

## 6.5 Polacy w fizyce współczesnej<sup>19</sup>

Zaczęliśmy opowieść o fizyce od Mikołaja Kopernika (1473-1543) nie bez powodu. Postawił on szereg istotnych pytań, nie tylko o trzy rodzaje ruchu Ziemi ale także w zakresie fizyki: o grawitację, o ruch względny, o granice Wszechświata. Jego dzieło *De revolutionibus* jest warte przewertowania: jest to pierwszy traktat pisany w nowoczesny, empiryczny sposób. Już nie założenia i wnioski, jak u Euklidesa, ale obserwacje, hipotezy, dalsze obserwacje i wreszcie kompletna *teoria heliocentryczna*.

Oczywiście, Włosi zaczynają podręczniki od Galileusza (1564-1642), Francuzi od Kartezjusza (1596-1650), Anglicy od Newtona (1643-1727). Każdy z nich miał wielki wkład, ale rewolucji dokonał (i tu są wszyscy zgodni) tylko Kopernik. Wynik uzyskał po dwunastu latach studiów uniwersyteckich w zakresie prawa, greki, łaciny, medycyny i astronomii w Krakowie, Bolonii i Padwie i po dziesięcioleciach mozolnych obserwacji astronomicznych.

Tytanem pracy była również Maria Skłodowska, która w obcym kraju spędzała miesiące w nieogrzewanym laboratorium, separując chemicznie, po 20 g na raz, ponad tonę radioaktywnej rudy uranowej. Później służyła jako ochotniczka na froncie, dokonując prześwietleń rentgenowskich rannych żołnierzy. Z powodów narodowo – politycznych nie została wybrana do Francuskiej Akademii Nauk a i w Polsce nie „zadomowiła się”.

Historii uczonych, którzy mimo trudności dokonali rzeczy wielkich, jest więcej. Tu opisujemy kilka z odkryć dokonanych przez Polaków w fizyce współczesnej. Zaczniemy od życiorysu założyciela Instytutu Fizyki na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika w Toruniu, Aleksandra Jabłońskiego.

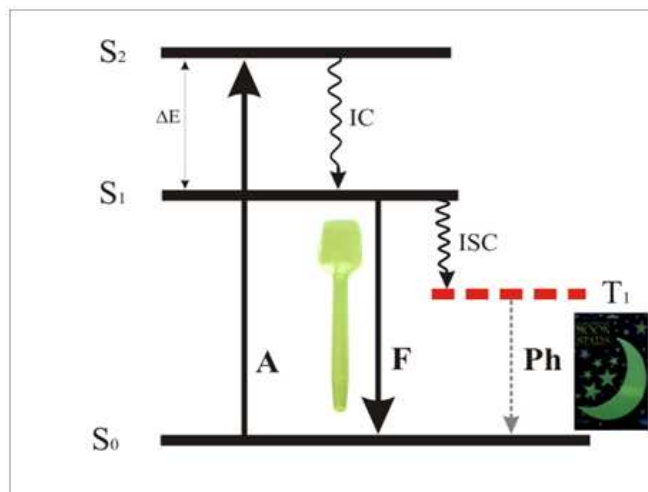
---

<sup>19</sup> Opracowała mgr Justyna Chojnacka

**Aleksander Jabłoński** - ur. 26.02.1898 w Woskresnówce na Ukrainie, zm. 9 września 1980 w Warszawie, pracował w dziedzinie optyki, fizyki atomowej i cząsteczkowej. Studia z zakresie fizyki na Uniwersytecie w Charkowie przerwała I Wojna Światowa – został powołany do armii rosyjskiej. Studia podjął ponownie w Warszawie i znów wojna (tzw. sowiecka) je przerwała. Jako saper przygotowuje w bezpośrednim sąsiedztwie wojsk nieprzyjacielskich przeprawę przez rzekę pod Baranowiczami, za co zostaje odznaczony Krzyżem Walecznych. W listopadzie 1920 roku po raz czwarty podejmuje studia fizyczne. Jednocześnie studiuje grę na skrzypcach – w latach 1921-1926 grał w grupie pierwszych skrzypiec Teatru Wielkiego w Warszawie. Niezwykle burzliwe były lata II wojny światowej – był więźniem obozu w Kozielsku, później jako żołnierz Armii Polskiej przez Iran i rejssem dookoła Afryki trafił do Anglii. W 1945 roku wraca do Polski i obejmuje katedrę fizyki doświadczalnej na UMK w Toruniu.

