



Ciekawe odkrycia, anegdoty – krótka historia fizyki w Krakowie

Wykład typu „Fizyka na Scenie”, wygłoszony w dniu 14 V 2003 roku
w Instytucie Fizyki UJ dla uczniów gimnazjów i liceów

Stanisław Wróbel, Adriana Mikulko

Instytut Fizyki UJ

1. Początki fizyki w Akademii Krakowskiej

Uniwersytet Jagielloński został założony w 1364 roku przez króla Kazimierza Wielkiego i nazywał się wówczas Akademią Krakowską. Z powodów finansowych początki Akademii Krakowskiej były bardzo trudne. W roku 1400 została ona odnowiona za sprawą Królowej Jadwigi, która przekazała swoje kosztowności na rzecz podupadłej Wszechnicy. Akademia Krakowska posiadała wówczas cztery Wydziały: Sztuk Wyzwolonych (Filozoficzny), Teologiczny, Prawa i Lekarski.

Rodzi się pytanie – od kiedy w Akademii Krakowskiej nauczano fizyki? Fizyki uczono od jej zarania, od kiedy nauczano medycyny i filozofii. W pierwszym okresie działalności Akademii Krakowskiej fizyka wchodziła w skład filozofii przyrody. Nie ulega wątpliwości, że sam Mikołaj Kopernik był znawcą fizyki, zwłaszcza mechaniki. Prof. B. Średniawa pisze [1]: „Epokowe dzieło Kopernika: *De revolutionibus orbium coelestium (O obrotach ciał niebieskich)*, które ukazało się w 1543 roku, należące formalnie do astronomii, miało zasadnicze znaczenie dla rozwoju idei fizycznych, zwłaszcza dla formułowania podstaw mechaniki”.



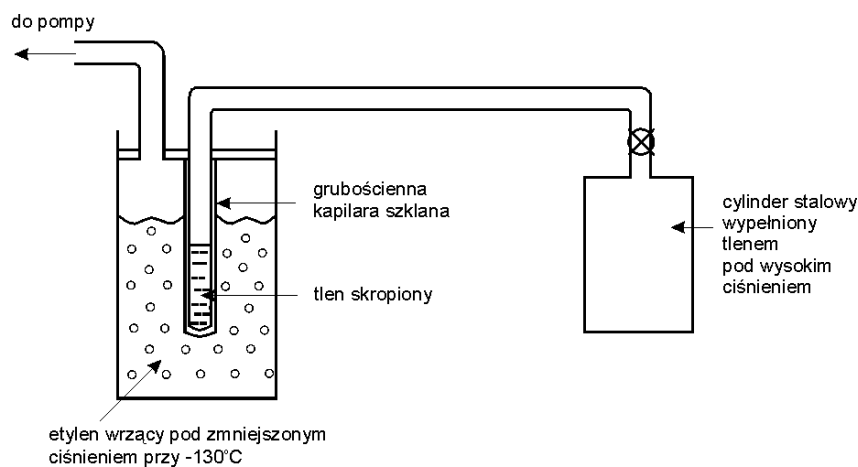
Mikołaj Kopernik (1473–1543)

Mikołaj Kopernik był twórcą teorii heliocentrycznej, która głosiła, iż Ziemia obraca się wokół własnej osi, wraz z innymi planetami również wokół Słońca po orbitach kołowych. Należy tutaj nadmienić, że wysuwając taką tezę, Kopernik wykazał dużą odwagę, gdyż na przełomie XV i XVI wieku, w dobie panowania Kościoła i Inkwizycji, nie było rozsądnym podważanie słuszności systemu Ptolemeusza, mając do dyspozycji skromne narzędzia obserwacyjne. Jak zauważa Andrzej Trautman [2]: „Te cechy działalności Kopernika świadczą nie tylko o nim samym, ale także o klimacie i poziomie naukowym Akademii Krakowskiej, w której studiował on w latach 1491–1495 i gdzie prawdopodobnie po raz pierwszy sprostował wady układu geocentrycznego”.

