Blaszka wyrzuca z siebie cząstki. Blaszkę nakładamy na osłonę licznika i zaczyna się znany już proces: cząstki wysy-

¹ Patrz str. 281.

² Patrz str. 337.

łane przez blaszkę powodują wyładowanie; słabiutki prąd wzbudzony w nitce zostaje wzmocniony; licznik rejestruje; kolejne cyfry skaczą na tarczy w nierównych odstępach czasu... Z liczb, które wystukuje przyrząd, sądzymy o większym czy mniejszym natężeniu wzbudzonej promieniotwórczości.

Oglądamy z kolei licznik o większych rozmiarach i grubszej znacznie, mosiężnej osłonie. Jest on przeznaczony dla promieni kosmicznych o wysokiej przenikliwości, dla których grubsza osłona nie stanowi przeszkody.

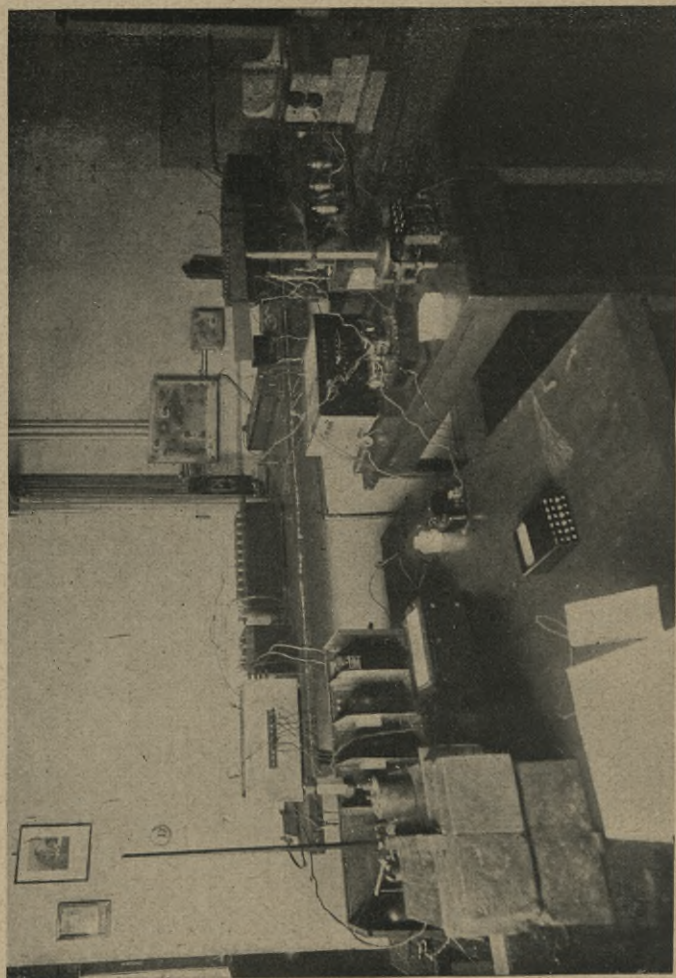
Licznik Geigera jest wspaniałym wynikiem pomysłowości, godnym podziwu w swej prostocie. Fizyce umożliwił nie lada jakie sukcesy. Dzięki licznikowi atom przemówił. Pewne procesy atomowe stały się słyszalne. Nierytmiczne trzaski w głośniku, włączonym w przyrząd Geigera — to kanonada cząstek, wyrzucanych jak pociski z wnętrza atomu.

...Przechodzimy przez salę i już z pewnej odległości dochodzą nas charakterystyczne trzaski, rozlegające się w nierównych odstępach czasu. To mówi licznik. Zbliżamy się do stołu, na którym przyrząd się znajduje. Ogarnia nas zdziwienie. Osłona glinowa nie jest obłożona żadnym preparatem promieniotwórczym. Nie ma więc właściwie powodu, aby licznik „gadał“. A jednak trzaski są wyraźne, a ponadto jeden jeszcze dowód, że nie ulegamy złudzeniu: cyferki licznika skaczą to szybciej, to wolniej, ale wciąż i bez przerwy... 3549... 3550... 3551...

