

działalności dla nauki jak również dla zakładu fizycznego, który dopiero dzięki niemu z gabinetu fizycznego przemienił się w pracownię naukową. Był z natury nadzwyczajnie rzutki i zdolny, doskonałą przeszedł szkołę, dzięki długoletnim studjom zagranicznym; z pewnością byłby stał się jednym z najświetniejszych przedstawicieli fizyki nowoczesnej, gdyby nieszczęśliwy wypadek w laboratorium (1888) nie był przedwcześnie przerwał jego życia.

Olszewski sam dalej prowadził owe badania, przyczyniając się wielce do poznania właściwości gazów skroplonych i do ulepszenia metod pracy doświadczalnej na tem polu. Katedrę fizyki objął August Witkowski (1854—1913), również wybitny uczony i świetny nauczyciel. Wsławił się głównie klasycznymi, systematycznymi badaniami nad ściślnością, rozszerzalnością cieplną i ciepłem właściwym powietrza, oraz nad ściślnością i rozszerzalnością cieplną wodoru, które zajmują wybitne miejsce w nauce; dla rozwoju zaś fizyki u nas położył niezmiernie zasługi przez mistrzowskie, trzytomowe dzieło: *Zasady fizyki*, które z pewnością przez długie lata pozostanie źródłem wiadomości i pobudką do myślenia naukowego.

Kończymy ten szkicowy zarys, nie wchodząc w szczegóły, dotyczące osób żyjących. Nie możemy jednak powstrzymać się od wyrażenia nadziei, że potrwa dalej nowa epoka fizyki w Polsce, zainaugurowana tak świetnie od roku 1882, epoka, w której uczeni nasi biorą czynny udział w ogólnym postępie nauki; nadziei, że ich udział zaznaczy się nazwiskami tej miary, jak Wróblewskiego lub rodziczki naszej, Curie Skłodowskiej, słynnej ze swych odkryć na polu promieniotwórczości.

XV. ORGANIZACJA I DZIAŁALNOŚĆ ZAKŁADÓW FIZYCZNYCH.

Nauka Polska; jej potrzeby, organizacja i rozwój. Rocznik Kasy Pomocy dla Osób pracujących na polu naukowym, im. Dra Józefa Mianowskiego. Tom pierwszy, Warszawa 1918, str. 19—25 ¹⁾.

Analizując działalność zakładów fizycznych, związanych z wyższymi instytucjami szkolnymi lub naukowymi, dochodzimy do wniosku, że mogą one spełniać naogół cztery różne funkcje:

A. Służą do przygotowywania i wykonywania doświadczeń „pokazowych” przy wykładach t. zw. „fizyki doświadczalnej”. Do tego celu potrzeba odpowiedniego urządzenia sali wykładowej oraz pokazowego zbioru przyrządów „demonstracyjnych”, t. j. takich, które dane zjawisko fizyczne jaknajlepiej uprzedmiotwiają obserwacji słuchaczy, nie nadają się jednak naogół do wykonywania pomiarów ilościowych.

Niektórzy prelegenci (np. prof. Lehmann w Karlsruhe, Lecher w Wiedniu), wykładając fizykę doświadczalną, usiłują wywołać wrażenie produkcji teatralnej rozmiarami przyrządów, wspaniałością efektów świetlnych, długością i hukiem iskier elektrycznych i t. p. i w okazałości tych doświadczeń szukają sławy; gdy tymczasem inni (do tej liczby należał prof. A. Witkowski) są zdania, że bardziej pouczające są doświadczenia proste a przejrzyste — i pewną ambicję pokładają w tem właśnie, żeby radzić sobie środkami najprzerwotniejszymi. W każdym razie wymagania co do okazałości doświadczeń pokazowych bardzo naogół wzrosły w ostatnich dziesięciokach lat i przyznać trzeba, że względy rzeczowe zmuszają do sto-

¹⁾ [Wyjątek z artykułu „O potrzebach naukowych w zakresie fizyki”, opracowanego przez Smoluchowskiego w tomie I. *Nauki Polskiej; przyp. wyd.*].

sowania potężniejszych i efektywniejszych środków pokazowych w dzisiejszych wielkich audytorjach uniwersyteckich, choćby się było zwolennikiem prostych metod przy nauczaniu indywidualnym. Odpowiednio obfitsze wyposażenie nowoczesnego „gabinetu fizycznego” wymaga oczywiście okazałych zasobów materialnych.

