

KRZYSZTOF PACHOCKI

WILHELM CONRAD ROENTGEN – STULECIE ODKRYCIA PROMIENI X

WILHELM CONRAD ROENTGEN – CENTURY OF X RAYS DISCOVERY

Z Zakładu Ochrony Radiologicznej i Radiobiologii Państwowego Zakładu Higieny w Warszawie
p.o. Kierownik: dr K. Pachocki

„Badacz musi pamiętać o możliwości, która najczęściej staje się faktem, że jego praca zostanie w niedługim czasie usunięta w cień przez innych, metody jego będą ulepszone, a nowe wyniki bardziej ścisłe, że pamiętać o jego życiu i dziele będzie się stopniowo zacierać”

Wilhelm Conrad Roentgen (1845–1923)

Dzieciństwo i młodość

Wilhelm Conrad Roentgen urodził się 27 marca 1845 roku w Dolnej Nadrenii w Niemczech, w miasteczku Lennep (obecnie przedmieście Remscheid, Niemcy). Prowincjonalne miasteczko, leżące nad rzeką tej samej nazwy liczyło podówczas kilkanaście tysięcy mieszkańców i było znane z przemysłu włókienniczego. Urodził się w rodzinie średnio zamożnego kupca; *Fryderyka Conrada Roentgena*. Był jedynakiem. W roku 1848 wraz z rodzicami przeniósł się do Holandii, rodzinnego kraju swojej matki *Charlotte Constanze Frowein*, gdzie spędził prawie całe dzieciństwo i lata młodzieńcze.

Najpierw uczęszczał do szkoły podstawowej w Apeldoorn, a następnie w 1861 roku rozpoczął naukę w liceum w Utrechcie. Jako uczeń nie wyróżniał się niczym szczególnym. Na dodatek w wieku 17 lat został wydalony ze szkoły ponieważ nie chciał wydać kolegi, który narysował złośliwą karykaturę jednego z nauczycieli. Do egzaminu maturalnego został dopuszczony jako eksternista, ale go nie zdał z powodu niskiej noty z języków klasycznych. Po tych niepowodzeniach *Roentgen* pozostaje jeszcze rok w Holandii uczęszczając do szkoły budowy maszyn w Apeldoorn. Jednak nauka w tej szkole nie sprawiała mu zadowolenia i nie zaspakajała jego zainteresowań [1, 2, 3, 7, 8].

Studia w Szwajcarii

W listopadzie 1865 roku *W.C. Roentgen* opuszcza Holandię by wstąpić na sławną Politechnikę w Zurichu w Szwajcarii (obecnie Eidgenossische Hochschule, ETH), która nie wymagała posiadania świadectwa dojrzałości a jedynie zdania egzaminu wstępnego (testu). Po trzech latach intensywnych studiów w 1868 roku *C.W. Roentgen*

uzyskuje dyplom inżyniera mechanika. Kilka miesięcy później w wieku 24 lat zostaje asystentem profesora *Augusta Kundta*, znanego przede wszystkim jako autora powszechnie stosowanej metody pomiaru prędkości głosu w gazach i ciałach stałych. Pod jego kierunkiem na Wydziale Fizyki Eksperymentalnej pisze dysertację doktorską pt. „Badania nad gazami”.

W Zurychu zetknął się *Roentgen* z postępowym środowiskiem emigrantów niemieckich zmuszonych do opuszczenia swojego kraju z powodu rewolucyjnych przekonań. Wśród nich szczególnie popularną postacią był *Jan Gotfryd Ludwig*. Z jego córką Bertą, o sześć lat od siebie starszą, ożenił się w 1872 roku [1, 2, 3].

Praca naukowa

Gdy profesor A. Kundt w 1870 roku zostaje mianowany profesorem fizyki na Uniwersytecie Julusa Maximiliana w Wurzburgu w Bawarii ściąga tam W.C. Roentgena, swojego młodego asystenta. Tak po 22 latach spędzonych poza krajem rodzinnym Roentgen powrócił do Niemiec, swojego kraju rodzinnego. Jednak tam spotkała go gorycz i rozczarowanie, gdyż brak matury staje mu na przeszkodzie w formalnej karierze uniwersyteckiej (uzyskania najniższego tytułu naukowego docenta).

