

O kształceniu fizyków teoretyków

(Artykuł napisany na zamówienie tyg. Kultura w kwietniu 1971 r.)

W niniejszym artykule będę się zajmował przede wszystkim powstawaniem osobowości naukowej fizyka teoretyka. Taka osobowość powstawać może w różnoraki sposób, jednak koniecznym warunkiem, który musi spełniać przyszły naukowiec z prawdziwego zdarzenia jest – oprócz jego kwalifikacji naukowych – niezłomna wola wykonania pracy o podstawowej wartości, a nie tylko przyczynku służącego do zdobycia np. stopnia naukowego doktora lub doktora habilitowanego. Temat pracy musi naukowca fascynować, musi go, tak powiedziawszy, nie opuszczać, nawet przysparzać mu nieprzespanych nocy. Jest to bowiem nieomylna oznaką, niezależnie zresztą od tego, czy naukowiec jest młodszy czy starszy, że przypisuje on tematowi pewne znaczenie. Tematy, które tego warunku nie spełniają są zwykle tematami prac przyczynkowych. Opracowanie ich stanowi dla uzdolnionego naukowca właściwie tylko stratę czasu.

Jest rzeczą zrozumiałą, że ocena ważności własnego tematu lub nawet ukończonej już własnej pracy jest w wysokim stopniu rzeczą subiektywną. Tak np. A. Sommerfeld, fizyk o rzeczywiście światowej sławie, który jeszcze przed pierwszą wojną światową stworzył pierwszą w świecie nowoczesną szkołę fizyki teoretycznej, bardzo wysoko oceniał swoją pracę o tarcii w smarowanym łożysku. Praca ta bezsprzecznie należy do najpiękniejszych jego osiągnięć. Lecz ogólnie istniało przekonanie, że Sommerfeld zanadto wysoko zaszeregowuje ją wśród innych swoich osiągnięć.

Praca z zakresu fizyki nie musi być wykonywana przez fizyka fachowego, posiadającego np. ukończone studia uniwersyteckie. Gdy będąc w r. 1963 w Londynie na obiedzie u prof. Gabora – sławnego odkrywcy holografii – spytałem go, dlaczego będąc z powołania właściwie fizykiem studiował na Politechnice, odpowiedział mi, że w czasach, gdy był studentem, fizyka nie była zawodem, a on musiał zawód posiadać, by móc egzystować. Niestety w Polsce i dziś jeszcze fizyka nie figuruje w spisie zawodów, co powoduje niekiedy np. niepomysłne finansowo konsekwencje dla fizyków zatrudnionych w przemyśle. Nie zachęca to fizyków do szukania w nim zajęć.

Zadaniem profesora lub docenta opiekujących się naukowym rozwojem młodego adepta nauki jest kształtowanie kwalifikacji naukowych przyszłego naukowca. Musi on zdobyć jego kompletne zaufanie, a w idealnym przypadku zostać jego przyjacielem – tak jak to widziałem u moich mistrzów: u A. Sommerfelda w Monachium oraz u genialnego Nielsa Bohra w Kopenhadze, największego chyba dotychczas fizyka obecnego stulecia, który w największym stopniu przyczynił się do powstania i interpretacji teorii kwantów i tym samym nowoczesnej fizyki.

Oczywiście sama przyjaźń jest niewystarczająca. Trzeba tym młodym adeptom nauki podawać tematy związane z własną pracą naukową, tak, aby mieli oni zapewnioną pomoc w trudnych dla nich sytuacjach naukowych, albo też trzeba im umożliwiać wyjazdy do aktywnych centrów naukowych. Tę drugą możliwość stosuje się wówczas, gdy pragnie się w danym ośrodku stworzyć pewien załazek dziedziny fizyki w nim dotychczas nie uprawianej, a jednak pożądanej, lub gdy twórca szkoły fizyki teoretycznej zajmuje się dziedziną nie atrakcyjną w danej chwili, ewentualnie gdy przestał pracować naukowo.