W XVIII wieku, a dokładniej w 1782 roku, utworzono w Akademii Krakowskiej katedrę fizyki, której kierownikiem został ks. Andrzej Trzeciński. Poziom uprawianej wówczas w Akademii Krakowskiej fizyki nie był wysoki, a sam kierownik katedry fizyki popadał w liczne konflikty. Pozostawił jednak po sobie dobrze wyposażoną bibliotekę. Dopiero w drugiej połowie XIX wieku Uniwersytet Jagielloński (tak brzmi oficjalna nazwa naszej uczelni od 1810 roku) doczekał się nowoczesnej katedry fizyki, zorganizowanej przez S.L. Kuczyńskiego.

2. Skroplenie składników powietrza

Wielki sukces krakowska fizyka odnotowała w 1883 roku, kiedy to znakomity fizyk Zygmunt Florenty Wróblewski i równie świetny chemik Karol Olszewski skroplili, tu, w Krakowie, składniki powietrza – najpierw tlen (5 kwietnia), a później azot (13 kwietnia 1883 r.).



Schemat aparatury Wróblewskiego i Olszewskiego

Rysunek na poprzedniej stronie przedstawia schemat aparatury użytej przez Wróblewskiego i Olszewskiego do skroplenia składników powietrza. W 1882 roku francuski fizyk L. P. Cailletet osiągnął temperaturę -105°C w kapilarze otoczonej wrzącym etylenem. Wróblewski i Olszewski przebudowali aparaturę Cailleteta. Znacznie obniżyli ciśnienie nad parującym etylenem (do $1/30$ atm), co pozwoliło na uzyskanie temperatury -130°C , a więc niższej od temperatury krytycznej tlenu (ok. -119°C). Tym samym krakowscy naukowcy wygrali wyścig z czasem z Francuzami. Było wiele niedomówień w tej sprawie [3,4,5] ale fakt pozostaje faktem, iż Wróblewski i Olszewski jako pierwsi widzieli tlen i azot w stanie ciekłym, z charakterystycznym dla tego stanu meniskiem. Skroplenie dwóch podstawowych składników powietrza zrobiło ogromne wrażenie w ówczesnym świecie naukowym. Sprawa skroplenia tzw. trwałych gazów miała olbrzymie znaczenie dla potwierdzenia budowanej wówczas teorii kinetyczno-molekularnej materii.

Wróblewski i Olszewski otrzymali listy gratulacyjne od największych współczesnych im fizyków, np. od J.D. Van der Waalsa, H. Helmholtza, J. Stefana.



Zygmunt Florenty Wróblewski
(1845–1888)



Karol Stanisław Olszewski
(1846–1915)

Fragment listu Van der Waalsa (1837–1923) do Wróblewskiego:

„Panie,

Mam zaszczyt podziękować Panu za przesłanie mi dwóch broszur, które przeczytałem z żywym zainteresowaniem i które umocniły we mnie przekonanie o wielkim znaczeniu Pańskich osiągnięć. Pańska odpowiedź Panu Jamin jest, moim zdaniem, całkowicie usprawiedliwiona. Sądzę, jak i Pan, że może Pan oczekiwać ze spokojem i pewnością sądu opinii świata naukowego”.

Wybitny fizyk H. Helmholtz 25 kwietnia 1883 r. pisał do Wróblewskiego:

„Składam gratulacje z powodu udanych doświadczeń, tudzież z powodu zastosowania szczęśliwej metody w ich wykonaniu. Dziś otrzymałem Pańską notkę z «Anzeiger» Wiedeńskiej Akademii, z niej dopiero widzę, o co właściwie chodzi. Pański telegram, za który składam dodatkowo podziękowanie, był zbyt krótki”.

Po upływie 120 lat od tego wielkiego wydarzenia demonstracje z ciekłym azotem i tlenem wciąż są spektakularne i budzą ciekawość uczniów.