Podążając za swoim mistrzem i przyjacielem w 1872 r. Roentgen przenosi się do Strasburga, gdzie profesor Kundt objął kierownictwo Katedry Fizyki na tamtejszym Uniwersytecie. Kontynuuje tam swoje badania nad właściwościami gazów, a zwłaszcza ich ścisłości i ciepła właściwego, a ponadto interesuje się innymi zagadnieniami jak właściwości elektryczne kryształów. W pracowni Kundta opanowuje technikę eksperymentu, uczy się precyzji pomiarów i odtąd jego nawykiem staje się dokładna analiza błędów doświadczalnych [1, 2, 3].

Odmłodzony Uniwersytet w Strasburgu w 1874 roku nadaje *Roentgenowi* tytuł docenta, mimo, iż jak już wspomniano wyżej nie posiadał on matury [3].

Rok później w 1875 *Roentgen* w wieku 30 lat zostaje profesorem fizyki i matematyki na Akademii Rolniczej w Hohenheim niedaleko Stuttgartu. Jednak stanowisko to nie satysfakcjonowało go, gdyż uczelnia ta była bardzo słabo wyposażona i prezentowała niski poziom nauczania. Dlatego już w 1876 r. wraca na Uniwersytet w Strasburgu [3].

Mając już znaczny dorobek naukowy i poparcie sławnych uczonych: *Hermannna von Helmholtza* i *Gustawa Kirchhoffa* w 1879 roku w wieku 34 lat zostaje profesorem zwyczajnym fizyki doświadczalnej w Giessen w Hesji, gdzie blisko 10 lat kontynuuje swoje prace badawcze. Z tego okresu pochodzi 18 publikacji, które były szeroko znane i komentowane w świecie naukowym. Praca nad powstawaniem prądów elektrycznych w dielektrykach pod wpływem pola magnetycznego (prądy *Roentgena*) miała, zdaniem wielu fizyków, nie mniejsze znaczenie naukowe niż jego późniejsze odkrycie promieni X. Jego zakres zainteresowań badawczych w tym okresie był niezmiernie szeroki: poczynając od napięcia powierzchniowego różnych roztworów, poprzez wpływ wysokich ciśnień na rozmaite właściwości ciał, a zachowanie się dielektryków, aż do ulubionych przez niego badań nad kryształami. Jego prace cechowała niezwykła pomysłowość w konstruowaniu aparatury i w uproszczeniu metod doświadczalnych. Zarówno wśród wybitnych fizyków, jak i w gronie młodych adeptów nauki i uczniów, *Roentgen* miał opinię mistrza eksperymentu.

Okres w Giessen był jednym ze szczęśliwszych w życiu *Roentgena*. Poza intensywną pracą naukową oddawał się z zamilowaniem turystyce. Jego małżeństwo było udane, chociaż bezdzietne nad czym ubolewała przede wszystkim żona *Roentgena*.

Otaczało go szczupłe grono bardzo oddanych przyjaciół, wśród których było kilku wybitnych fizyków i lekarzy [1, 4, 5, 6].

Wielkie odkrycie

W 1888 roku *W.C. Roentgen* otrzymał ofertę podjęcia pracy na Uniwersytecie w Jenie (Niemcy) oraz na Uniwersytecie w Utrechcie w Holandii. Propozycji tych nie przyjął. Jednak gdy w tym samym roku zaproponowano mu objęcie kierownictwa, po *Friedrichu Kohlrauschu*, znakomicie wyposażonego Instytutu Fizyki na Uniwersytecie w Wurzburgu nie wahał się nawet przez moment. Sześć lat później zostaje jego rektorem. W tym to Uniwersytecie dokonuje swego największego odkrycia [1, 3].

Na początku października 1895 roku rozpoczyna badania promieni katodowych w wysokiej próżni w rurze *Crookesa* poddawanej wyładowaniom cewki indukcyjnej *Ruhmkorffa* zasilanej baterią akumulatorów i mogącej dawać iskry o długości od 10 do 15 cm. Skromną i prostą aparaturę ustawiono w odległych dwóch pokojach na pierwszym piętrze, nad ruchliwymi pracowniami Zakładu i pod prywatnym mieszkaniem *Roentgena*. Wiadomo już było wtedy, że promienie katodowe potrafią przenikać przez cienkie blaszki metalowe. Gdy więc w rurze *Crookesa* część szklanej ścianki naprzeciwko katody zastąpiono wtopioną w szkło cienką blaszką glinową przepuszczała ona promienie katodowe. Zasięg ich był krótki (kilka centymetrów), gdyż powietrze je silnie pochłaniało. Badając promienie katodowe w rurze i poza rurą stwierdzono, że wzbudzają one fluorescencję, tj. świecenie pewnych ciał, działają na kliszę fotograficzną, rozkładają ciała naładowane elektrycznie [1, 2].