B. Za drugie główne zadanie pracowni fizycznej uważa się dzisiaj ćwiczenie studentów w pracy eksperymentalnej: kursy „ćwiczeń w pracowni fizycznej” tworzą wszędzie niezbędny składnik nauki uniwersyteckiej. Ruch ten wyszedł z Niemiec (z pracowni Magnusa w Berlinie), przeniósł się do Anglii (Cavendish Laboratory w Cambridge), gdzie ogarnął w wyższej jeszcze mierze szkoły średnie i, tak wzmocniony, wywołał naodwrot odpowiednie reformy w szkolnictwie średnim na kontynencie. Ćwiczenia uniwersyteckie polegają przeważnie na wykonywaniu pomiarów ilościowych, o średnim stopniu precyzji, w zakresie różnych działów fizyki; wymagają zatem specjalnego wyposażenia w proste, solidne przyrządy miernicze. Prowadzenie tych ćwiczeń pochłania stosunkowo dużo czasu i pracy pomocniczego personelu zakładu (kierownika, asystentów, demonstratorów), ze względu na konieczność indywidualnego nadzoru i osobistego nauczania studentów, koszty zaś zależą głównie od liczby biorących udział w ćwiczeniach.

Do tego samego rodzaju należą zaprowadzane obecnie częściej na różnych uniwersytetach ćwiczenia warsztatowe i ćwiczenia „pokazowe” dla przyszłych nauczycieli.

Gdy wspomniane dwa rodzaje czynności noszą cechę wyłącznie dydaktyczną, następny punkt programu, stanowiący najwyższy szczebel nauczania uniwersyteckiego, tworzy przejście do czwartej grupy, którą w dalszym ciągu omówimy, t. j. do właściwej działalności naukowej zakładów fizycznych. Jest to:

C. Przyuczanie do samodzielnej pracy naukowej (na polu fizyki doświadczalnej) zdolniejszych pracowników, którzy zdobyli odpowiednie wykształcenie teoretyczne i przerobili całkowity kurs ćwiczeń praktycznych a pragną wyższego wykształcenia naukowego. Na uniwersytetach niemieckich, które naogół żyją w tym kierunku rozwijając czynność, nazywa się to: wypracowaniem dysertacji doktorskiej. Inicjatywa w tym kierunku wychodzi zwykle od młodego pracownika, który, wiedziony emulacją i szlachetną ambicją naukową, pragnie zdobyć stopień doktorski i zwraca się do profesora z prośbą o podanie tematu pracy. Idzie o to, żeby wynaleźć temat

jeszcze nieopracowany, o którym powiedzieć można z pewnością, że opracowanie jego będzie stosunkowo łatwe, dostępne naukowym i technicznym zdolnościom pracownika, nie będzie wymagało ani zbyt dużego nakładu pracy i czasu, ani kosztownych, specjalnych przyrządów, a przecież będzie pouczające; przedewszystkiem, że pozwoli osiągnąć wyniki nowe, niepozbawione wartości naukowej.

Zazwyczaj do każdej takiej pracy potrzeba sprowadzenia przyborów nowych, materiałów chemicznych i t. p.; trzeba często konstruować specjalne nowe instrumenty, tak że koszty jednego „doktoranta” bywają znacznie większe niż dziesięciu „praktykantów”. Prace te pochłaniają też w o wiele wyższym stopniu czas i siły kierownika pracowni; prawie każde takie badanie na nowym terenie nastrocza rozmaite trudności nieprzewidziane; wówczas pracownicy ze zdziwieniem spostrzegają, jak wielki jest krok od „ćwiczeń” do najskromniejszej, samodzielnej pracy naukowej. Ciągła kontrola tych prac doktorskich jest niemal głównym zajęciem kierowników pewnych większych zakładów uniwersyteckich, zwłaszcza, że w tem nie mogą (jak w „practicum”) wyręczać się pomocą asystentów.