A. Jabłoński zastąpił jako twórca diagramu, opisującego mechanizm zjawisk fotoluminescencji, w świecie znanego pod nazwą *diagramu Jabłońskiego*. Nie bez echa przeszły także jego dalsze badania nad wpływem zderzeń atomowych na kształt linii widmowych, które przyniosły mu uznanie badaczy zajmujących się oddziaływaniami między-atomowymi i spektroskopią. Wkrótce jego odkrycia przyczyniły się do wynalezienia lasera barwnikowego, który odegrał istotną rolę w wielu dziedzinach nauki, techniki, a także medycynie.

Diagram Jabłońskiego wyjaśnia, dlaczego „świecą” na zielonkawo lub różowo niektóre barwniki, np. w kamizelkach dla kierowców. Otóż, obok natychmiastowego pochłaniania (absorpcji) i wysyłania (emisji) światła, możliwe są procesy „opóźnione” i widma wzajemnie przesunięte. Dzieje się tak, gdy bezpośrednie przejścia elektronów między poziomami energii są zabronione, np. z uwagi na ustawienia spinów. Istotne stają się wówczas *bezpromieniste* przejścia między różnymi poziomami energetycznymi.<sup>20</sup>



**Ryc. 6.16.** Uproszczony schemat poziomów energetycznych Jabłońskiego przedstawiający wzbudzone stany elektronowe o różnych wartościach całkowitego spinu: 0 – stan singletowy (S) i 1 – stan trypletowy (T). Przejścia między stanami S a T są *zabronione*. Strzałki proste ilustrują procesy promieniste, a strzałki faliste procesy bezpromieniste. Literami oznaczono poszczególne procesy fizyczne. A – Absorpcja, F – Fluorescencja (fotoluminescencja natychmiastowa), Ph – Fosforescencja (foto-luminescencja opóźniona), IC – konwersja wewnętrzna, ISC – konwersja interkombinacyjna (międzysystemowa). „Fluoryzuje” łyżeczka do lodów zabarwiona organicznym barwnikiem, kumaryną a „fosforyzuje” gwiazdki do dziecięcej sypialni. Na zdjęciu na lewo – profesor Jabłoński z nieodłączną fajką.

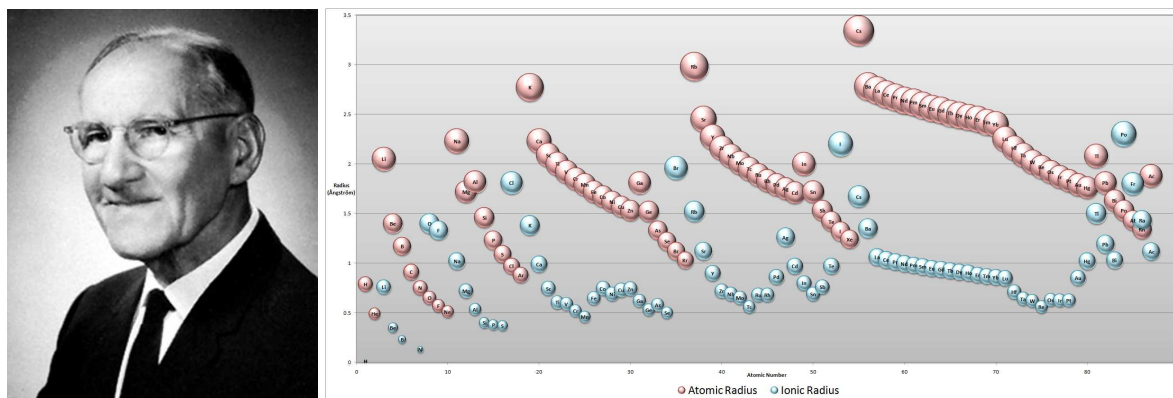
<sup>20</sup> Więcej o kolorach i przejściach elektronowych w artykułach GK, M. Gagoś, *Rubiny, złote szkło i brazylijskie motyle, czyli o kolorach w fizyce, chemii i biologii*, Chemia w Szkole, nr 3/2012, str. 5-13 i str. 14-25.