„W piątek 8 listopada 1895 roku po południu, gdy już ustał zwykły gwar w pracowniach, gdy studenci i asystenci rozeszli się by koniec tygodnia spędzić poza Zakładem *Roentgen* udał się do pokoju badań na pierwszym piętrze, do którego w ostatnich dniach coraz częściej zachodził. Był pochłonięty myślą o ostatnich swoich doświadczeniach. Postanowił sprawdzić, czy zwykła ścianka szklana również przepuszcza promieniowanie katodowe. Aby światło rurki nie przeszkadzało w dojrzeniu ewentualnych zjawisk świetlnych poza rurą *Crookesa* wywołanych przez promienie katodowe, jeżeli wydostawałyby się z rury, pokrywa ją czarnym pudełkiem kartonowym i szczelnie zasłania okna. Przyzwyczał wzrok do ciemności i włączył prąd. W ciemności, z dala, zabłysło zielonkawe światełko, nagle, zwiewne jak mgielka. To nie było złudzenie. Oko uczonego dostrzegło je, choć jego uwaga była skupiona na przyrządzie. Zielonkawe chmurki migotały i przesuwały się pod ścianką w tym miejscu, gdzie stała ławka. *Roentgen* przeniósł wzrok na pudełko, nad którym stał pochylony. Nie było w nim najmniejszej nawet szparki, przez którą mogłyby przenikać promienie świetlne. Pomyślał o możliwości iskrzenia przewodów elektrycznych, gdyż przed chwilą włączył wysokie napięcie. Wylączył prąd, zapalił zapalkę i spojrzął w stronę ławki. Leżała na niej płytka pokryta kryształkami $\text{BaPt}(\text{CN})_4$ (tetracyjanoplatynianu barowego), której poprzednio używał do zwykłego badania fluorescencji, a która leżała teraz przypadkowo na ławce. Związek fluorescencji z rurką pod napięciem stawał się niewątpliwy, gdyż kiedy na przemian włączał i wylączył dopływ

prądu do rurki świecenie płytki znikало, а pojawiało się tylko wtedy, gdy rurka była pod napięciem. Przyczyna zjawiska tkwiła w rurce, lecz nie promienie katodowe wznicały świecenie płytki, musiał to być nowy rodzaj promieniowania. Zjawisko, którego nikt dotąd nie dostrzegł. Równocześnie ze świadomością dokonania wielkiego odkrycia zrodziło się niedowierzanie uczonego, który w ciągu wielu lat pracy badawczej przywykł do kontrolowania wrażeń zmysłowych niezawodną metodą laboratoryjną. Każdy następny krok upewniał go o odkryciu i zwiększał zdumienie. Były to obserwacje tak nowe i w dodatku tak sprzeczne z założeniami ówczesnej fizyki, że każdy nieostrożny krok, każdy przedwczesny wniosek mógł zdyskredytować odkrycie" [1].

Przez kilka tygodni *Roentgen* bada starannie niezrozumiałe zjawisko, prawie nie opuszczając miejsca pracy, gdzie sypia i spożywa posiłki. Obserwacje prowadzą go do wniosku, że rura Crookesa jest źródłem nowego rodzaju promieni niewidzialnych, które uczoney nazwał promieniami X. Bada przezroczystość różnych materiałów o różnej grubości. Stwierdza, że promienie X działają na kliszę fotograficzną. 22 grudnia 1895 roku w ciągu 15-minutowej ekspozycji wykonuje zdjęcie ręki żony. Na zdjęciu, obok wyraźnych cieni kośćca, na jednym palcu widoczny jest pierścień. Zdjęcie to z pietyzmem przechowywane jest w muzealnym gabinecie Zakładu Fizyki w Wurzburgu jako pierwszy w historii rentgenologii radiogram żywego człowieka [1, 3, 7].