Zresztą nie odnosi się to bynajmniej do wszystkich zakładów fizycznych. W przeciwstawieniu do wymienionych poprzednio czynności dydaktycznych, które odbywają się według ustalonych reguł, z używaniem licznych podręczników pomocniczych, przyuczanie młodych sił do pracy naukowej zależy tak dalece od psychicznej indywidualności kierownika zakładu (a także od życiowych stosunków uczniów), że niektóre zakłady odznaczają się jaknajwiększą wydajnością, inne zaś zupełnie są jałowe. Panuje pod tym względem największa różnorość i niepodobna podać reguł ogólnych.

To rzecz pewna, że nie potrafi zachęcić do samodzielnej pracy, nie umie wyszukiwać odpowiedniego tematu, nie potrafi przyuczyć do pokonywania nasuwających się zawsze trudności ten, kto sam nie pracował w sposób twórczy na polu naukowym lub kto zatracił żywą styczność z postępem nauki. Tłumaczy to bezczynność wielu zakładów w kierunku wymienionym. Zauważyć jednak trzeba, że nie każdy, choćby najwybitniejszy, pracownik naukowy umie i chce działać w tym kierunku, „tworząc szkołę” młodych adeptów nauki. Można wymienić szereg najwybitniejszych uczonych (np. lord Kelvin, lord Rayleigh, Stefan, Boltzmann, Lippmann, po części także Röntgen, Wien), którzy żadnych uczniów nie wykształcili na pracowników naukowych, albo którzy rozwijali nader

słabą w tym kierunku działalność. Z drugiej znów strony, przyczynić można profesorów, których główna zasługa polega właśnie na kształceniu młodych pracowników naukowych i którzy zasłynęli jako inspiratorowie dysertacji doktorskich (np. Warburg w Berlinie, Heydweiller w Rostock, Exner w Wiedniu, Lummer we Wrocławiu, Dorn w Halli).

D. Dowodzi to wszystko, że ta dydaktyka naukowa wyższego poziomu tworzy specjalną gałąź czynności zakładów fizycznych, w której celują niektórzy kierownicy, że natomiast właściwa praca naukowa badawcza — do której obecnie przechodzimy — jest czemś zupełnie odrębnym; często nawet występuje pewna jej sprzeczność z zadaniami dydaktycznymi (A, B, C), gdyż personel zakładu może się jej oddawać tylko w chwilach wolnych od owych zajęć oraz od czynności administracyjnych. Rozumie się, że badania naukowe stanowią wyłącznie o charakterze danego zakładu, jako instytucji naukowej, gdy tymczasem wszystkie czynności, przedtem omawiane, należą do zakresu niższej lub wyższej dydaktyki uniwersyteckiej. Owe badania decydują o postępie wiedzy i charakteryzują rolę, odegraną przez dany naród w historii nauki.

Badania tego rodzaju wymagają oczywiście naogół bezporównania większych zasobów materialnych i większego nakładu środków, niż prace typu (C); kierownik musi wyteńczyć wszelkie siły, użyć wszelkich sposobów techniki eksperymentalnej, aby badaniami swemi rozwiązać dane zagadnienie, gdy w pracach rodzaju (C) wystarczy osiągnięcie jakiegokolwiek wyników nowych i naukowo interesujących. Kosztowność ich wzrasta jeszcze nieproporcjonalnie, jeżeli nie są one scentralizowane w kierunku pewnego zagadnienia, gdyż wymagają wówczas różnorodnych urządzeń i przyrządów. Względ ten, jak również psychiczne właściwości uczonych, skłaniających się w dzisiejszych czasach ku coraz ściślejszej specjalizacji, są też powodem, że każda pracownia naukowa poświęcona jest zazwyczaj badaniom w jednej albo wyjątkowo w kilku wyraźnie ograniczonych gałęziach zagadnień naukowych¹⁾. Tak np. słynna pracownia frygoryficzna Kamerlingh Onnesa w Leydzie posiada jedyny w swoim rodzaju warsztat do badań w zakresie niskich temperatur.