**Kazimierz Fajans** - ur. 27.05.1887 w Warszawie - zm. 18.05.1975 w Ann Arbor, Michigan, USA, był fizykiem jądrowym, atomowym i chemikiem. W 1912 roku Kazimierz Fajans odkrył niezależnie od Anglika, Fredericka Soddy'ego prawo przesunięć promieniotwórczych znane dziś jako reguła Soddy'ego – Fajansa.

Prawo to już poznaliśmy: określa ono w prosty sposób jądro jakiego pierwiastka otrzymamy w zależności od typu przemiany jakim ulega pierwiastek wyjściowy. W przypadku rozpadu  $\alpha$  powstaje pierwiastek o liczbie atomowej mniejszej o dwa (a liczbie masowej o 4). Oznacza to przesunięcie w układzie okresowym o 2 miejsca w lewo. Podobnie położenie pierwiastka w układzie okresowym określamy dla przemian  $\beta^-$  i  $\beta^+$ . Gdy pierwiastek promieniotwórczy ulega przemianie  $\beta^-$  to otrzymujemy nuklid o liczbie atomowej większej o jeden, a więc pierwiastek położony o jedną pozycję dalej niż pierwiastek ulegający rozpadowi. Dla przemiany  $\beta^+$  będzie to pierwiastek przesunięty o jedno miejsce w lewo.

Reguła ta pozwoliła ustalić położenie wszystkich (znanych) pierwiastków w układzie okresowym. Kazimierz Fajans wraz ze swoim doktorantem Osvaldem H. Göhringiem dokonali odkrycia pierwiastka o liczbie atomowej 91 znanego początkowo pod nazwą brevis, później jednak nazwano go protaktynem. W momencie kiedy objął Katedrę Chemii Fizycznej na Uniwersytecie w Monachium swoje wysiłki skupił na badaniach kryształów oraz cząsteczek. To on opracował regułę, która pozwala nam określić jaki typ wiązań, kowalencyjne czy jonowe, łączy dwa atomy.

W 1935 roku opuścił Niemcy i podjął pracę na Uniwersytecie Michigan w Ann Arbor, zajmując się m.in. poszukiwaniem nowych izotopów, korzystając z pierwszych akceleratorów protonów (cyklotronów).



**Ryc. 6.17.** Kazimierz Fajans i jego schemat promieni atomowych (różowe) i jonowych (niebieskie) różnych pierwiastków chemicznych<sup>21</sup>; atomy z jednym elektronem na orbitalu 2s, 3s itd., jak lit, sód, potas, rubid, cez (metale „alkaliczne” w chemii) mają największe promienie atomowe, zgodnie z naszym schematem orbitali z rys. 2.85b; po odłączeniu tego elektronu promienie jonów metali alkalicznych wynoszą mniej więcej 1,5 Å

**Sir Józef Rotblat** ur. 4.11.1908 w Warszawie był fizykiem, filantropem i działaczem pacyfistycznym, jednym z twórców bomby atomowej i najmłodszym z 11 sygnatariuszy tzw. Manifestu Russella – Einsteina<sup>22</sup> z 1955 roku, twórcą ruchu „Pugwash”. Niewielu Polaków zostało uhonorowanych Nagrodą Nobla. Jednym z nich był Sir Józef Rotblat.

<sup>21</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Atomic\\_vs\\_Ionic\\_Radius.png](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Atomic_vs_Ionic_Radius.png)

<sup>22</sup> Sygnatariuszami byli m.in. Max Born, Frédéric Joliot-Curie, Leopold Infeld. Dziesięciu z 11 sygnatariuszy zostało laureatami Nagrody Nobla.