Fot. 1. Marek Gołąb i Agnieszka Król-Otwinowska pokazują, że ogórek zamrożony w ciekłym azocie może spełniać rolę młotka

Jeśli ciekły azot wrze, to temperatura zawierającego go naczynia obniża się. Na jego powierzchni skraplają się składniki powietrza: najpierw tlen, co możemy sprawdzić...



Fot. 2. Demonstracja skroplenia tlenu na ściankach stożkowatego naczynia, widocznego na górnym zdjęciu, wypełnionego parującym azotem. W obecności tlenu żarzące się drewnisko zaczyna płonąć

W pięć lat po skropleniu składników powietrza (w 1888 roku) umiera tragicznie Z.F. Wróblewski. Poniżej przedstawiony jest skrócony opis tego wydarzenia na podstawie szkicu biograficznego M. Kucharskiego.

25 marca 1888 r. późną nocą Wróblewski uległ wypadkowi, pracując nad publikacją przy świetle lampy naftowej. Jest kilka wersji tego tragicznego wydarzenia. Pewne jest, że Wróblewski zdołał o własnych siłach wybiec na podwórko Collegium Physicum, gdzie dwaj studenci ugasili swoimi płaszczami jego płonące ubranie. Poparzenia były bardzo rozległe i mimo najtroskliwszej opieki lekarskiej Wróblewski umiera 16 kwietnia 1888 r. o godz. 7 rano. Z powodu śmierci Wróblewskiego umieszczono czarne flagi na gmachu Akademii Umiejętności i na wszystkich budynkach uniwersyteckich. Jego zwłoki przybrano w togę profesorską i ułożono w sali wykładowej ówczesnego Collegium Physicum przy ul. św. Anny. Uroczysty pogrzeb odbył się 19 kwietnia 1888 r. Mowę pożegnalną dr. J. Majera, prezesa Akademii Umiejętności, któremu Wróblewski wiele zawdzięczał, kończyło zapewnienie: „że imię Twoje nie zginie wraz z Tobą, bo je zapisałeś w naszych sercach i w dziejach nauki”. Wróblewski spoczął na cmentarzu Rakowickim, a jego grób kryje płyta granitowa z napisem: „Zygmunt Wróblewski, profesor Uniwersytetu Jagiellońskiego, ur. w Grodnie 28.X.1845, zm. w Krakowie 16.IV.1888 – Cierpiał za Ojczyznę – Zginął dla nauki”.

3. Maria Skłodowska w Krakowie

Ciekawe wydarzenie – z punktu widzenia historii fizyki – miało miejsce w Krakowie latem 1894 roku. Maria Skłodowska po uzyskaniu stopnia licencjata z fizyki i matematyki na Sorbonie starała się o asystenturę u samego prof. Augusta Witkowskiego [6,7]. Kulisy tej sprawy przedstawione są w oddzielnym artykule (zob. *Foton* 82, Jesień 2003, str. 4–16).

4. Marian Smoluchowski w Krakowie

Po śmierci Augusta Witkowskiego w 1913 r. – zgodnie z jego życzeniem – Rada Wydziału Filozoficznego UJ (fot. 3) zaproponowała Smoluchowskiemu objęcie Katedry Fizyki Doświadczalnej i Zakładu Fizyki UJ. M. Smoluchowski uważany jest za największego fizyka polskiego, będącego zarówno doskonałym teoretykiem, jak również autorem kilku świetnych prac doświadczalnych. W naszym krótkim wykładzie nie możemy przedstawić wszystkich osiągnięć M. Smoluchowskiego. W literaturze naukowej są dwa ważne równania, których autorem lub współautorem jest M. Smoluchowski:

- równanie Einsteina-Smoluchowskiego, opisujące ruchy brownowskie,
- równanie Smoluchowskiego, opisujące dyfuzję rotacyjną cząsteczek.