¹⁾ Zakłady typu (C) uprawiają zwykle dziedziny bardzo różnorodne, co w celach dydaktycznych jest niewątpliwie korzystniejsze, gdyż pracownikom daje możliwość zapoznawania się z metodami naukowymi, stosowanymi na różnych polach nauki.

Pracownie radiologiczne Rutherforda w Manchesterze, pani Skłodowskiej-Curie w Paryżu, Zakład radiologiczny w Wiedniu zajmują się niemal wyłącznie badaniami w zakresie radiologii. Pracownie Paschena w Tybindze, Kaysera w Bonn uprawiają spektroskopję, pracownia profesora du Bois w Berlinie (Bosscha Laboratorium) jest instytucją, poświęconą wyłącznie badaniom magnetycznym i t. d.

Zależy to zresztą od rodzaju badań, od organizatorskiego zmysłu kierownika oraz od różnych okoliczności natury praktycznej, czy kierownik podejmuje swoje poszukiwania sam, czy też prowadzi je z bardziej lub mniej licznym udziałem asystentów albo samodzielnych współpracowników, nadając całemu badaniu jednolity kierunek, czy wreszcie czynność zakładu rozpada się na oddzielne, niepowiązane między sobą badania pojedynczych pracowników. Tak np. Rubens w Berlinie, Röntgen w Monachium wykonywają swe badania sami, albo niekiedy przy współudziale drugiego, młodszego badacza. Inni, jak J. J. Thomson, Rutherford, Kamerlingh Onnes, jednocześnie większą liczbę samodzielnych, ale różnymi drogami postępujących pracowników w badaniach większego działu. Organizacja taka przypomina często kierowanie pracami doktorskimi (punkt C); różnica charakterystyczna polega na tem, że celem działalności nie jest przyuczenie danych osobników do pracy samodzielnej, lecz zbadanie danego zagadnienia abstrakcyjnego, przy pomocy sił zupełnie wyszkolonych; badania organizują się zatem wyłącznie z punktu widzenia korzyści naukowej.

Istnieją oczywiście także stąd pośrednie między czynnościami rodzaju (C) i (D). W pewnych badaniach, zwłaszcza takich, które wymagają raczej dużego nakładu pracy i czasu niż wielkiego doświadczenia eksperymentalnego i samodzielnej zaradności, zręczny organizator potrafi skorzystać z pomocy początkujących pracowników (stadjum C), kierując ich pracą w celu zgłębienia tego problemu, którym sam się zajmuje, ograniczając nawet do skromnych rozmiarów swój udział bezpośredni¹⁾. Jest to „warsztatowo-fabryczna” metoda podziału pracy, stosowana zwykle w badaniach chemicznych;

¹⁾ Np. prace Heydweillera (w Rostock) nad elektrolitami, prace w zakładzie Dorna (Halli) nad lepkością i przewodnictwem cieplnym różnych gazów, prace w zakładzie Lenarda nad elektrycznością wodosпадów, badania współpracowników Perrina w Paryżu nad ruchami Browna i pokrewnymi zjawiskami i t. p.

w zakresie fizyki natomiast rzadziej zdarza się sposobność ku jej używaniu, gdyż tu o wiele wybitniej występują indywidualne cechy każdego badacza. Dlatego w tej dziedzinie tak często odczuwać się daje sprzeczność między naukową a dydaktyczną czynnością kierownika.

