



Paul Dirac (1902–1984) – oryginał i samotnik

Zofia Gołąb-Meyer

Choć fizyka XX wieku to już epoka pracy w wielkich zespołach, to jednak jej podstawy, kamienie milowe, rodziły się w głowach wielkich indywidualności, często samotników, takich jak Albert Einstein czy Paul Dirac. Paul Dirac jest uznawany za twórcę relatywistycznej mechaniki kwantowej i elektrodynamiki kwantowej, bazy fizyki współczesnej. Twórcy tej fizyki stanowili zbiór ludzi o często diametralnie różnych osobowościach.



Aby to dostrzec wystarczy porównać Nielsa Bohra, obdarzonego „instynktem” ojcowskim, charyzmą i darem do tworzenia środowiska, z taką osobowością indywidualisty i odludka jak Dirac, czy z jeszcze innym charakterem, jak „donżuan” Erwin Schrödinger, czy też układny syn profesorski Werner Heisenberg. Istnieje słynna fotografia z 1933 roku (zamieszczona poniżej), na której widnieją trzej nobliści, twórcy mechaniki kwantowej: najstarszy Erwin Schrödinger (w pumpach) z żoną oraz dwaj młodsi, rówieśnicy Werner Heisenberg i Paul Dirac, z matkami, którzy – pomimo różnic charakterów – znajdowali wspólny język i doskonale się komunikowali, gdy sprawy dotyczyły ich pasji, fizyki.



Dworzec kolejowy, Sztokholm, 1933 rok

Dirac był w tym towarzystwie szczególnie osobliwy. Dzisiaj powiedziałoby się, że był on typem autystycznym. Na jego charakterze i usposobieniu zaciążyło dzieciństwo z trudnym i patriarchalnym ojcem.

Paul Dirac urodził się w 1902 roku w Bristolu w Anglii. Ojciec jego, Szwajcar z pochodzenia, był nauczycielem francuskiego i dyrektorem szkoły średniej, do której uczęszczał Dirac. Był on niesłychanie surowy i wymagający. Puszczać wodze wyobraźni można go sobie przedstawić jako strasznego reprezentanta opresyjnej metody wychowawczej tamtych czasów, postrach uczniów i nauczycieli. Ze swoimi dziećmi w domu rozmawiał wyłącznie po francusku, tylko matka mogła z nimi rozmawiać po angielsku. Proszę sobie wyobrazić dom, w którym ojciec jada w jadalni obiad z jednym synem (właśnie Paulem), a matka z dwójką pozostałych dzieci, starszym bratem Paula i młodszą siostrą w kuchni, tocząc z nimi rozmowę po angielsku.

Dirac miał mawiać, że dlatego prawie nie rozmawiał z ojcem, ponieważ nie potrafił po francusku wyrazić tego co chciał dostatecznie jasno. Dirac znany był z tego, że nie odzywał się spontanicznie, a jedynie odpowiadał precyzyjnie na pytania. „Tak”, „nie” i „nie wiem”, to były najczęściej wymawiane przez niego słowa.

Filozofowi Thomasowi Kuhnowi udało się przeprowadzić wywiad z Dirakiem w obecności jego szwagra, wybitnego fizyka Wignera (polecamy rubrykę „Czytamy po angielsku”). Dzięki temu mamy wiarygodne informacje o dzieciństwie i młodości Diraca. Otóż młody Paul z nikim w szkole się nie zaprzyjaźnił, z nikim nie rozmawiał, nie uprawiał żadnych sportów zespołowych, jedynie samotnie biegał. Mimo to wspomina szkołę dobrze. Była to nowoczesna szkoła, w której nacisk był położony na przedmioty ścisłe, miała dobrze wyposażone pracownie, oraz dobrze postawione języki nowożytnie. Podczas I wojny światowej, starsze roczniki uczniów były na froncie. Dzięki temu Paul miał swobodny dostęp do pracowni fizycznej, a zajęcia z przedmiotów ścisłych odbywały się w bardzo małych grupach. *De facto* zapewniono Paulowi indywidualny tok nauczania. Uczył się w znacznej mierze sam. Szkołę skończył jako szesnastolatek i rozpoczął studia na wydziale inżynierskim uniwersytetu w Bristolu, który mieścił się w tym samym budynku, co szkoła.



Eugene Wigner, wybitny fizyk,
szwagier Diraca



Thomas Kuhn, filozof, historyk nauki, autor
książki *Struktury rewolucji naukowych*

Dirac wspomina inspirującą go rolę geometrii rzutowej. W 1921 roku po ukończeniu studiów inżynierskich (*electrical engineering*) i krótkiej praktyce w zakładzie pracy – zresztą tym samym, w którym pracował jego brat, a z którym również nie utrzymywał kontaktów – dostał stypendium na uniwersytecie w Bristolu na kontynuowanie studiów matematyki. W tym czasie brat Paula popełnił samobójstwo. Przyczyną była prawdopodobnie depresja. To wydarzenie wywarło duże wrażenie na Paulu, pogorszyło też jego stosunki z ojcem, którego obwiniał o samobójstwo brata. Od 1923 roku rozpoczął studia w słynnym St John's College w Cambridge. W dalszym ciągu pozostawał odludkiem i dziwakiem. Na przykład przed wyprawami górskimi trenował na kampusie uniwersyteckim wspinanie po drzewach... w garniturze. Nie partycypował w bogatym życiu studentów, swoich rówieśników – nie miał takiej potrzeby.

W 1926 roku jako 24-latek uzyskał tytuł doktorski. Jego rówieśnik Heisenberg również bardzo młodo uzyskał doktorat, mimo iż w przeciwieństwie do Diraca był bardzo towarzyski i miał wiele zainteresowań. Obaj młodzi ludzie nie marnowali czasu, kiedy – jak twierdzą psychologowie – umysł jest najbardziej twórczy.