Fot. 3. Rada Wydziału Filozoficznego Uniwersytetu Jagiellońskiego w 1900 roku. Łatwo można zidentyfikować na zdjęciu 3 osoby: August Witkowski – (trzeci rząd, drugi od lewej) fizyk, rektor Uniwersytetu w latach 1910–1911; Kazimierz Żorawski – (pierwszy rząd, siedzi jako trzeci od lewej) matematyk i fizyk; Murcy Rudzki – (ostatni rząd, szósty od lewej) astronom



Marian Smoluchowski (1872–1917)

Co to są ruchy Browna? Można to objaśnić na przykładzie kulek zderzających się przypadkowo. Tor wyróżnionej przez nas kulki jest trudny do przewidzenia. Porusza się ona, pod wpływem zderzeń ze swoimi sąsiadami, ruchem przypadkowym. W cieczech takich kulek (atomów) mamy $10^{21}/\text{m}^3$. Ich ciągłe zderzenia powodują, że dopiero po pewnym czasie docierają do nas atomy (czy cząsteczki), które zostały wprowadzone do powietrza, mimo że ich chwilowa prędkość jest rzędu 100 m/s.

Atom znaczy po grecku niepodzielny. M. Smoluchowski potwierdzał w swoich badaniach atomistyczną budowę cieczy i gazów.

Teoria fluktuacji Smoluchowskiego wyjaśnia – między innymi – zjawisko rozpraszania światła na cząstkach roztworu wodnego (fot. 5).



Fot. 5. Rozpraszanie światła białego przez roztwór wodny. Efekt zachodzącego słońca

5. Mieczysław Jeżewski i Marian Mięśowicz odkrywają nowe właściwości ciekłych kryształów

List [6] Mieczysława Jeżewskiego do Marii Skłodowskiej-Curie z 11 października 1923 roku:

„Szanowna Pani,

Bardzo żałuję, że mój wyjazd do Paryża, aby pracować pod kierunkiem Szanownej Pani, nie mógł dojść do skutku. Pani Dłuska pisała do mnie, iż należałoby na jesieni wyjechać. Odpowiedziałem odmownie. Miałem przeszkody, mianowicie habilitację, z którą ze względu na liczne formalności nie mógłbym skończyć przed 1 grudnia. Także drukuję obecnie dwie prace, czego muszę dopilnować, wreszcie ze względu na brak pewności co do mojego wyjazdu zgodziłem się jeszcze przed wakacjami objąć w uniwersytecie niektóre wykłady, którymi jestem do pewnego stopnia związany. Wszystko to jednak nie są przeszkody nie do pokonania przy dobrej woli. Lecz przede wszystkim byłem nieco dotknięty listem pani Dłuskiej. Mianowicie napisała do mnie w tym sensie, iż stypendium na mój wyjazd dostanę, lecz jest ono bardzo małe i dlatego pyta się

mnie, czy się zdecyduję na wyjazd, czy nie, bo jeżeli nie, to jest już inny kandydat na moje miejsce.

Myślę, iż Szanowna Pani nie będzie mieć mi za złe tej mojej decyzji. Największa to dla mnie zresztą strata, iż nie będę mógł pracować pod Jej kierunkiem.

Proszę przyjąć wyrazy czci i poważania
M. Jeżewski”

Te dwie prace, o których wspomina M. Jeżewski, dotyczą anizotropii dielektrycznej ciekłych kryształów. M. Jeżewski, tu, w Krakowie, na początku lat dwudziestych ubiegłego wieku odkrył, że ciekłe kryształy nematyczne charakteryzują dwie stałe dielektryczne. Podobnie wykazują one dwa współczynniki załamania. Mówi się, że ciekłe kryształy wykazują anizotropię dielektryczną i optyczną.



Mieczysław Jeżewski
(1890–1971)



Marian Mięśowicz
(1907–1992)

Fizykę ciekłych kryształów zapoczątkował w Krakowie M. Jeżewski [9,10,11]. Potem dołączył do niego Marian Mięśowicz, który badał wspólnie z Jeżewskim anizotropię przewodnictwa. W latach 30. M. Mięśowicz odkrył anizotropię lepkości ciekłych kryształów nematycznych i zdefiniował trzy współczynniki lepkości, znane dziś jako lepkości Mięśowicza [9].