Kierownikowi zakładu, oddającemu się gorliwie pracy dydaktycznej, kierującemu pracami kilkunastu „doktorantów“, nie starczy ani czasu wolnego, ani sił, aby mógł poświęcać się głównemu zadaniu, ku któremu przez swe zdolności jest powołany: własnej pracy naukowej. Jeżeli zaś ostatnią uważa za swój pierwszy obowiązek, zmuszony jest zaniedbywać stronę dydaktyczną.

Dlatego tak ważne dla postępu nauki jest tworzenie zakładów niezwiązanych z żadnymi szkołami wyższymi, poświęconych wyłącznie badaniom, bez ubocznych celów dydaktycznych. Zakłady takie oddawna istnieją w zakresie astronomii, meteorologii, geofizyki, w fizyce zaś są one stosunkową nowością. Wybitną inicjatywę w kierunku tych dążeń dało stworzenie „Kaiser Wilhelm Forschungs-Institut“ w Dahlem pod Berlinem, który urzeczywistniać ma właśnie programat powyżej nakreślony, dotychczas jednak programatem tym obejmuje tylko pewne dziedziny (chemję fizyczną) z pomiędzy tych, które wchodzą w zakres fizyki ogólnej. W innych dziedzinach analogiczną działalność rozwijają już od szeregu lat oddziały naukowe państwowych instytucji: Physikalisch-Technische Reichsanstalt w Berlinie, Bureau des Poids et Mesures w Paryżu, National Physical Laboratory w Teddington pod Londynem i Bureau of Standards w Waszyngtonie. Odegrały one już wybitną rolę w nauce; niewątpliwie stałyby jeszcze bezporównania wyżej, gdyby przy zakładaniu ich pamiętano o niezaprzeczanej prawdzie, że działalność takiej instytucji zależy przede wszystkim od zdolności pracowników, w drugim rzędzie dopiero od urządzenia pracowni; czyli że: naukę tworzy człowiek, nie zaś zakład.

XVI. KILKA UWAG O ANALOGJACH FIZYCZNYCH, ZWŁASZCZA W TEORJACH PRĄDÓW ELEKTRYCZNYCH, PRĄDÓW CIEPLNYCH I ZJAWISKA DYFUZJI.

Wiadomości Matematyczne, tom XXII, Warszawa 1918, str. 167—176.

Analogia stanowi charakterystyczną cechę powyższych teorii, którą one już od przyjścia na świat od twórców swych otrzymały. Najstarsza jest teoria przewodzenia ciepła, ogłoszona przez Fouriera w 1822 roku, w sławnym dziele *Théorie Analytique de la Chaleur*, a po części już poprzednio w pojedynczych rozprawach; ona bezwątpienia podała Ohmowi (1827) myśl przyjęcia podobnych założeń dla prądu elektrycznego, a już otwarcie służyła Fickowi (1855) przy wypracowywaniu teorii dyfuzji.

Analogia ta, która polega na wspólnym, zasadniczym założeniu, że prąd elektryczny, lub prąd ciepła, lub prąd materji przenikającej przez inną materję, jest proporcjonalny do spadu potencjału lub temperatury lub koncentracji, uwydatnia się zwłaszcza w obliczeniach, tyjących się stanu trwałego, które podlegają wspólnemu równaniu:

$$\Delta^2 U = 0.$$

Równanie to napotykaemy, coprawda, często także w innych dziedzinach fizyki; służy ono np. do wyznaczenia potencjału prędkości ruchów niewirowych cieczy idealnej, potencjału elektrostatycznego lub magnetycznego w polu statycznym i t. p. Formalna ta analogia okazuje się często pożyteczna, nasuwając rozwiązania z jednej dziedziny, przydatne dla innej.

Analogje, występujące tak często w różnych dziedzinach fizyki teoretycznej, tworzą wdzięczny i dość też często użytkowany temat do badania. Dla badacza śledzenie ich jest znakomitym środkiem logicznego pogłębienia pojęć i wykończenia teorii zapomocą dostoj-