



Nagrody Nobla w dziedzinie fizyki za badanie zjawiska fotoelektrycznego

*Maria Średniawa
II LO, Kraków*

Nagrody Nobla w dziedzinie fizyki za badania zjawiska fotoelektrycznego
dla Philippa Lenarda w 1905 roku, dla Alberta Einsteina w 1921 roku
i dla Roberta Millikana w 1923 roku

Badanie doświadczalne promieni katodowych i zjawiska fotoelektrycznego (1902)

Philipp Eduard Anton von Lenard [1] urodził się w Bratysławie w rodzinie pochodzącej z Tyrolu, studiował fizykę w Budapeszcie, Wiedniu, Berlinie i Heidelbergu. Stopień doktora uzyskał w 1886 roku w Heidelbergu. W latach 1892–1894 pracował jako docent i asystent Heinricha Hertza na Uniwersytecie w Bonn, a później jako profesor kolejno na Uniwersytetach w Heidelbergu i Kilonii.

Lenard początkowo pracował nad zjawiskami fosforescencji i luminescencji, po czym zajął się badaniem promieni katodowych. Promienie te odkrył w 1858 roku Julius Plücker, obserwując luminescencję na ścianie rury wyładowczej znajdującej się naprzeciw katody. O naturze promieni katodowych wypowiedziano po ich odkryciu dwa różne poglądy. Fizycy niemieccy, wśród nich Hertz, uważali promienie katodowe za fale w eterze, tego rodzaju co promienie nadfioletowe, natomiast fizycy angielscy uważali je za promienie korpuskularne.

W celu zbadania natury promieni katodowych Lenard zbudował w 1893 roku rurę wyładowczą, mającą naprzeciw katody ściankę aluminiową, na tyle grubą, aby wewnątrz rury utrzymywała próżnię lub gaz pod obniżonym ciśnieniem, a na tyle cienką, by przepuszczała promienie katodowe na zewnątrz rury. Obserwując luminescencję wywołaną promieniami katodowymi, Lenard stwierdził, że na zewnątrz rury promienie, które wydostały się z niej, nie zmieniają kierunku, że są odchylane przez pole zarówno elektryczne, jak i magnetyczne, że jonizują powietrze i że mają zasięg kilku metrów w próżni, a około decymetra w powietrzu atmosferycznym. Świadczyło to o korpuskularnej naturze tych promieni. Dalsze badania Jean Perrina w 1895 roku, Johna Josepha Thomsona (który odkrył elek-



Philipp E.A. Lenard
(1862–1948)

tron w 1896 roku) i Wilhelma Wiena w 1897 roku udowodniły, że promienie katodowe są wiązką elektronów.

Lenard prowadził badania promieni katodowych do 1898 roku, po czym zajął się badaniem zjawiska fotoelektrycznego. Zjawisko to zostało zaobserwowane w 1887 roku przez Heinricha Hertza, który zauważył, że naświetlanie cewki indukcyjnej promieniowaniem nadfioletowym ułatwia zajęcie wyładowań między kulkami iskiernika. Właściwym odkrywcą zjawiska fotoelektrycznego był Wilhelm Hallwachs. Stwierdził on w 1887 roku, że płytka cynkowa, użyta jako katoda lampy wyładowczej, naświetlana promieniowaniem nadfioletowym, wysyła ładunki ujemne, które można zbierać na anodzie. Julius Elster i Hans Geitel zaobserwowali w następnym roku, że ładunki te poruszają się po torach prostoliniowych i że są odchylane przez pole magnetyczne.

Lenard rozpoczął badanie zjawiska fotoelektrycznego w 1898 roku. Wyniki ogłosił w 1902 roku w pracy *Über lichtelektrische Wirkung* (O działaniu fotoelektrycznym) [2]. Stwierdził, że stosunek ładunku do masy dla cząstek pojawiających się w zjawisku fotoelektrycznym jest taki sam jak dla elektronów, oraz sformułował prawa zjawiska fotoelektrycznego, z których dwa były niezgodne z XIX-wieczną falową teorią światła. Stwierdził mianowicie, że istnieje częstość progowa fali świetlnej, poniżej której zjawisko fotoelektryczne nie występuje, oraz że maksymalna energia fotoelektronów nie zależy od natężenia fali świetlnej padającej na katodę.

Wyniki otrzymane przez Lenarda znalazły szybko uznanie. **W 1905 roku Philipp Lenard otrzymał Nagrodę Nobla w dziedzinie fizyki za badanie promieni katodowych** [3].

Kwanty światła

Oprócz zjawiska fotoelektrycznego znano też inne zjawiska, których prawa były sprzeczne z XIX-wieczną teorią promieniowania, zakładającą, że pochłanianie i wysyłanie światła odbywa się w sposób ciągły. Należał do nich rozkład spektralny promieniowania ciała doskonale czarnego.