Co to jest lepkość? Zagłębmy do ostatniego wydania podręcznika fizyki, napisanego przez Augusta Witkowskiego i Konstantego Zakrzewskiego w roku 1948. Lepkość to jest rodzaj siły tarcia. Wyobraźmy sobie barkę na wodzie. Aby mogła ona płynąć w danym kierunku, trzeba przyłożyć pewną siłę $F = \eta \frac{v}{l} S$, gdzie v jest prędkością barki, a l – grubością warstwy wody pomiędzy barką a dnem. Wielkość tej siły jest proporcjonalna do powierzchni styku barki z wodą S oraz do tzw. gradientu prędkości (v/l). Współczynnik proporcjonalności η nazywamy lepkością albo współczynnikiem lepkości. M. Mięśowicz odkrył w 1934 roku, że ciekły kryształ nematyczny ma trzy współczynniki lepkości. Prof. K. Zakrzewski z trudem mu w ten wynik uwierzył.

6. Początki fizyki jądrowej w Krakowie

W roku 1935. M. Mięśowicz udał się do holenderskiego fizyka Ornsteina, który był znany z badań nad ciekłymi kryształami. Ornstein zmienił w międzyczasie swą tematykę badań na promieniowanie kosmiczne. Przybyłemu na staż M. Mięśowiczowi wyjaśnił, że ciekłe kryształy są już dobrze zbadane i mało interesujące [10] w porównaniu z fizyką jądrową. Prof. Mięśowicz zajął się więc nową tematyką i potem zaszczerpił ją w Krakowie, gdzie stworzył duży, działający do dziś zespół badawczy zajmujący się fizyką wysokich energii. Zespół ten zajmował się między innymi rejestracją cząstek docierających na Ziemię z kosmosu. Tuż przed II wojną światową grupa prof. Mięśowicza przygotowała aparaturę do rejestracji cząstek, która miała być uniesiona w wysokie warstwy atmosfery w celu zbadania widma cząstek kosmicznych. Eksperyment się jednak nie powiódł, bo balon wypełniony wodorem spłonął nad Doliną Chochołowską w Tatrach. Aparatura jednak ocalała. Prof. Mięśowicz umieszczał też swą aparaturę w kopalni soli w Wieliczce.



Henryk Niewodniczański
(1900–1968)



Jan Weysenhoff
(1889–1972)

Po II wojnie światowej fizykę w UJ tworzyli, przybyli z Wilna, J. Weysenhoff (znany kibic Wisły Kraków) oraz prof. H. Niewodniczański [2], którzy w trudnych czasach zrobili dla fizyki krakowskiej bardzo dużo. W 1955 roku z inicjatywy prof. H. Niewodniczańskiego powstał Instytut Fizyki Jądrowej (IFJ) w podkrakowskich Bronowicach – obecnie nosi on imię Henryka Niewodniczańskiego. W tym okresie znane było hasło rzucone przez prof. H. Niewodniczańskiego: „Budujemy cyklotron w Krakowie”. Z okazji 600-lecia UJ został wybudowany Instytut Fizyki UJ przy ul Reymonta 4. Popiersie H. Niewodniczańskiego znajduje się w największej naszej sali wykładowej, która czasami bywa za mała. Jeden z autorów (S.W.) miał przyjemność uczestniczyć w 1968 roku w proseminarium prowadzonym przez prof. H. Niewodniczańskiego i jego ucznia doc. L. Jarczyka. Prof. Niewodniczański był świetnym gawędziarzem i przed każdym seminarium opowiadał coś ciekawego. W obszernych kieszeniach jego marynarki mieściły się magnesy, dwa scyzoryki, pęki kluczy i ciekawe monety, za pomocą których losował referenta na dany dzień.