J. Rotblat pochodził z niezbyt bogatej rodziny i po I Wojnie Światowej pracował jako elektryk. Ukończył fizykę na Uniwersytecie Powszechnym w Warszawie, uzyskując tytuł dr fizyki na Uniwersytecie Warszawskim w 1938 roku. W 1939 roku wyjechał do laboratorium J. Chadwicka w Anglii, odkrywcy neutronu. O udziale J. Rotblata w programie „Manhattan” już pisaliśmy. W momencie, kiedy było jasne, że Niemcy wojnę przegrają, Rotblat zwrócił się do generała Grovesa, który przejął kierowanie projektem z rąk Enrico Fermiego, o zaprzestanie prac nad śmiercionośnym ładunkiem. Był jedynym naukowcem pracującym nad bombą jądrową, który wycofał się z Projektu z powodów sumienia. Z tego powodu został w USA skazany na *ostracyzm*.

Wrócił do Wielkiej Brytanii, gdzie został wykładowcą na Uniwersytecie w Liverpool. Zajmował się badaniem skutków medycznych promieniowania jądrowego, m.in. z eksplozji termojądrowych. W 1957 roku zorganizował pierwszą konferencję, z udziałem naukowców amerykańskich i radzieckich, poświęconą zagadnieniom rozbrojenia jądrowego. Od małego miasteczka w Kanadzie, seria konferencji przyjęła nazwę „Pugwash”<sup>23</sup>. Pokojową Nagrodę Nobla, jako przewodniczący ruchu „Pugwash” uzyskał w 1995 roku. Był odznaczony najwyższymi orderami Imperium brytyjskiego, ale do końca życia uważał się za Polaka.



**Fot. 6.18.** Wykład prof. Rotblata na Konferencji ISODARCO, Rovereto, sierpień 2000 rok; profesor miał wówczas 92 lata (foto GK); Bertrand Russel odczytuje *Manifesto*, Londyn, 9 lipiec 1955 rok (źródło: Pugwash).

Tragiczne było życie prywatne J. Rotblata. Jak sam opowiadał: „Wyleciałem z Warszawy 23 sierpnia (1939 roku), moja żona miała bilet na 31 sierpnia – oczywiście samolot nie odleciał. Na wiosnę (1940 roku) załatwiłem jej wizę belgijską, ale Hitler zajął Belgię, później wizę jugosłowiańską, ale Hitler zajął Jugosławię. I tak czekam na nią do dziś (2000 r.)”<sup>24</sup>

Józef Rotblat zmarł 31 sierpnia 2005 roku.

### Dziwne kwarki

W dziedzinie fizyki jądrowej i cząstek elementarnych znaczącego odkrycia dokonali na początku lat 50-tych XX wieku fizycy z Uniwersytetu Warszawskiego, Marian Danysz i Jerzy Pniewski. Udowodnili oni, iż składnikami jądra mogą być nie tylko protony i neutrony, ale i inne cząstki, nazwane wówczas „dziwnymi”. Dziś wiemy, że odkryta „dziwna” cząstka elementarna zawiera kwark, niespotykany w normalnej materii, kwark *strange*, zob. rys. 3.12.

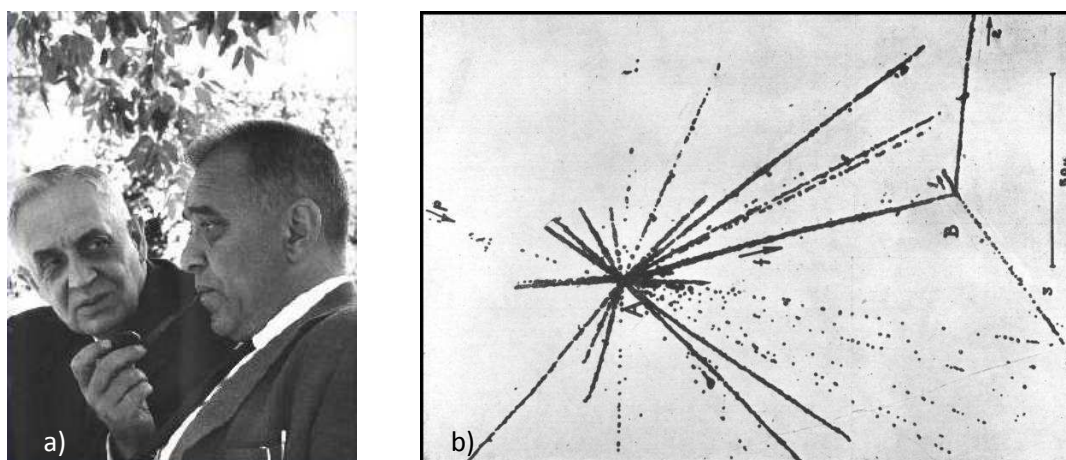
<sup>23</sup> W pierwszej konferencji „Pugwash” uczestniczyło 22 naukowców z 10 krajów, w tym z Polski M. Danysz.