W wywiadzie udzielonym Kuhnowi Dirac wyjaśnia, jaki wpływ wywarły na niego studia inżynierskie. Otóż jak twierdzi miał jako młody człowiek wewnętrzne przekonanie, iż tylko ściśle teorie są warte zainteresowania. Studia inżynierskie nauczyły go, że również teorie bazujące na aproksymacji mogą być piękne i niezwykle użyteczne. W końcu to Dirac wprowadził do fizyki funkcję, zwana *deltą Diraca*, krytykowaną początkowo przez matematyków, właśnie za brak ścisłości. Dirac uważał, że nauka rozwija się poprzez poszukiwanie teorii coraz ściślejszych i że musimy się godzić z przybliżeniami.

Thomas Kuhn próbował „wyciągnąć” od Diraca trochę informacji na temat życia towarzyskiego oraz kobiet w życiu Diraca. Niewiele się Kuhn dowiedział. Ta przestrzeń rzeczywistości jakby dla Diraca nie istniała. Ale jednak ożenił się z siostrą Wignera, która potrafiła mu stworzyć normalną rodzinę z czwórką dzieci, dwojgiem wspólnych i dwójką z jej pierwszego małżeństwa. Istnieje często powtarzana anegdota (np. przez Gamowa), że przedstawiał ją jako siostrę Wignera, ostatnio swoją żonę.

W czasie wspólnej z Heisenbergiem podróży statkiem do Japonii, zaintrygowany zapytał Heisenberga, który lubił sobie umilać czas podróży potańcówkami, dlaczego traci czas na takie rzeczy. A gdy Heisenberg odparł, że to przecież przyjemność tańczyć z interesującą i atrakcyjną kobietą, Dirac zapytał, skąd Heisenberg wie *a priori*, że kobieta jest atrakcyjna.





Dirac z żoną i dziećmi (http://www.dirac.ch/images/paul_family_klein.jpg)

Precyzję rozumowania Diraca ilustrują poniższe anegdoty:

Przed wykładem studenci zostali zachęcani do zadawania pytań. Pewien odważny student w czasie wykładu Diraca zapytał grzecznie: „Nie zrozumiałem, skąd się wziął wzór w lewym górnym rogu tablicy”. Dirac nie odpowiedział, a zapytany powtórnie, zamruczał: „To nie było pytanie, to było stwierdzenie”.

Kiedy pewnego razu Niels Bohr narzekał, że ma przy pisaniu prac naukowych trudność w zakończeniu zdania, Dirac powiedział, że „w szkole uczono go, iż nie należy zaczynać zdania, jeśli się nie zna jego końca”.

Dirac wykazywał brak zrozumienia dla zainteresowania Roberta Oppenheimera poezją, jako że jego zdaniem „nauka zajmuje się przedstawianiem trudnych rzeczy w sposób zrozumiały, podczas gdy poezja przedstawia rzeczy proste w sposób skomplikowany”. Oba te podejścia są zatem niekompatybilne.

Pewnego razu Kapica – wybitny fizyk rosyjski – dał do przeczytania Diracowi *Zbrodnię i karę* Dostojewskiego. Na zapytanie Diraca, jak mu się dzieło podobało, odparł, „że owszem podobało się, lecz w pewnym rozdziale autor popełnił błąd, a mianowicie, Słońce dwa razy wstało w jeden dzień”.

Wkład Paula Diraca w rozwój fizyki

Najważniejszym odkryciem naukowym Paula A.M. Diraca w rozwój mechaniki kwantowej jest odkryte przez niego w 1928 roku równanie, zwane od jego imienia *równaniem Diraca*. Opisuje ono elektron w sposób relatywistycznie niezmienniczy. Równanie to pozwoliło Diracowi na przewidzenie istnienia pozytonu – antycząstki elektronu. Równanie Diraca pozwoliło także na wyjaśnienie pochodzenia spinu elektronu.

W 1926 roku Dirac opracował niezależnie od Enrico Fermiego statystykę cząstek o spinie $\frac{1}{2}$ zwanych fermionami. Jest to tzw. Statystyka Fermiego-Diraca.

W 1930 roku Dirac został członkiem Królewskiego Towarzystwa naukowego, a w 1932 objął słynną katedrę *Lucasian* na uniwersytecie w Cambridge, którą kiedyś piastował Newton. W 1933 roku został uhonorowany wraz z Erwinem Schrödingerem Nagrodą Nobla w dziedzinie fizyki za *odkrycie nowych, płodnych aspektów teorii atomów i ich zastosowanie*.

Paul Dirac zmarł w wieku 82 lat w stolicy stanu Floryda, Tallahassee.



Tablica upamiętniająca Diraca
wmurowana w posadzkę w katedrze Westminster w Londynie
(http://www.dirac.ch/images/diracpaul_westminster.jpg)

W wydanej w 1930 roku książce *The Principles of Quantum Mechanics* (*Podstawy mechaniki kwantowej*) Dirac wprowadził zapis wektorów ket i bra, stosowany dzisiaj powszechnie w fizyce. Naukowe Koło Fizyków studentów UJ, jako swoje logo obrało symbol przywołujący notacje Dirac bra i ket.

$$\langle N | \hat{K} | F \rangle$$

Dirac:

Piękno matematyczne jest jakością, której nie da się określić, podobnie jak piękna w sztuce nie da się określić, ale ludzie, którzy studiują matematykę, nie mają zazwyczaj żadnej trudności w rozpoznawaniu go.

Helge S. Kragh, Dirac, *A Scientific Biography*, Cambridge University Press, 1992.