Prof. Niewodniczański wraz ze współpracownikami stworzył w Krakowie wielką szkołę fizyki doświadczalnej, do której należy wielu znanych profesorów z naszego Instytutu i z IFJ. Profesorowie M. Jeżewski i M. Mięśowicz tworzyli fizykę w Akademii Górniczo-Hutniczej. M. Mięśowicz stworzył też silną grupę w IFJ, która zajmuje się do dziś fizyką cząstek elementarnych.

Na zakończenie warto podkreślić, że osiągnięcia fizyki krakowskiej z przełomu XIX i XX wieku są imponujące jak na trudne owe czasy. Powstaje pytanie, jak ocenią naszą działalność następne pokolenia? O jakich wielkich osiągnięciach fizyków krakowskich będzie się mówić za 100 lat, na przełomie XXI i XXII wieku? Może będą to osiągnięcia w dziedzinie cząstek elementarnych. Cząstki elementarne są mniejsze od atomów, które – jak pamiętamy – w XIX wieku traktowane były, zgodnie ze znaczeniem słowa atom, jako niepodzielne. Wiek XX ugruntował przekonanie, że atom jest podzielny. Przyczyniła się do tego również nasza rodaczka Maria Skłodowska-Curie. Kończąc, chcielibyśmy wyjaśnić, że w tym krótkim artykule udało nam się zebrać tylko wybrane zagadnienia na temat fizyki w Krakowie.

W wykładzie z pokazami i dwiema scenkami wzięły udział następujące osoby: dr Marek Gołąb, mgr Agnieszka Król-Otwinowska, mgr Adriana Mikułko, dr Monika Marzec, dr Jerzy Mucha, dr Dagmara Sokołowska, prof. dr hab. Marcin Wójcik, studenci fizyki: Magda Sobula, Radosław Gomółka oraz uczniowie Gimnazjum nr 54 – Justyna Gumuła, Krzysztof Kulka i Sebastian Poręba, a także ich opiekunka dr Urszula Wróbel, którym bardzo serdecznie dziękujemy.

Literatura

- [1] B. Średniawa, *Historia filozofii przyrody i fizyki w Uniwersytecie Jagiellońskim*, Wydawnictwo Retro-Art, Warszawa 2001
- [2] A. Trautman, *Kopernik a współczesna fizyka i kosmologia*, „Postępy Fizyki”, tom XXIV, zeszyt 2 (1973)
- [3] M. Kucharski, *Zygmunt Florenty Wróblewski. Szkic o życiu i twórczości*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 1997
- [4] A. Hrynkiewicz, A. Szytuła, *Stulecie skroplenia składników powietrza*, „Postępy Fizyki”, **36** (1), 41 (1985)
- [5] F. Koneczny, *Polskie logos a ethos*, Księgarnia św. Wojciecha, Poznań 1921
- [6] *Korespondencja polska Marii Skłodowskiej-Curie*, Opracowanie: K. Kabzińska, M.H. Malewicz, J. Piskurewicz i J. Różewicz, Instytut Historii Nauki PAN, PTCh, Warszawa 1994
- [7] Ewa Curie, *Maria Curie*, PWN, Warszawa 1983
- [8] Subrahmanyan Chandrasekhar, *Marian Smoluchowski jako twórca fizyki zjawisk stochastycznych*, „Postępy Fizyki”, **35** (6), 587 (1984)
- [9] M. Mięśowicz, J. Janik, *Makro- i mikrodynamiczne efekty w ciekłych kryształach* (W stulecie odkrycia ciekłych kryształów), „Postępy Fizyki”, **40** (5), 383 (1989)
- [10] K. Zalewski i A. Białas, *Rozmowa z Marianem Mięśowiczem*, „Postępy Fizyki”, **35** (1), 47 (1984)
- [11] A. Oleś, *Marian Mięśowicz – członek honorowy PTF*, „Postępy Fizyki”, **39** (2), 141 (1988)
- [12] *Henryk Niewodniczański*, PAU, „W służbie nauki”, nr 8, Kraków 2003