Włączony licznik działałby zresztą bez przerwy. Dniem i nocą. Dwie są przyczyny tej nieprzerwanej działalności.

Po pierwsze: sala, w której się znajdujemy, jest „aktywna“. Od najróżnorodniejszych preparatów nasiąkła niejako promieniotwórczością. I ta radioaktywność otoczenia jest bodźcem dla licznika.

Po drugie: gdyby nawet otoczenie nie było promienio-



W Pracowni Radiologicznej (instalacja liczników)

twórcze, licznik mimo to nie przerwałby swej mowy i pochodu cyfr. Pozostaje on bowiem zawsze i wszędzie pod działaniem wszędobylskich i wysoce przenikliwych promieni kosmicznych. Owi przybysze z międzygwiazdnych przestrzeni pobudzają licznik do gadatliwości.

Gdyby „rozgłośnia“ geigerowska miała swego speakera, mógłby teraz zapowiedzieć najodleglejszą niewątpliwie audycję świata:

— Hallo! Hallo! Rozpoczynamy audycję kosmiczną, nadawaną z międzygwiazdowej przestrzeni wszechświata...

...Odchodzimy od licznika. Audycja trwa.

W dalszej wędrówce po pracowni oglądamy elektromagnes, w którego polu bada się znak elektryczny cząstek promieniotwórczych, oglądamy inne skomplikowane przyrządy, by dłużej przystanąć przed tzw. komorą Wilsona. Stanowi ona najpotężniejsze bodaj narzędzie badań atomowych. Jej twórca, angielski uczoney C. T. R. Wilson — otrzymał w uznaniu swych zasług dla postępu wiedzy najwyższą odznakę naukową, nagrodę Nobla.

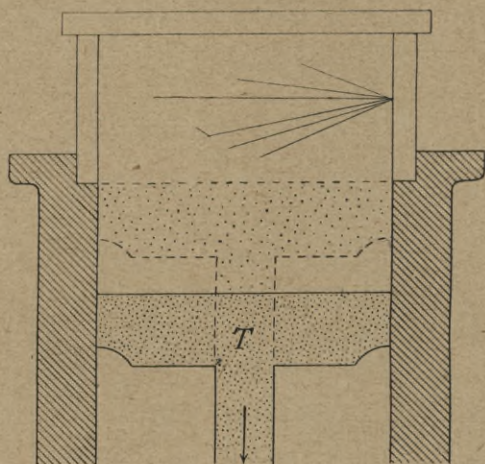
Pomysł, na którym opiera się konstrukcja komory Wilsonowskiej, jest bardzo prosty.

Wiemy, że do określonej objętości w danej temperaturze wprowadzić możemy pewną tylko ilość pary wodnej (czy pary innej cieczy). Gdy w określonych warunkach pary jest zbyt wiele, staje się ona przesycona i skrapla się.

Do przestrzeni, wolnej od wszelkich zawiesin i pyłów, wprowadzić jednak można większe ilości pary, niż potrzeba do jej nasycenia. W przestrzeni tej będzie wówczas para przesycona. Będzie ona szukała lada pretekstu dla skroplenia swej nadwyżki pary. Wystarczy wprowadzić do tej przestrzeni jakież pyłki lub zawiesiny, np. dym, aby nastąpiło skroplenie i wytworzyła się mgła. Kropelki wody tworzą się wokół pyłków. Te ułatwiają powstawanie kropelek mgły.

Rolę takich pyłków, warunkujących skroplenie, mogą też odegrać naelektryzowane cząsteczki gazów wchodzących w skład powietrza, czyli j o n y.

Na tej zasadzie oparty jest przyrząd Wilsona.



Schemat komory Wilsona

Komora Wilsona jest po prostu przezroczystym cylindrem o szklanych ściankach, w którym — dzięki specjalnemu urządzeniu — może nagle opadać szczelnie przylegający tłok (T). Gdy to nastąpi, powietrze z nasyconą parą wodną oziębi się wskutek raptownego rozprężenia. Ilość pary, przedtem nasycona, stanie się teraz (w niższej temperaturze) — p r z e s y c o n a. Będzie tedy dążyła do skroplenia.

