

OSZUSTWO MILLIKANA

KROPLE OLEJU MILLIKANA, ŁADUNEK ELEKTRONÓW I DANE GOTOWE

Media często przypisują Josephowi Johnowi Thomsonowi (1856-1940) odkrycie elektronu, ale dowody na to, że promienie katodowe składają się z cząstek ujemnie naładowanych, po raz pierwszy przedstawili William Crookes (1832-1919) i Jean-Baptiste Perrin (1870-1942).) i inni, którzy wykazali, że promienie mogą zostać odchyłone przez pole magnetyczne i naładować ciało, na które spadną. Problem polegał na tym, że nikt nie był w stanie odchylić promieni za pomocą pola elektrycznego, a jeśli promienie składały się z cząstek naładowanych ujemnie, to z pewnością powinno to nastąpić. Wkład Thomsona, którego dokonał w 1897 r. i który był rzeczywiście istotny, polegał na wykazaniu, że w odpowiednich warunkach eksperymentalnych przy niższym ciśnieniu gazu promienie katodowe mogą być również odchylane przez przyłożone pole elektryczne. Fotografie Thomsona zwykle przedstawiają go w średnim wieku, ale miał on całe 28 lat, kiedy zastąpił lorda Rayleigha na stanowisku profesora i kierownika Laboratorium Cavendish w Cambridge, oraz 31 lat, kiedy potwierdził dowód na istnienie elektronu w 1897 r. obliczono jego przybliżoną masę.

Znany był dokładnie stosunek ładunku do masy elektronu, dlatego ważne było określenie wielkości ładunku przenoszonego przez „cząsteczki” (nazwane później „elektronami”). Zadanie ustalenia ładunku powierzono Johnowi S. Townsendsowi (1868-1957), jednemu ze studentów Thomsona. Townsend użył chmur zjonizowanej pary wodnej: obserwując prędkość opadania chmury i stosując * prawo Stokesa dla swobodnego spadania kul w lepkim ośrodku, Townsend był w stanie określić wielkość kropelek; z pomiaru całkowitej ilości wody w chmurze obliczył następnie liczbę kropelek zawartych w chmurze; zmierzwszy także całkowity ładunek chmury, był w stanie obliczyć ładunek pojedynczego jonu jako $3 \times 10^{(-10)}$ jednostek elektrostatycznych (j.el-s). Późniejszy pomiar dokonany przez Thomsona dał wartość $6,5 \times 10^{(-10)}$ j.el-s. (Obecnie ustalona wartość to $4,803 \times 10^{(-10)}$ j.el-s lub $1,602 \times 10^{(-19)}$ kulombów.)

Niedokładność metody wodno-chmurowej wynikała przede wszystkim z odparowania kropelek wody w trakcie eksperymentu (co spowodowało zmianę ich objętości), a dokładniejszego pomiaru ładunku elektronów dokonał Robert A. Millikan (1868-1953) i jego asystenci w latach 1910-1912 przy użyciu kropelek oleju, za co Millikan otrzymał w 1923 roku Nagrodę Nobla w dziedzinie fizyki. Millikan podał $4,774 \times 10^{(-10)}$ j.el-s jako wartość ładunku elektronu. Jednym z problemów związanych z analizą danych eksperymentalnych dotyczących kropli oleju, problemem dobrze rozpoznanym przez Millikana, jest to, że prawo Stokesa wymaga ośrodka ciągłego, a kropelki oleju w eksperymencie są na tyle małe, że założenie ośrodka ciągłego jest nie do końca uzasadnione. Millikan arbitralnie dodał składnik korygujący do równania Stokesa i włożył wiele wysiłku w oszacowanie wielkości tej poprawki.

Millikan uzyskał stopień doktora na Uniwersytecie Columbia w 1895 r. i był wykładowcą Uniwersytetu w Chicago od 1896 do 1921 r. oraz w Kalifornijskim Instytucie Technologii od 1921 do 1945 r. W Caltech Millikan był bardzo odpowiedzialny za politykę uniwersytecką i wielu uważają go za „patrona” Kalifornijskiego Instytutu Technologii.

Ostatnio jednak Millikana spotkała się z ostrą krytyką za skuteczne oszukanie doktoranta Harveya Fletchera, pozbawiając go zasług za eksperymenty z kroplami oleju, a nawet za „przetgotowanie” danych wykorzystanych w jego klasycznej pracy [Millikana] opisującej eksperymenty.

David Goodstein (American Scientist 2001 89:54) przedstawia następujące uwagi:

1) Około roku 1910 Millikan zlecił nowemu doktorantowi, Harveyowi Fletcherowi (?-1982), zadanie opracowania sposobu wykorzystania rtęci, gliceryny lub oleju zamiast wody w eksperymentach z kropelkami w celu ustalenia ładunku elektronu. Fletcher natychmiast przygotował prymitywny aparat składający się z małych kropelek oleju zegarkowego, kropelek wytwarzanych przez zwykły atomizer