Od powyżej podanych możliwości istnieją jednak wyjątki. Gdy Sommerfeld w r. 1915 na podstawie starszej teorii kwantów i klasycznej elektrodynamiki podał wzór dyspersyjny dla gazów, otrzymał wówczas anomalną dyspersję dla drgań własnych drobin, a nie dla częstości odpowiadających przejściom kwantowym – jak na podstawie doświadczeń należało się tego spodziewać. Postawił on wtedy jednemu ze swoich współpracowników zadanie zmodyfikowania jego teorii w taki sposób, aby anomalna dyspersja występowała dla przejść kwantowych. Dziś wiemy, że dla rozwiązania tego zagadnienia trzeba było odkryć nowszą teorię kwantów, na co wówczas było jeszcze za wcześnie. Nie znane były bowiem jeszcze w owych czasach potrzebne do tego celu wszystkie fakty doświadczalne i związki teoretyczne. Wtedy jednak nikt nie zdawał sobie z tego sprawy. Nie udało się więc wówczas dojść do określonego przez Sommerfelda celu. Ale wyniki pracy, która powstała przy zajmowaniu się zagadnieniem Sommerfelda i została opublikowana w r. 1918 jeszcze dziś są ważne. Prof. A. Kastler, który otrzymał w r. 1966 nagrodę Nobla za swoje prace o tak zwanym pompowaniu optycznym, zawsze oświadczał przedstawiając historię swego odkrycia, że właśnie ta praca była pierwszym impulsem do nagrodzonych później badań – praca odnosząca się jeszcze do starszej teorii kwantów, wyniki której sprawdzały się także w nowszej teorii.

Nawet najwybitniejszemu fizykowi nie każda praca musi się udać. Sommerfeld mawiał, że ten tylko nie publikuje mniej lub bardziej błędnych prac, kto w ogóle nic nie publikuje. Gdy w okresie międzywojennym byłem w Monachium u Sommerfelda, pokazywał mi on dysertację doktorską jednego z najwybitniejszych dziś żyjących fizyków teoretycznych. Jednak nie chciał mi jej dać, ponieważ okazała się błędna.

Drugi przykład jest następujący: Sommerfeld, dając mi przy okazji odbitki swoich dawniejszych prac, wśród których była praca dotycząca pewnego zagadnienia rachunku wariacyjnego, oświadczył: „Matematycy twierdzą, że praca ta jest błędna”.

Pracę z fizyki teoretycznej można wykonać samodzielnie, lub z czyjąś pomocą; przy czym pomoc może być koncepcyjna lub techniczna. Jeżeli wkład pomagającego jest natury koncepcyjnej, wówczas występuje on oczywiście jako współautor. W przypadku pomocy technicznej pomagający musi się zadowolić najwyżej podziękowaniem autora w publikacji. Oczywiście nie każda praca z fizyki wymaga pomocy technicznej. Ale wszystko zdaje się wskazywać na to, że w przyszłości każdy większy i naukowo aktywny Instytut Fizyki Teoretycznej lub Doświadczalnej będzie zatrudniał takiego technika, który będzie wykonywał wszystkie te prace, których nie musi wykonywać autor. Technik będzie więc rysował diagramy, przeprowadzał obliczenia numeryczne sposobem tradycyjnym lub komputerem. Jeżeli będzie on dostatecznie uzdolniony i odpowiednio wyszkolony, będzie nawet mógł wykonywać prostsze obliczenia analityczne. Taki technik będzie odgrywał większą rolę w instytutach fizyki doświadczalnej i niekiedy będzie mógł całkiem dobrze zastępować niektórych pracowników w pracach zespołowych. Z inicjatywy i przy współpracy Polskiego Towarzystwa Fizycznego powstało w r. 1968 w Warszawie dwuletnie pomaturalne technikum fizyki. Spotykałem się z bardzo dobrą opinią o działalności niektórych absolwentów tego technikum. Niestety jednak, po krótkiej działalności zostało ono przekształcone w technikum metrologiczne.

Kierujący pracą naukową musi być łatwo dostępny młodemu adeptowi nauki. Z Sommerfeldem np. łatwo można było porozmawiać po jego wykładach, które odbywały się od 8-ej do 9-ej rano. Poza tym uczestnicy szkoły Sommerfelda zbierali się codziennie popołudniu w pewnej kawiarni, gdzie często przychodził także sam Sommerfeld. Bywali tam także inni profesorowie, między innymi profesor chemii fizycznej Kazimierz Fajans. Omawiano na tych spotkaniach trudności w pracy naukowej, jakie napotykali poszczególni uczestnicy szkoły Sommerfelda.