Powietrze w komorze Wilsona jest jednak czyste, wolne od pyłków. Gdzie tedy mają osiadać kropelki wody? Zamiast pyłków dostarczymy im wspomnianych j o n ó w g a z o w y c h.

Wprowadźmy do komory p r e p a r a t r a d o w y. Wy-syła on np. cząstki alfa, które w swym pędzie jonizują po

drodze atomy powietrza. Powstają tedy wzdłuż drogi cząstek alfa — jony, wokół których — jak już wiemy — osiadają kropelki mgły.

Smuga wytworzonej mgły jest tedy niczym innym, jak śladem drogi, przebytej przez cząstkę alfa. Ów ślad, złożony z drobnych kropelek mgły, nie trudno jest utrwalić na kliszy: wystarczy oświetlić komorę i dokonać w chwili opadania tłoka błyskawicznego zdjęcia.

Rysunek obok przedstawia wilsonowskie zdjęcie dróg, przebywanych przez cząstki alfa w powietrzu. Drogi te są, jak widać, prostolinijne. Czego to dowodzi? Cząstka



Drogi cząstek alfa

alfa napotyka na swej drodze kilkaset tysięcy atomów powietrza. Skoro zaś biegnie w prostej linii, nie zbaczając, oznacza to, że przeszywa na wylot spotykane atomy. Gdyby było inaczej, to jest gdyby atomy nie pozwalały się przeniknąć, lecz odrzucały cząstkę alfa, droga miałaby kształt zygzakowatej linii. Zdjęcie w komorze Wilsona przekonywa tedy naocznie, że atomy wzajemnie się przenikają.

Na tymże zdjęciu widać jednak nagłe załamanie toru. Z obserwacji takich — rzadkich zresztą — załamań wysnuty został ważki wniosek: w miejscu owego nagłego załamania swej drogi cząstka alfa musiała natrafić na część atomu, która nie pozwoliła się przebić na wylot i odrzuciła intruza. Cząstka natrafiła na jądro atomowe i mu-

siała zboczyć z drogi mimo swej szybkości 20.000 kilometrów na sekundę!

Dodajmy jeszcze, że mgła w tej komorze zdradziła istnienie neutronów i dodatnich elektronów, a pojmiemy, dlaczego Wilson został laureatem Nobla: stworzył wspaniałą broń do walki z tajemnicami atomu. Jego przyrząd zasługuje na miano... genialnego „detektywa atomowego“.

...Dobiega końca nasza wizyta w pracowni profesora Wertheinsteina. Wyszły z niej liczne prace, które są trwałym dorobkiem wiedzy o promieniotwórczości. Odkryto w niej nowe, sztuczne radiopierwiastki. Dokonano w niej badań nad własnościami neutronów i nad promieniotwórczością wzbudzoną w różnych pierwiastkach.



2364.

T R E Ś Ć

ZARYS DZIEJÓW FIZYKI W POLSCE	5
ZYGMUNT WRÓBLEWSKI — KAROL OLSZEWSKI	21
AUGUST WITKOWSKI	43
MARIAN SMOLUCHOWSKI	49
MAURZYCY PIUS RUDZKI	81
TADEUSZ GODLEWSKI	91
JÓZEF WIERUSZ KOWALSKI	99
MARIA SKŁODOWSKA-CURIE	109
STEFAN PIEŃKOWSKI	137
CZESŁAW BIAŁOBRZESKI	171
STANISŁAW KALINOWSKI	189
CZESŁAW WITOSZYŃSKI	223
MIECZYŚLAW WOLFKE	257
STANISŁAW ZIEMECKI	279
ANTONI BOLESŁAW DOBROWOLSKI	301
LUDWIK WERTENSTEIN	327

S. 61

93008

201

8/11.53

POLITECHNIKA KRAKOWSKA
BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw.

39644

Kdn. Zam. 480/55 20.000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000297839