Wszystkie zebrane obserwacje i wyniki *Roentgen* opisuje w 17 punktach doniesienia, które 28 grudnia składa w miejscowym Towarzystwie Fizykalno-Lekarskim (Physikalisch-Medizinische Gesellschaft zu Wurzburg), by je przedstawić na najbliższym posiedzeniu naukowym, które miało się odbyć 23 stycznia 1896 roku. Komunikat ten, wbrew regulaminowi został natychmiast opublikowany w Sprawozdaniach Towarzystwa, przed wygłoszeniem. Doniosłość odkrycia całkowicie uzasadniała to odstępstwo od przepisów [2].

Zaprezentowany przez *Roentgena* na posiedzeniu styczniowym Towarzystwa obraz szkieletu ręki wywołał entuzjazm i burzliwe oklaski zgromadzonych. Wybitny niemiecki anatom *Rudolf von Kolliker* zaproponował by promienie X nazwać promieniami *Roentgena* [2].

W dniu Nowego Roku 1896 *Roentgen* rozesłał do pewnej liczby uczonych niemieckich i zagranicznych odbitkę swojego komunikatu wstępnego wraz z pierwszymi zdjęciami wykonanymi za pomocą nowo odkrytych promieni. Kilka lat później dwaj lekarze francuscy *Toussaint Barthelemy* i *Paul Oudin* (specjalista w dziedzinie „elektrologii medycznej”) powtórzyli doświadczenie *Roentgena* i sfotografowali rękę ludzką przy użyciu promieni X. Nie ograniczyli się tylko do jednego zdjęcia rentgenowskiego. Zaraz w następnych dniach rozpoczęli w paryskim Szpitalu *Troussau* pod kierunkiem *Odilou-Marc Lannelongue'a*, profesora patologii chirurgicznej, systematyczne badania nad możliwością zastosowania promieni *Roentgena* w diagnostyce chirurgicznej. Świat lekarski szybko przyswaja sobie to nieocenione narzędzie diagnostyczne i rozszerza zakres jego stosowania. Znaczenie promieni X w medycynie wzrasta wraz z udoskonaleniem, z jednej strony aparatury rentgenowskiej, a z drugiej strony materiału fotograficznego. Następuje istotna lawina publikacji rentgenologicznych. W 1896 roku ukazało się ich 1044 [1].

Druga część komunikatu *Roentgena* ukazała się w marcu 1896 roku, a trzecia w maju 1897 roku. Te dwie publikacje stanowią pogłębione studium właściwości promieni X, а zwłaszcza ich zdolności jonizacyjnych [2].

Gdy 10 grudnia 1901 roku, pięć lat po śmierci dr *Alfreda Nobla*, miano po raz pierwszy rozdzielić nagrody jego fundacji *Wilhelm Conrad Roentgen* był pierwszym fizykiem, którego kandydaturę wysunęła Szwedzka Akademia Nauk. W motywacji wniosku podano [1]:

„Odkrycie *Roentgena* ma już teraz tak ogromne znaczenie dla ludzkości, że wykracza daleko poza wymogi określone przez fundatora”.

Niezwykłe właściwości promieni *Roentgena*, w szczególności ich zdolność przenikania ciał nieprzezroczystych, wywołują od razu wielkie zainteresowanie i fascynację nie tylko w środowisku naukowym, lecz poprzez częste sensacyjne relacje dziennikarzy, również wśród szerokiej rzeszy ludzi. Dochodzi nawet do tego, że pewna londyńska firma konfekcyjna uspakaja swe klientki, że produkowana przez nią bielizna damska nie naraża ich na niedyskrecję mężczyzn, gdyż wykonana jest z materiału... nieprzezroczystego dla promieni *Roentgena*. Promienie te stanowią też temat niezliczonych rysunków humorystycznych w prasie z roku 1896 i lat następnych. Pewne pismo amerykańskie publikuje na przykład karykatury różnych wybitnych osobistości ówczesnego świata politycznego przedstawiając co zawierają ich czaszki prześwietlone promieniami X [1, 2, 3].

Wkrótce po odkryciu promieni rentgenowskich przekonano się również, że wykazują one szkodliwe działanie biologiczne: porażają i niszczą żywe komórki. Ta właściwość, obok zdolności przenikania organizmu, znajdzie szerokie zastosowanie w medycynie, w terapii nowotworów.