<sup>24</sup> Zob. GK „Jak zbudowałem bombę atomową”, *Głos Koszaliński*, 2001, <http://planeta-terra.blogspot.com/2008/08/jak-zbudowaem-bomb-atomow-opowiada-jzef.html>

Na przełomie lat 40 i 50 ubiegłego stulecia głównym źródłem informacji o nowych cząstkach były obserwacje promieni kosmicznych. Ich oddziaływania rejestrowano wykorzystując emulsje fotograficzne, które wysyłano na duże wysokości za pomocą balonów. Wywołane emulsje obserwowano pod mikroskopem przy dużym powiększeniu. Tak naświetloną emulsję przywiózł w 1952 roku do Warszawy Marian Danysz wracający z najważniejszego wówczas ośrodka badawczego Powella w Bristolu. Postanowił on stworzyć w Warszawie zespół mający zająć się badaniami w dziedzinie cząstek elementarnych, a do współpracy namówił Jerzego Pniewskiego, z którym zaprzyjaźnił się podczas ich pobytu w Anglii. Ich współpraca doprowadziła do jednego z największych odkryć współczesnej fizyki.

Pod koniec 1952 roku, przeglądając pod mikroskopem przywiezioną z Bristolu emulsję, Danysz zaobserwował dwie "gwiazdy" połączone grubym torem ("gwiazdą" nazywano zarejestrowaną w emulsji fotograficznej eksplozję jądra). Wraz z Pniewskim przystąpili do analizy tego przypadku, proponując wkrótce oryginalną interpretację. Zgodnie z tą interpretacją, wytworzona pod wpływem promieniowania kosmicznego w pierwszej gwiazdzie ciężka cząstka, tzw. hiperon, ulega związaniu za pomocą oddziaływania silnego we fragmencie jądrowym znaczącym swój ślad w emulsji jako gruby tor. Fragment ten jest nietrwały; następnie rozpada się w oddziaływaniu słabym, co zostało zarejestrowane w postaci drugiej gwiazdy.

*Nasza interpretacja czyniła właściwie tę cząstkę [hiperon] trzecim składnikiem jądra atomowego, obok protonu i neutronu - napisał później Pniewski. Bardzo szybko okazało się, że proponowana interpretacja istotnie jest poprawna - świadczyły o tym liczne obserwacje podobnych przypadków w emulsjach jądrowych. Worek z kwarkami został otwarty, zob. rozdział III.*



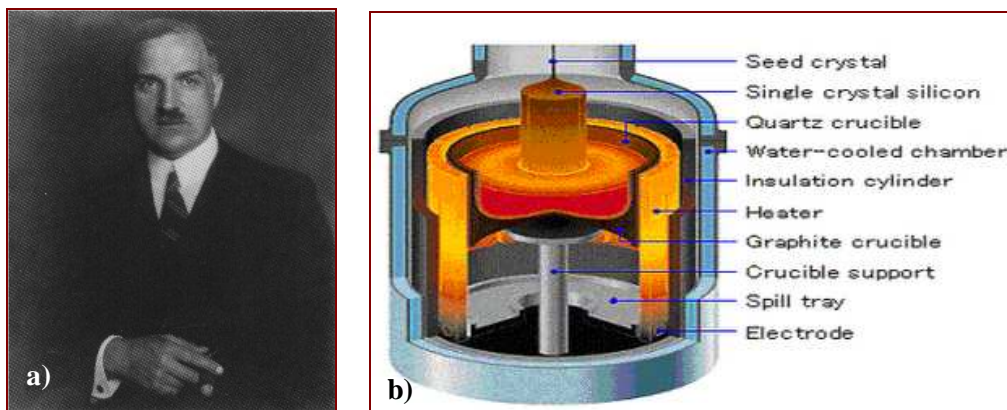
**Fot.6.19. a)** Jerzy Pniewski (z lewej) i Marian Danysz; **b)** Mikrografia pierwszego hiperjądra (źródło: Uniwersytet Warszawski)

### Jan Czochralski – ojciec epoki krzemowej

Bez niego i jego metody nie byłoby współczesnej elektroniki półprzewodnikowej, technologii i techniki. Codziennie na świecie otrzymuje się kilkadziesiąt ton monokryształów hodowanych jego metodą. Jest autorem szeroko cytowanych publikacji oraz wielu patentów. Przez wielu uważany za „ojca elektroniki”. Szanowany jako wynalazca, zapomniany jako człowiek. Kim był Jan Czochralski? Co pozostawił w nauce?