perfum. Przez okular można było obserwować i mierzyć ruchy Browna spowodowane uderzeniami niewidzialnych cząsteczek powietrza w kropelki oleju. W ciągu kilku lat Fletcher i Millikan, pracując z tym podstawowym aparatem, ustalili dokładną wartość ładunku elektronu i określili iloczyn $(N)(e)$, gdzie (N) jest liczbą Avogadra, a (e) jest elektronem ładunek, produkt uzyskany z obserwacji ruchów Browna. W związku z tym możliwe było powstanie dwóch odrębnych artykułów naukowych z tej pracy. Ówczesne zasady akademickie zezwalały Fletcherowi na wykorzystanie opublikowanej pracy jako pracy doktorskiej, ale tylko wtedy, gdy był jedynym autorem. Najwyraźniej Millikan, który miał wtedy 40 lat i nie zapisał się jeszcze w fizyce, zwrócił się do Fletchera z „umową”: Fletcher będzie jedynym autorem artykułu o ruchu Browna (co było mniej ważne), a Millikan będzie jedynym autorem artykułu o ładunku elektronowym. Goodstein stwierdza: „Bez wątpienia Millikan rozumiał, że pomiar [ładunku elektronów] ugruntuje jego reputację i chciał pełnego uznania. Fletcher też to rozumiał i był nieco zawiedziony, ale Millikan był jego obrońcą i orędownikiem przez całą swoją karierę absolwenta, więc nie miał innego wyjścia, jak tylko się zgodzić. Ta manipulacja Millikana stała się szerzej znana dopiero na początku lat 80.

2) Jeśli chodzi o niewłaściwe obchodzenie się z danymi przez Millikana, powszechny jest pogląd, że Millikan „ugotował” dane (tj. zachował tylko te wyniki, które pasują do jego wniosków i odrzucił inne wyniki) na potrzeby swojej ważnej pracy z 1913 r., wzmacniającej pomiary ładunku elektronów za pomocą techniki upuszczania kropli oleju. Zasadniczo to właśnie ten artykuł doprowadził bezpośrednio do Nagrody Nobla. Goodstein stwierdza: „Opublikował wyniki pomiarów zaledwie 58 kropli, podczas gdy z notatników wynika, że badał około 175 kropli... A co gorsza, skłamał na ten temat. Artykuł Millikana z 1913 r. zawiera następujące wyraźne stwierdzenie: „To należy również zauważyć, że nie jest to wybrana grupa kropli, ale reprezentuje wszystkie krople, z którymi eksperymentowano w ciągu 60 kolejnych dni. W tym czasie aparat był kilkakrotnie zdejmowany i instalowany od nowa.”

3) Jednak po szczegółowej analizie notatników Millikana i opublikowanej pracy z 1913 r. Goodstein dochodzi do wniosku, że choć nie wprost, Millikan w artykule z 1913 r. pośrednio wskazuje, że przedstawiono pomiary tylko 58 kropli, ponieważ pomiary 117 kropli uznano za niekompletne, krople zbyt małe (zbyt podatne na ruchy Browna) lub zbyt duże (spadające zbyt szybko, aby można było zmierzyć prędkość) itp. Goodstein stwierdza: „Który naukowiec zaznajomiony z kaprysami najnowocześniejszych prac eksperymentalnych mógłby zarzucić Millikanowi, że wybrał te pomiary, które uważał za najbardziej wiarygodne, aby uzyskać najdokładniejszy możliwy wynik?”

[Nota redaktora: Przyznając się do „kaprysów najnowocześniejszych prac eksperymentalnych” i przyznając, że w tym przypadku ostateczne wyniki liczbowe prawdopodobnie /nie/ uległyby zmianie, gdyby uwzględniono wszystkie pomiary, nadal zdecydowanie nie zgadzamy się z oceną Goodsteina. Uważamy, że Millikan powinien był opublikować /wszystkie/ swoje dane, a następnie wyraźnie omówić w swoim artykule powody odrzucenia danych dotyczących 117 ze 175 kropli. Zamiast tego Millikan zasadniczo zataił swój wybór zaledwie 58 kropli, używając dwuznacznego języka, i w ten sposób naprawdę „ugotował” dane do publikacji.]

4) Goodstein podsumowuje: „Jak każdy, [Millikan] miał swoje mocne i słabe strony. Nie był na tyle hojny, aby w krytycznym momencie swojej kariery przedkładać interesy ucznia nad własne. Opisując wyniki swojej pracy z kroplami oleju, dał się trochę ponieść wykazaniem poprawności swojej empirycznej poprawki do prawa Stokesa... Ale Robert Andrews Millikan nie był złoczyńcą. I z całą pewnością nie dopuścił się oszustwa naukowego w swojej przełomowej pracy nad ładunkiem elektronu.”

Uwagi:

Prawo Stokesa: Prawo to, odkryte przez George'a Stokesa (1819-1903), przewiduje siłę tarcia (F) działającą na kulistą kulę poruszającą się w lepkim ośrodku, przy czym F jest określone przez $6\pi\eta r v$, gdzie (r) jest promieniem kulki, (η) to lepkość ośrodku, oraz (v) to prędkość piłki. W przypadku spadającej piłki siła (F) jest równa sile grawitacji działającej na kulę, pomniejszonej o siłę wyporu.

Angielska wersja tekstu na stronie <http://scienceweek.com/2004/rmps-27.htm> - obecnie strona nie istnieje.

ScienceWeek

MILLIKAN'S OIL DROPS, ELECTRON CHARGE, AND COOKED DATA

(Oryginalny tekst po angielsku znajduje się na stronie <https://vixra.org/pdf/1905.0169v1.pdf>)