Charakter promieni rentgenowskich przez długie lata pozostawał jednak nieznanym. Ich natura została wyjaśniona dopiero w 1912 roku (Walter Friedrich, Paul Kuipping) na Uniwersytecie *Ludwiga Maximiliana* w Monachium, gdzie *W.C. Roentgen*, na specjalne zaproszenie rządu bawarskiego, od 1910 r. kierował Instytutem Fizyki Doświadczalnej. Sam *Roentgen* nie uczestniczył w tych badaniach. Jest wręcz zadziwiające, że po ogłoszeniu swych trzech słynnych komunikatów przez wiele lat prawie niczego więcej nie opublikował. Być może znajdując się pod presją sławy, bał się ogłaszać prace mniej wartościowe, niewspółmierne z jego wielkim odkryciem [1].

Warunki życia podczas I Wojny Światowej jak również po wojnie, przegranej przez Niemcy, nie były łatwe dla *Roentgena*. W 1919 roku zmarła mu żona Berta, po śmierci której czuł się bardzo osamotniony. Jego przybrana córka od wielu lat nie mieszkała już z nim [1, 3].

Do 1920 roku nauczał na uniwersytecie. Jego wykłady pod koniec życia niezbyt zresztą były cenione przez słuchaczy. Ostatnie lata przeżył w warunkach graniczących z nędzą.

Wyczerpany i złożony chorobą zmarł 10 lutego 1923 roku. Urnę z prochami złożono w grobowcu rodzinnym w Geissen, gdzie spoczywa obok żony i rodziców.

W.C. Roentgen cieszył się oczywiście wielkim poważaniem w środowisku naukowym, choć byli też uczeni, którym nie obce były w stosunku do niego uczucia zazdrości i zawiści. Odmawiali mu oni zasługi w odkryciu promieni X, przypisując je przypadkowi. Niewątpliwie przypadek mu pomógł. Wystarczy jednak uważnie przeczytać jego pierwszy komunikat na temat promieni X, by zdać sobie sprawę z mistrzostwa jego doświadczeń oraz precyzji i głębi jego rozumowania [1, 2, 3].

Roentgen nigdy nie dbał o zaszczyty i nagrody, swoje stanowisko w tej materii określił w jednym z przemówień [1]:

„Największym i najwspanialszym przeżyciem jakiego doznać może naukowiec, niezależnie od zagadnień którymi się zajmuje, to praca badawcza nie przesądzająca wyników. W porównaniu z wewnętrznym zadoleniem jakie daje szczęśliwe rozwiązanie problemu, wszelkie uznanie na zewnątrz staje się mało istotne”.

Kwotę pieniężną otrzymaną w związku z Nagrodą Nobla przekazał w całości Uniwersytetowi w Wurzburgu.

W przyrodzie, zgodnie z wypowiedzią *Roentgena*, niejedno niezwykle zjawisko objawia się w najprostszym zdarzeniu, lecz dostrzeże je tylko ten, kto umie patrzeć, pozna je bystry badacz, dla którego doświadczenie jest najlepszym nauczycielem.

Przypisując w wielkich odkryciach zbyt dużą rolę przypadkowi warto przypomnieć, że *Wilhelm Conrad Roentgen* byłby uważany za jednego z najwybitniejszych naukowców świata, nawet gdyby nie odkrył nowych promieni [1, 3, 6, 7].

PIŚMIENICTWO

1. *Murczyński Cz., Sypniewska M.*: Wilhelm Konrad Roentgen. Dzieje wielkiego odkrycia. PZWL Warszawa, 1957. – 2. *Hurwic J.*: Twórcy nauki o promieniotwórczości, PWN Warszawa, 1989. – 3. *Peters M.D.*: W.C. Roentgen – An European Scientist, European Congress of Radiology, ECR'95, Vienna, Austria, March 5–10, 1995. – 4. *Kraft E.*: W.C. Roentgen. His friendship with Ludwig Zehnder. New York State Journal of Medicine, 1973, Vol. 73, No. 8. – 5. *Kraft E.*: W.C. Roentgen. Travel aspects of his life. New York State Journal of Medicine, 1972, vol. 72, 13. – 6. *Tautz M.*: W.C. Roentgen – A personage of his time, Suppl. to Polish J. Med. Phys. Engin. 1995, Vol. 1, No. 1. – 7. *Chomicki O.A.*: Early years of Roentgen's discovery. Suppl. to Polish J. Med. Phys. Engin. 1995, Vol. 1, No. 1. – 8. *Marasco J.*: Radiology: a century of progress. The magazin of the World Health Organization. Geneva, 48th Year, No 3, May, June, 1995.

Dn. 1995.09.28

00-791 Warszawa, ul. Chocimska 24