W czasie mojej bytności w Instytucie Nielsa Bohra, miał on różne pomysły pragnąc scementować swoją szkołę ze sobą. Fundował nam np. czasami w Instytucie czarna kawę z ciastkami z pobliskiej kawiarni. Po pewnym wykładzie mojej żony w Duńskim Towarzystwie Fizycznym, Bohr zaprosił całą grupę swoich adeptów do Tivoli – sławnego kopenhaskiego lunaparku – i oprowadzał nas po poszczególnych pawilonach. Pani Bohr nie ukrywała swego niezadowolenia z tej rozrzutności jej męża. Myśmy ja pocieszali, że już niebawem Bohr musi otrzymać nagrodę Nobla, co oczywiście wkrótce nastąpiło.

W ciągu mojej długoletniej działalności jako profesora, niejednokrotnie miałem sposobność kierować pracą młodego naukowca. Zdarzało się, że wykonał pod moim kierunkiem jedną lub dwie prace i potem obrał inną tematykę prac badawczych. W takim przypadku pomiędzy nami nie powstawały zwykle bliższe więzy. Więzy te istniały, gdy udawało mi się stworzyć zespoły, zwane popularnie szkołami, o tematyce nawiązującej do moich prac własnych. Taką szkołę udało mi się zorganizować dwa razy w życiu.

Pierwszy raz około r. 1930 we Lwowie, na Politechnice – mimo że audytorium składało się wówczas z bardzo szczupłego grona studentów. Prace tej szkoły nawiązywały przede wszystkim do moich prac o elektrycznym promieniowaniu kwadropolowym, które ostatecznie doprowadziły do doświadczalnego odkrycia tego promieniowania w laboratorium fizycznym w Pasadenie. Głównym jej reprezentantem, a jednocześnie jednym z najbardziej uzdolnionych współpracowników – był Ślązak Jan Blaton, z którym łączyła mnie prawdziwa przyjaźń. Niestety, już jako profesor Uniwersytetu Jagiellońskiego zginął on w r. 1948 w Tatrach. Głównym osiągnięciem naukowym Blatona w zakresie fizyki było odkrycie, wspólnie z prof. H. Niewodniczańskim, magnetycznego promieniowania dipolowego. Oprócz tego Blaton pozostawił prace z fizyki atmosfery, które wykonał będąc przez pewien czas dyrektorem Państwowego Instytutu Meteorologicznego. Prace te cytowane są w podręcznikach z tej dziedziny.

Powstawanie drugiej szkoły, tematyka której nawiązywała do moich prac z dyfrakcji optycznej, przypada na rok 1957. Ale nie była to prosta kontynuacja moich prac, ani też nie były to prace o charakterze przyczynkowym. Współpracownicy moi wnieśli bowiem do zagadnień dyfrakcyjnych i z nimi związanych zagadnień pokrewnych, zupełnie nowe punkty widzenia o znaczeniu podstawowym, tak, że niektóre ich wyniki będą cytowane nie tylko w odnośnych monografiach, ale także w podręcznikach przeznaczonych dla studentów. Odnoszą się one do teorii elektromagnetyzmu, elastyczności izotropowej i jednoosiowej krystalicznej. Mimo, że niektórzy z moich współpracowników przebywali przez dwa lata za granicą, aby tam studiować inne działy optyki, powracali niekiedy – w myśl zasady „*on revient toujours à ses premiers amours*” – do prac z teorii dyfrakcji lub do tematów pokrewnych.

O tym, że poszczególni uczestnicy cieszą się dobrą opinią za granicą świadczy fakt, że w roku 1970 przez miesiąc przebywał w Warszawie jeden z amerykańskich profesorów, aby wykończyć pracę rozpoczęta korespondencyjnie z jednym z naszych współpracowników.

Od samego początku istnienia naszej szkoły spotykamy się raz na tydzień w moim mieszkaniu, aby omawiać postępy prac będących w opracowywaniu i aby przedyskutować różne interesujące nas problemy naukowe. Niewątpliwie stanowiło to, i stanowi, czynnik mobilizujący nas do większej aktywności naukowej. Oprócz tego uważam, że spotkania nasze przyczyniły się bardzo do scementowania naszego zespołu.