Max Planck
(1853–1947)

Aby ten rozkład wyjaśnić, Planck założył w 1900 roku, że pochłanianie i wysyłanie światła odbywa się skokami, pochłaniane i wysyłane są „kwanty” światła. Każdy z kwantów światła ma energię $E = h\nu$, gdzie h nazywamy obecnie „stałą Plancka”, a ν jest częstotliwością pochłanianego lub wysyłanego promieniowania. Stosując tę „hipotezę kwantów światła”, Planck otrzymał zgodny z doświadczeniem wzór na rozkład spektralny widma ciała doskonale czarnego. Nagroda

Nobla z dziedziny fizyki w 1918 została przyznana Planckowi za wprowadzenie do fizyki koncepcji kwantów działania [4].

Wytlumaczenie zjawiska fotoelektrycznego (1905)

W 1905 roku **Albert Einstein (1879–1955)** w pracy pt. *Über einen der Erzeugung und Verwandlung des Lichtes betreffenden Gesichtspunkt* (O stanowisku odnoszącym się do wytwarzania i przemiany światła) [5] rozszerzył hipotezę Plancka, zakładając, że światło nie tylko jest pochłaniane i wysyłane kwantowo, lecz rozchodzi się jako zbiór kwantów. W zjawisku fotoelektrycznym energia $h\nu$ kwantu promieniowania („fotonu”) padającego na powierzchnię metalu przekształca się w pracę P wyjścia elektronu z przypowierzchniowej warstwy metalicznej i w energię kinetyczną E_{kin} elektronu wytrąconego z metalu:

$$h\nu = P + E_{kin} \quad (\text{wzór Einsteina})$$

Dokładnego pomiaru stałej Plancka i sprawdzenia wzoru Einsteina dokonał w 1916 roku **Robert A. Millikan** [6], który otrzymał w 1923 roku Nagrodę Nobla z fizyki za badanie elementarnego ładunku elektrycznego i zjawiska fotoelektrycznego.



Robert A. Millikan
(1868–1953)



Albert Einstein
(1879–1955)

Einstein otrzymał Nagrodę Nobla z fizyki w 1921 roku za całokształt pracy w dziedzinie fizyki teoretycznej, a w szczególności za wyjaśnienie zjawiska fotoelektrycznego [7]. W uzasadnieniu tym nie została wyraźnie wymieniona ani szczególna teoria względności, ani ogólna teoria względności, którą Einstein uważał za największe osiągnięcie swojego życia. Przyczyną tego stanowiska ówczesnych członków Komisji Nagrody Nobla była ich wyraźna skłonność do wyróżniania osiągnięć i nagradzania prac doświadczalnych. Te warunki spełniała praca Lenarda o zjawisku fotoelektrycznym. Natomiast znane w owym czasie i obliczone teoretycznie odstępstwa, wynikające zarówno ze szczególnej jak i z ogólnej

teorii względności, były bardzo małe i trudne wówczas do sprawdzenia doświadczalnego (zjawiska, w których efekty relatywistyczne były znaczące lub dominujące, poznano o wiele lat później).

Einstein nie uczestniczył w 1921 roku w uroczystościach nadania Nagród Nobla, gdyż przebywał wówczas daleko od Szwecji. Zamiast wykładu noblowskiego nadesłał w 1923 roku do Szwedzkiej Akademii Nauk artykuł pt. *Fundamental Ideas and Problems of the Theory of Relativity*, umieszczony w zbiorze *Nobel Lectures, Physics 1901–1921* [8]. W artykule tym Einstein nie wspomniał w ogóle o zjawisku fotoelektrycznym, za wy tłumaczenie którego przyznano mu Nagrodę Nobla.

Osobiste relacje Lenarda i Einsteina były początkowo poprawne, traktowali się wzajemnie z szacunkiem. Późniejszy konflikt [9] (mający tło polityczne w latach gdy w Niemczech dochodzili do władzy narodowi socjaliści) dotyczył ich przeciwstawnych poglądów na istnienie eteru. Lenard, zapalony faszysta, propagator „fizyki aryjskiej”, zwalczał „fizykę żydowską”, w tym teorię względności.

Literatura

- [1] *Nobel Lectures, Physics 1901–1921*, Elsevier, Amsterdam 1967, zob. s. 99–138.
- [2] P. Lenard, *Annalen der Physik*, **17**, 149 (1902).
- [3] Zob. [1], s. 99–138.
- [4] Zob. [1], s. 481–492.
- [5] A. Einstein, *Ann. d. Phys.* **17**, 132 (1905).
- [6] R. Millikan, *Phys. Rev.* **7**, 356 (1916), zob. [1].
- [7] Zob. [1], s. 477–492.
- [8] Zob. [1], s. 482–490.
- [9] L. Kostro, *Alberta Einsteina koncepcja nowego eteru*, Sciencia, Gdańsk 1999, s. 222.