Urodził się on 23 października 1885 r. w Kcyni jako ósme z dziesięciorga dzieci. Swoją edukację rozpoczął pobierając naukę w Seminarium Nauczycielskim. Czochralski nie odebrał jednak świadectwa maturalnego nie mogąc pogodzić się ze złymi, jego zdaniem, ocenami.

Brak dokumentu stwierdzającego jego wykształcenie uniemożliwił mu dalszą karierę nauczyciela. Opuścił Kcynię i przybył do Berlina by rozpocząć pracę w aptece dr. A. Herbranda. To właśnie tu, prowadząc analizy rud, olejów, smarów i metali, zdobył wiedzę, doświadczenie i dużą samodzielność w formułowaniu problemów badawczych. Następnie podjął pracę w laboratorium koncernu Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft (AEG), która przygotowała go do objęcia stanowiska kierownika laboratorium badania stali i żelaza. Ponadto, mimo formalnego braku uprawnień do dalszego kształcenia się, uczęszczał na wykłady chemii na Politechnice w Charlottenburgu, gdzie w roku 1910 zdobył tytuł inżyniera chemii. Ale to właśnie okres pracy w laboratorium AEG okazał się dla Czochralskiego przełomowym.



**Fot. 6.20.** a) Jan Czochralski (23.10.1885 – 22.04.1953); b) metoda Czochralskiego otrzymywania monokryształu polega na powolnym wyciąganiu z roztopionego materiału zarodka kryształu.

Któregoś dnia, Czochralski przygotowując notatki z przeprowadzonych badań zanurzył pióro w tyglu z chłodzącą się, stopioną cyną zamiast w kałamarzu. Wyciągając gwałtownie pióro zauważył, że ze stalówki zwisa nić zestalonego metalu. Czochralski dostrzegł w tym zjawisku ogromną wagę dla nauki.

Z czasem szczelina stalówki zastąpiona została kapilarą, a później przez drobny kryształ (zarodek). Czochralski sprawdził, że otrzymany drucik jest monokryształem. Zastosowanie tej właśnie metody w 1950 do otrzymywania monokryształów germanu, a później krzemu, umożliwiło przemysłową produkcję tranzystorów i w efekcie doprowadziło do rewolucji elektronicznej.

W wieku 32 lat Czochralski został kierownikiem jednego z najlepiej wyposażonych laboratoriów przemysłowych w Niemczech, gdzie powstało wiele cennych prac naukowych i patentów. W 1919 roku założył i został przewodniczącym Niemieckiego Towarzystwa Metaloznawczego. Po zakończeniu I Wojny Światowej na zaproszenie prof. Ignacego Mościckiego, prezydenta Rzeczypospolitej Polski, Czochralski powrócił do kraju, gdzie objął Katedrę Metalurgii i Metaloznawstwa na Wydziale Chemii Politechniki Warszawskiej.

W czasie II Wojny Światowej, jako obywatel również Niemiec, został zmilitaryzowany. Kontynuował prace na Politechnice Warszawskiej, zatrudniając wielu polskich naukowców, ratując ich w ten sposób przed aresztowaniem i wywiezieniem. Po wojnie został napiętnowany jako zdrajca narodowy i powrócił do rodzinnej Kcyni. Profesor zmarł w Poznaniu na serce 22 kwietnia 1953 r. i został pochowany na starym cmentarzu w rodzinnej Kcyni. Został zrehabilitowany dopiero w 2011 roku.

**W Polsce pracują setki tysięcy zdolnych naukowców, lekarzy i inżynierów.  
Liczymy, że i Ty do nich kiedyś dołączysz!**