Przynależność do zespołu tworzącego szkołę powoduje oczywiście pewne udogodnienia w pracy naukowej dla uczestnika szkoły. Wystarczy czasem zwrócić się o radę do jednego ze swoich kolegów. Zdarza się, że dzięki bliskim kontaktom pomiędzy uczestnikami danej szkoły jeden z nich dojdzie do własnych wyników na podstawie osiągnięć swoich kolegów.

Jeszcze częściej powstają w szkole prace zespołowe. Prace takie mogą być nawet na poziomie, na który nie byłoby stać poszczególnych członków zespołu. Wątpliwości mogą jedynie powstawać, gdy prace zespołowe bywają przedstawione jako prace doktorskie, co się w przeszłości niekiedy zdarzało. Udział poszczególnych autorów w takich pracach zazwyczaj nie bywa ujawniany i często jest trudno uchwytyny nawet dla współautorów.

W naszej szkole zdarzały się przypadki, że na osiągnięciach jednych uczestników budowali swoje prace inni uczestnicy. Wykonywane były także prace zespołowe. Nie używano ich jednak jako prac doktorskich. Spodziewam się, że więzy zadziergnięte w obecnej szkole sprzyjać będą nadal powstawaniu obu rodzajów prac, które w niektórych przypadkach mogą być bardzo pożyteczne.

Zadaniem fizyki teoretycznej jest sformułowanie matematyczne praw przyrody, podczas gdy fizyka doświadczalna te prawa wykrywa lub teoretycznie wykryte sprawdza. Stąd wynika, że fizyk teoretyk musi posiadać pewne wiadomości matematyczne, a oprócz tego musi posiadać zdolność opanowywania nowych działów tej nauki, gdy zajdzie ku temu potrzeba. Inaczej mogłoby się zdarzyć, że nie będzie mógł nadążyć za postępem pewnego działu fizyki, lub ten dział stworzyć. Z historii mechaniki kwantowej wiadomo, że gdy Heisenberg opublikował swoją pierwszą fundamentalną pracę z nowszej teorii kwantów, nie wiedział, że właściwy sposób jej przedstawienia daje rachunek macierzowy. Po prostu jego nie znał. Dopiero Max Born zwrócił mu uwagę na ten fakt. Czasem zdarza się, że przypadkowa znajomość pewnego działu matematyki umożliwia ważne odkrycie fizyczne. Tak np. E. Schrödinger znał problematykę zagadnień własnych, co umożliwiło mu odkrycie mechaniki falowej, a więc pewnej bardzo ważnej wersji nowoczesnej teorii kwantów.

Zdolności matematyczne różnych fizyków teoretyków były oczywiście różne. Byli tacy, którzy podawali dowody ważnych twierdzeń matematycznych. Tak np. G. Kirchhoff podał dowód zasady, która dziś nazywamy zasadą Kirchhoffa-Huygensa, a Sommerfeld sformułował tak zwane warunki wypromieniowania. Nie zawsze wiadomości i zdolności matematyczne ujawniają się jednak w pracach danego fizyka teoretyka. Jako przykład może służyć Niels Bohr, który był świetnym matematykiem, ale w swoich pracach w małym stopniu wykorzystywał swoją bogatą wiedzę matematyczną.

Z wieloma odkryciami fizycznymi nie muszą oczywiście iść w parze piękne rozważania matematyczne. Sommerfeld, który na początku swojej kariery naukowej rozwiązał w słynnej pracy ściśle dyfrakcyjne zagadnienie brzegowe na półpłaszczyźnie, opowiadał np., że matematyka Plancka wydawała mu się niedługo po wykonaniu tej pracy dość prymitywna. A jednak z tą matematyką związane było jedno z największych odkryć w fizyce, mianowicie odkrycie kwantów.

Zajmowanie się fizyką teoretyczną posiada wyjątkowy czar dla miłośnika praw przyrody. Stwarza bowiem możliwość ich odkrycia i głębokiego zrozumienia. Wprawdzie tylko niezmiernie małej liczbie wybrańców losu dane było dokonać odkrycia prawa o zasadniczym znaczeniu, ale pamiętajmy jednak, że dobra praca naukowa o znaczeniu przyczynkowym może sprawiać autorowi pewne zadowolenie. Fizyka teoretyka można porównać w pewnej mierze z graczem na loterii. Zdaje sobie sprawę z tego, że szanse zdobycia głównej wygranej są minimalne, a większej wygranej bardzo małe, ale mimo tego próbuje swojego szczęścia.